



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



Université Amar Thelidji-Laghouat

FACULTE : GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE

DEPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

**MEMOIRE DE MASTER**

Présenté par

HASSANI Yahia Sofiane

DOMAINE : ARCHITECTURE ET URBANISME ET METIER DE LA  
VILLE

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

**Thème**

*Evaluation du confort d'ambiance intérieure et la  
rationalisation de la consommation d'énergie lors de la phase  
de conception d'un laboratoire d'Architecture et de Génie civil à  
la ville de Laghouat*

*Cas d'étude : L'impact de système double enveloppe géode sur le confort  
thermique et la consommation d'Energie*

**Jury de soutenance :**

| Nom et Prénom              | Grade  | Qualité    |
|----------------------------|--------|------------|
| Mr. BOUKHELKHAL ABOUBAKEUR | M.C. B | Président  |
| Mr. BENCHEIKH ABDERREZZAK  | M.A. A | Examineur  |
| Melle. BAALI SAIDA         | M.A. A | Examineur  |
| Mr. MOKEDDEM MAHMOUD       | M.A. A | Rapporteur |

Promotion : Juin 2019



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



## جامعة عمار ثليجي – الأغواط

كلية: الهندسة المعمارية و الهندسة المدنية  
قسم: الهندسة المعمارية

### ملخص مذكرة الماستر

**الميدان:** هندسة معمارية, عمران ومهن المدينة

**الشعبة:** هندسة معمارية

**التخصص:** هندسة معمارية و بيئة

**عنوان المذكرة:** تقييم راحة البيئات الداخلية وترشيد استهلاك الطاقة خلال مرحلة تصميم مختبر العمارة

والهندسة المدنية في مدينة الأغواط.

**تقديم الطالب:** - حساني يحي سفيان

**الأستاذ المؤطر:** - مقدم محمود

**ملخص المذكرة**

في سياق التنمية المستدامة في الهندسة المعمارية واحترام البيئة ، هناك العديد من الاتجاهات الاستراتيجية لتحقيق المباني المستدامة ، لضمان أفضل الطول المعمارية, بالنسبة لمدينة الأغواط ، يعتبر **مختبر بحث** من المباني القيمة بسبب نقص المختبرات في مجال البناء في هذه المدينة.

الهدف من هذا العمل هو دمج مشروع مستدام في الأغواط مع سياقه الذي يتميز **بالمناخ الحار والجاف**. وقمنا بإدارة المساحات التي تكون هد المبني لتحسين البيئات الداخلية ، مما يقلل من **استهلاك الطاقة**.

بفضل المحاكاة للتقنية المستخدمة، تمكنا من التحقق من كفاءة استخدام الطاقة في المبني المصمم في حالة الراحة الحرارية والراحة البصرية ، ولقد قللنا بشكل كبير من استهلاك الطاقة للتبريد والتدفئة ، و لقد حققنا الراحة الحرارية ، وكذلك إنخفاض بسيط في إستهلاك الطاقة بالنسبة للراحة البصرية.

**الكلمات المفتاحية:** مختبر بحث، مناخ حار وجاف، استهلاك الطاقة ، راحة حرارية و بصرية, محاكاة.



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



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : D'architecture et génie civil**

**DEPARTEMENT : Architecture**

### **RESUME DE MEMOIRE DE MASTER**

**Domaine :** Architecture et urbanisme et métiers de la ville.

**Filière :** Architecture.

**Option :** Architecture Et Environnement.

**Thème :** Evaluation du confort d'ambiance intérieur et la rationalisation de la consommation d'énergie lors de la phase de conception d'un laboratoire d'architecture et génie civil à la ville de Laghouat.

**Présenté par :** -Hassani Yahia Sofiane

**Encadré par :** - Mr. MOKEDDEM Mahmoud

#### **Résumé :**

Dans le contexte du développement durable en architecture et du respect de l'environnement, il existe de nombreuses orientations stratégiques pour réaliser des bâtiments durables, afin de garantir les meilleures solutions architecturales, pour la ville de Laghouat, le **laboratoire de recherche** est considéré comme un équipement précieux en raison du manque des laboratoires dans le domaine de la construction dans cette ville à **climat chaud et aride**.

L'objectif de ce travail est de vérifier la faisabilité lors de la phase conceptuelle d'éléments architecturaux tel que la géode et son impact sur l'environnement intérieur des espaces.

Grâce aux **simulations** de la technique utilisée (la géode), nous avons pu vérifier le rendement énergétique du bâtiment conçu, et dans le cas du **confort thermique et du confort visuel**, nous avons ainsi fortement réduit la consommation énergétique de refroidissement et de chauffage, et atteindre le confort thermique, ainsi qu'une faible réduction d'énergie pour le **confort visuel**.

**Mots clés :** laboratoire de recherche, climat chaud et aride, confort thermique et visuel, consommation d'énergie, simulation.

republic Algerian démocratic and popular  
minister of superior enseigment and scientific research

## ***Amar Thelidji University - Laghouat***



FACULTY: Architecture and Civil Engineering

DEPARTEMENT: Architecture

---

### **ABSTRACT OF MASTER MEMORY**

**Career:** Architecture, Urban and Urban professions.

**Option:** architecture and environment.

**Theme:** Evaluation of interior comfort and rationalization of energy consumption during the design phase of an architecture and civil engineering laboratory in the city of Laghouat.

**Presented by:** - Hassani Yahia Sofiane.

**Framed by:** -Mr. MOKEDDEM Mahmoud.

#### **Abstract:**

In the context of sustainable development in architecture and respect for the environment, there are many strategic directions to achieve green buildings, to ensure the best architectural solutions, for the city of Laghouat, the **research laboratory** is considered a valuable equipment because of the lack of laboratories in the field of construction in this city.

The objective of this work is to integrate a sustainable project in Laghouat with its context which is characterized by a **hot and dry climate** we will manage the spaces composing this equipment to improve indoor environments, while reducing **energy consumption**.

Thanks to simulations of the technique used, we were able to verify the energy efficiency of the building designed, and in the case of **thermal comfort and visual comfort**, we have significantly reduced the energy consumption of cooling and heating, and achieved thermal comfort, as well as a low energy reduction for visual comfort.

**Keywords:** research laboratory, hot and dry climate, energy consumption, thermal and visual comfort, simulation.

## Remerciement

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur (Mr. MOKEDDEM Mahmoud) pour son aide durant toute la période du travail. Nous voulons lui témoigner notre gratitude pour sa patience et son soutien qui nous a été précieux afin de mener notre travail à bon port.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury*

*(Mr. BOUKHELKHAL ABOUBAKEUR, Mr. BENCHEIKH ABDERREZZAK, Melle. BAALI SAIDA) pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*L'étudiantes : Hassani Yahia Sofiane.*

## DEDICACE

JE TIENS A REMERCIE

DIEU QUI EST TOUJOURS AVEC NOUS ET QUI  
NOUS AVONS AIDE DURANT NOTRE CURSUS.

JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL A MON PERE ET  
MA MERE QUI SONT TOUJOURS A MES COTES.

A MES GRANDS PARENTS.

A MES FRERES MUSTAPHA ET MOHAMED RAFIK.

A MES SOEURS.

UNE DEDICACE SPECIALE POUR MES NEVEUX

KHALED ISLAM, SOUHA ET NOUHA.

ET A LA MEMOIRE DE MON NEVEU LOUNISS (LOULOU)

ET A TOUTE MA FAMILLE (LA FAMILLE HASSANI

ET LA FAMILLE CHOUIREB).

JE LE DEDIE A TOUS MES AMIS QUE J'AI TROUVES

A MES COTES DANS TOUS LES MOMENTS, SURTOUT A  
MON CHER BINOME QUE JE REMERCIE POUR SA PATIENCE

ET SA COMPREHENSION.

ET POUR LES ETUDIANTS DE LA PROMOTION 2019.

HASSANI YAHIA SOFIANE.

## Table de matières

|   |     |
|---|-----|
| Dédicaces.....  | I   |
| Remerciement .....  | II  |
| Résumes .....   | III |
| Liste Des Figures .....   | V   |
| Liste Des Tableaux .....  | VI  |
| Introduction générale .....   | 1   |
| 1.1  Problématique Générale .....                                     | 2   |
| 1.2  Les Hypothèses .....   | 2   |
| 1.3  Structure du mémoire .....                                       | 2   |
| 1.4  Méthodologie .....   | 3   |
| 2  Partie thématique .....  | 5   |
| Introduction .....  | 5   |
| 2.1  Les définitions et terminologie de partie environnementale ..... | 5   |
| 2.1.1  Développement durable .....                                    | 5   |
| 2.1.2  Architecture durable .....                                     | 5   |
| 2.1.3  L'architecture vernaculaire .....                              | 5   |
| 2.1.4  L'architecture écologique .....                                | 5   |
| 2.1.5  L'architecture bioclimatique .....                             | 6   |
| 2.1.6  La démarche bioclimatique .....                                | 6   |
| 2.1.7  Stratégie hivernale .....                                      | 6   |
| 2.1.8  Stratégie estivale .....                                       | 7   |
| 2.1.9  Les bases de l'architecture bioclimatique .....                | 8   |
| 2.1.10  La protection solaire.....                                    | 8   |
| 2.1.11  Couleurs des matériaux .....                                  | 9   |
| 2.1.12  La véranda .....  | 9   |
| 2.1.13  L'enveloppe thermique d'une construction .....                | 10  |
| 2.1.14  Effet de serre .....  | 10  |
| 2.1.15  La ventilation .....  | 10  |
| 2.1.16  Bâtiment zéro-énergie .....                                   | 11  |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.1.17 | Bâtiment basse consommation .....                                | 11 |
| 2.1.18 | Bâtiment à énergie positive .....                                | 12 |
| 2.1.19 | La maison passive .....  | 12 |
| 2.1.20 | Les labels .....   | 12 |
| 2.1.21 | Climat .....   | 14 |
| 2.1.22 | La végétation .....  | 14 |
| 2.1.23 | Végétation des zones arides .....                                | 15 |
| 2.2    | La recherche scientifique .....                                  | 15 |
| 2.2.1  | Définition de la recherche scientifique .....                    | 15 |
| 2.2.2  | Les types de recherche .....                                     | 15 |
| 2.2.3  | Définition du laboratoire .....                                  | 16 |
| 2.2.4  | Classification des établissements de la recherche .....          | 16 |
| 2.2.5  | Définition du laboratoire d'architecture .....                   | 16 |
| 2.2.6  | Définition du laboratoire de génie civil .....                   | 16 |
| 2.2.7  | Définition du laboratoire de génie civil et d'architecture ..... | 16 |
| 2.3    | Analyse des exemples .....                                       | 18 |
| 2.3.1  | Exemple 01 : Bâtiment de génie civil UMD Swenson.....            | 18 |
| 2.3.2  | Exemple 02 : Centre pour des paysages durables (CSL).....        | 25 |
|        | Synthèse .....   | 35 |
| 3      | Etude contextuelle .....   | 37 |
|        | Introduction .....   | 37 |
| 3.1    | Présentation de la ville de Laghouat .....                       | 37 |
| 3.1.1  | Situation géographique .....                                     | 37 |
| 3.1.2  | Situation astronomique .....                                     | 37 |
| 3.1.3  | L'accessibilité de Laghouat .....                                | 37 |
| 3.1.4  | Limite communale .....   | 37 |
| 3.1.5  | Les conditions climatiques .....                                 | 38 |
| 3.1.6  | Diagramme psychrométrique .....                                  | 42 |
| 3.2    | Analyse du site .....  | 43 |
| 3.2.1  | Situation du terrain .....                                       | 44 |
| 3.2.2  | La forme du terrain .....  | 44 |
| 3.2.3  | Morphologie du terrain .....                                     | 44 |
| 3.2.4  | Les limites .....  | 45 |
| 3.2.5  | Les données climatiques de site .....                            | 46 |
| 3.2.6  | Voisinage .....  | 46 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
|       | Synthèse .....  | 49  |
|       | Synthèse générale .....                               | 50  |
| 4     | Etude Programmatique .....                            | 52  |
|       | Introduction .....                                    | 52  |
| 4.1   | Objectif du programme .....                           | 52  |
| 4.2   | Structure de laboratoire .....                        | 52  |
| 4.3   | Le programme quantitatif des exemples .....           | 52  |
| 4.4   | Les espaces proposés .....                            | 54  |
| 4.5   | Programme qualitatif .....                            | 54  |
| 4.6   | L'organigramme fonctionnel .....                      | 61  |
| 4.7   | Le programme quantitatif proposé .....                | 61  |
| 5     | Partie conceptuelle .....                             | 85  |
| 5.1   | Introduction .....                                    | 85  |
| 5.2   | L'idée mère du projet .....                           | 85  |
| 5.3   | La genèse du projet .....                             | 86  |
| 5.3.1 | L'état des lieux .....                                | 86  |
| 5.3.2 | Choix des accès et mode d'occupation du terrain ..... | 86  |
| 5.3.3 | Les parcours .....                                    | 87  |
| 5.3.4 | L'affectation des entités .....                       | 88  |
| 5.3.5 | Développement de la forme .....                       | 89  |
| 5.4   | Affectation des espaces extérieur .....               | 97  |
| 5.4.1 | Conception des espaces extérieur .....                | 98  |
| 5.5   | Plan de masse .....                                   | 104 |
| 5.6   | Organisation intérieure .....                         | 105 |
| 5.6.1 | La hiérarchisation des espaces .....                  | 105 |
| 5.6.2 | Le type d'utilisation .....                           | 106 |
| 5.7   | Les plans .....                                       | 106 |
| 5.8   | Organisation intérieure .....                         | 110 |
| 5.9   | Les circuits .....                                    | 111 |
| 5.10  | La circulation .....                                  | 112 |
| 5.11  | Les coupes .....                                      | 113 |
| 5.12  | Les façades et les vue 3d .....                       | 114 |
| 5.13  | Technique bioclimatique utilisée .....                | 119 |
| 6     | Partie individuelle.....                              | 122 |
| 6.1   | Confort thermique.....                                | 122 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 6.1.1  | Introduction .....  | 122 |
| 6.1.2  | Objectif .....  | 122 |
| 6.1.3  | Problématique spécifique .....                                  | 122 |
| 6.1.4  | Hypothèses .....  | 122 |
| 6.1.5  | Recherche thématique .....                                      | 122 |
| 6.1.6  | Notion et principe du confort thermique .....                   | 126 |
| 6.1.7  | La conception bioclimatique du détail .....                     | 127 |
| 6.1.8  | Les performances thermiques des matériaux de construction ..... | 127 |
| 6.1.9  | La modélisation et la simulation numérique .....                | 128 |
| 6.1.10 | Présentation du cas d'étude .....                               | 128 |
| 6.1.11 | Paramètre de cas d'étude .....                                  | 129 |
| 6.1.12 | Les jours de simulation .....                                   | 129 |
| 6.1.13 | Caractéristique des matériaux utilisés .....                    | 130 |
| 6.1.14 | La phase de simulation .....                                    | 130 |
| 6.1.15 | Simulation énergétique .....                                    | 137 |
| 6.1.16 | Conclusion partielle .....                                      | 139 |
|        | CONCLUSION GÉNÉRALE .....                                       | 140 |
|        | REFERENCES bibliographiques.....                                |     |
|        | Annexe .....  |     |

## LISTES DES FIGURES

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 .1: Méthodologie   | 3  |
| Figure 2 .1: Les piliers du développement durable Source : <a href="http://www.bio_a_la_lune.com">http://www.bio_a_la_lune.com</a> .                          | 5  |
| Figure 2 .2 : Les principes du confort d'hiver.Source : <a href="http://www.lauragais-habitat.com">http://www.lauragais-habitat.com</a>                       | 6  |
| Figure 2 .3: Les principes du confort d'été. Source : <a href="http://www.lauragais-habitat.com">http://www.lauragais-habitat.com</a>                         | 7  |
| Figure 2 .5:Impact de l'incidence du vent sur l'efficacité de la ventilation traversant Source : traité d'architecture et d'urbanisme.                        | 7  |
| Figure 2 .4:Potentiel de ventilation d'un bâtiment en fonction de l'éloignement d'un obstacle aéraulique Source : traité d'architecture et d'urbanisme        | 7  |
| Figure 2 .6: Les bases de l'architecture bioclimatique.<br>Source ; atba –Stéphane Fuchs architecte et collaborateurs - novembre 2007                         | 8  |
| Figure 2 .7 ; configuration en hiver et en été pour la protection solaire.<br>Source : l'écoconstruction page 8   | 8  |
| Figure 2 .8:: fonctionnement des serres Source :Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques.<br>Page 70..   | 10 |
| Figure 2 .9: type des ventilations naturel.<br>Source : <a href="http://www.souchier-boullet.com">http://www.souchier-boullet.com</a> .                       | 10 |
| Figure 2 .10: type des ventilations mécanique.<br>Source : <a href="https://www.futura-sciences.com">https://www.futura-sciences.com</a> .                    | 11 |
| Figure 2 .11: technique du bâtiment basse consommation. Source :<br><a href="http://www.construiremamaison.net">http://www.construiremamaison.net</a> .       | 11 |
| Figure 2 .12: Carte des célèbre labels source : <a href="http://www.qatargreenleaders.com">http://www.qatargreenleaders.com</a> .                             | 12 |
| Figure 2 .13: les facteurs climatiques.<br>Source : <a href="https://science7.blogspot.com">https://science7.blogspot.com</a> .                               | 14 |
| Figure 2 .14: Les différents effets de la végétation Source : traité d'architecture et d'urbanisme.   | 14 |
| Figure 2 .15: Recherche par où commencer ? Source : <a href="http://www2.ift.ulaval.ca">http://www2.ift.ulaval.ca</a>   | 15 |
| Figure 2 .16: les types de la recherche scientifique.<br>Source : Auteur  | 15 |
| Figure 2 .18: bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source : <a href="https://www.archdaily.com/">https://www.archdaily.com/</a> .                            | 18 |
| Figure 2 .19: plan de situation de l'Université du Minnesota Duluth a états- unis.<br>Source : Google earth.  | 18 |
| Figure 2 .20: température de la ville de Duluth a États-Unis. Source : <a href="https://fr.climate-data.org">https://fr.climate-data.org</a> .                | 18 |
| Figure 2 .21: l'accessibilité de l'Université du Minnesota Duluth a états- unis.<br>Source : Google earth.  | 19 |
| Figure 2 .22: limite et voisinage proche de bâtiment de génie civile UMD Swenson.<br>Source : Google earth.   | 19 |
| Figure 2 .23: orientation de bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source : Google maps..   | 20 |
| Figure 2 .24: plan de masse.<br>Source : <a href="https://www.archdaily.com">https://www.archdaily.com</a> .  | 20 |
| Figure 2 .25: la volumétrie de bâtiment génie civile UMD. Source : <a href="https://www.archdaily.com">https://www.archdaily.com</a> .                        | 21 |
| Figure 2 .26 : Plan de premier étage de bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source :<br><a href="https://www.archdaily.com">https://www.archdaily.com</a> . | 22 |
| Figure 2 .27: organisation intérieure de bâtiment de génie civile UMD Swenson.<br>Source : Auteur   | 22 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 2 .28: circulation verticale et horizontale de bâtiment de génie civile UMD Swznson.<br>Source : <a href="https://www.archdaily.com">https://www.archdaily.com</a> . | 23 |
| Figure 2 .29: Façade Est de bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source :<br><a href="https://www.archdaily.com..">https://www.archdaily.com..</a>                         | 23 |
| Figure 2 .30: façade Ouest de bâtiment de génie civile UMD Swenson.<br>Source : <a href="https://www.archdaily.com">https://www.archdaily.com</a> .                         | 24 |
| Figure 2 .31: façade Nord de bâtiment de génie civile UMD Swznson.<br>Source : <a href="https://www.archdaily.com">https://www.archdaily.com</a> .                          | 24 |
| Figure 2 .32: système bioclimatique de bâtiment de génie civile UMD Swenson.<br>Source : <a href="https://www.archdaily.com">https://www.archdaily.com</a>                  | 24 |
| Figure 2 .33: Centre pour des paysages durables (CSL). Source : <a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a> .   | 25 |
| Figure 2 .34: plan de situation de Schenley Park, Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvanie, États-Unis.<br>Source : Google earth.   | 25 |
| Figure 2 .35: Le température de Pittsburgh. Source : <a href="https://www.quora.com">https://www.quora.com</a> .  | 26 |
| Figure 2 .36: l'accessibilité de Centre pour des paysages durables (CSL).<br>Source : Google earth.   | 26 |
| Figure 2 .37: la surface bâti et non bâti de Centre pour des paysages durables (CSL).<br>Source : <a href="https://fr.inforandum.com">https://fr.inforandum.com</a> .       | 27 |
| Figure 2 .38: : limite et voisinage proche de Centre pour des paysages durables (CSL).<br>Source : Google earth.  | 27 |
| Figure 2 .39: orientation de Centre pour des paysages durables (CSL).<br>Source : Google maps.  | 27 |
| Figure 2 .40: plan de Rez de chaussée.<br>Source : <a href="https://fr.inforandum.com">https://fr.inforandum.com</a> .  | 28 |
| Figure 2 .41: organisation intérieure de rez de chaussée.<br>Source : Auteur.   | 28 |
| Figure 2 .42: organisation intérieure de 1 er étage.<br>Source : Auteur.  | 29 |
| Figure 2 .43: plan de 1 er étage.<br>Source : <a href="https://fr.inforandum.com">https://fr.inforandum.com</a> .   | 29 |
| Figure 2 .44: circulation verticale et horizontale du rez de chaussée.<br>Source : <a href="https://fr.inforandum.com">https://fr.inforandum.com</a> .                      | 29 |
| Figure 2 .45: façade Sud Est de Centre pour des paysages durables (CSL). Source :<br><a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a>                        | 30 |
| Figure 2 .46: façade Sud-Ouest de Centre pour des paysages durables (CSL).<br>Source : <a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a> .                    | 31 |
| Figure 2 .48: façade Nord-Ouest de Centre pour des paysages durables (CSL). Source :<br><a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a> .                   | 31 |
| Figure 2 .51: façade technique Nord de Centre pour des paysages durables (CSL).<br>Source : <a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a> .               | 31 |
| Figure 2 .50: façade Nord de Centre pour des paysages durables (CSL).<br>Source : <a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a> .                         | 31 |
| Figure 2 .52: Les charges latérales sont réacheminées vers mur de soutènement. Source :<br><a href="https://fr.inforandum.com">https://fr.inforandum.com</a>                | 32 |
| Figure 2 .53: les éoliennes a axe verticale. Source : <a href="https://www.blog-habitat-durable.com">https://www.blog-habitat-durable.com</a> .                             | 32 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 2 .54: les capteurs solaires photovoltaïques. Source : <a href="https://www.blog-habitat-durable.com">https://www.blog-habitat-durable.com</a> .      | 32 |
| Figure 2 .55: diagramme d'énergie.<br>Source : <a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a> .   | 33 |
| Figure 2 .56: système de ventilation naturelle.<br>Source : <a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a> .                                | 33 |
| Figure 2 .57: lighyt sheleve. Source : <a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a> .   | 33 |
| Figure 2 .58: diagramme d'eau.<br>Source : <a href="https://www.engr.psu.edu">https://www.engr.psu.edu</a> .   | 34 |
| Figure 3 .1: Situation de Laghouat dans l'Algérie Source: <a href="http://www.laghouat-dz.org">http://www.laghouat-dz.org</a> .                              | 37 |
| Figure 3 .3: Réseau des voiries a Laghouat. Source : <a href="http://www.laghouat-dz.org">http://www.laghouat-dz.org</a> .                                   | 37 |
| Figure 3 .4: les zones climatiques de la ville de Laghouat<br>Source : DPSB2015.   | 38 |
| Figure 3 .5: Variations de la température de l'air extérieur. Source : <a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a> .                     | 38 |
| Figure 3 .6: Détermination des zones / confort / chauffage / climatisation. Source :<br><a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a> .    | 39 |
| Figure 3 .7: Courbe de vitesse du vent. Source : <a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a> .   | 39 |
| Figure 3 .8: rose du vent de Laghouat. Source : <a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a> .  | 39 |
| Figure 3 .9: fréquence du vent de Laghouat. Source : <a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a> .                                       | 40 |
| Figure 3 .10: Nébulosité de Laghouat.  | 40 |
| Figure 3 .11: Les fréquences mensuelles d'ensoleillement par le changement saisonnier.<br>Source : <a href="https://weatherspark">https://weatherspark</a> . | 41 |
| Figure 3 .12: digramme solaire.<br>Source : <a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a> .  | 41 |
| Figure 3 .14: graphe de précipitation annuelle. Source : <a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a> .                                   | 42 |
| Figure 3 .15: graphe de l'humidité. Source : graphe de précipitation annuelle.<br>Source : <a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a> . | 42 |
| Figure 3 .17: motivation de choix de site.<br>Source : Auteur.   | 43 |
| Figure 3 .16: Diagramme de Givoni sur la ville de Laghouat.<br>Source : Auteur   | 43 |
| Figure 3 .18: situation de site.<br>Source : Google earth.   | 44 |
| Figure 3 .19: la forme et l'accessibilités de site.<br>Source : Google earth.  | 44 |
| Figure 3 .20: topographie de site.<br>Source : Auteur.   | 45 |
| Figure 3 .21: les limites de site.<br>Source : Google earth.   | 45 |
| Figure 3 .22: les données climatiques de site.<br>Source : Auteur.   | 46 |
| Figure 3 .23: façade principale de projet 14 laboratoires et son orientation.<br>Source : Auteur.  | 46 |
| Figure 3 .24: façade principale de Faculté de sport et son orientation.<br>Source : Auteur.  | 47 |
| Figure 3 .25: façade principale de Bibliothèque son orientation. Source : Auteur.  | 47 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 3 .26: façade principale de Restauration et son orientation. Source : Auteur.  | 48 |
| Figure 3 .27: façade principale et latérale de 5000 places pédagogique et son orientation. Source : Auteur.                                   | 49 |
| Figure 4 .1: objectif du programme.<br>Source : Auteur.   | 52 |
| Figure 4 .2: schéma de structure des laboratoires.<br>Source : Auteur.  | 52 |
| Figure 4 .3: l'organigramme fonctionnel. Source Auteur.   | 61 |
| Figure 5 .1: les volumes de base de notre idée mère. Source : Auteur.   | 65 |
| Figure 5 .2: la proportion entre les deux volumes de base. Source : Auteur.   | 65 |
| Figure 5 .3: l'état des lieux de notre terrain. Source : Auteur.  | 66 |
| Figure 5 .4: Choix des accès et mode d'occupation du site. Source : Auteur.   | 67 |
| Figure 5 .5: créations des parcours dans notre site Source : Auteur.  | 67 |
| Figure 5 .6: principe d'affectation des entités.<br>Source : Auteur.  | 68 |
| Figure 5 .7: Développement de la forme Opération 01 (l'implantation). Source : Auteur.  | 69 |
| Figure 5 .8: Développement de la forme Opération 02 (proportion).<br>Source : Auteur.   | 69 |
| Figure 5 .9: Développement de la forme Opération 03 (coupée / décaler / incliné / rotation).<br>Source : Auteur.                              | 70 |
| Figure 5 .10: Développement de la forme Opération 04 (perçement / perforation / patio / proportion / rythme géométrique).<br>Source : Auteur. | 70 |
| Figure 5 .11: Plan de masse Opération 01 (marquée / cercle des chercheurs). Source : Auteur.  | 71 |
| Figure 5 .12: Développement de la forme Opération 05 (enchaînement / proportion / prisme / rythme géométrique).<br>Source : Auteur.           | 71 |
| Figure 5 .13: Plan de masse Opération 02 (marquée / espace vert / plan d'eau). Source : Auteur.   | 72 |
| Figure 5 .14: Développement de la forme Opération 06 (équilibrée / partie de cylindre / proportion).<br>Source : Auteur.                      | 72 |
| Figure 5 .15: Plan de masse Opération 03 (divisé / espace d'échange). Source : Auteur.  | 73 |
| Figure 5 .16: Plan de masse Opération 04 (parcours oblique). Source : Auteur.   | 73 |
| Figure 5 .17: Plan de masse Opération 05 (parcours linéaire). Source : Auteur.  | 74 |
| Figure 5 .18: Développement de la forme Opération 07 (enrichir / pilotée / support / proportion / forme courbée).<br>Source : Auteur          | 74 |
| Figure 5 .19: Développement de la forme Opération 08 (pilon /volume courbée / proportion).<br>Source : Auteur.                                | 75 |
| Figure 5 .20: Plan de masse Opération 06 (parcours oblique).<br>Source : Auteur.  | 75 |
| Figure 5 .21: résultat finale.  | 76 |
| Figure 5 .22: L'organigramme spatiale et fonctionnelle de riez de chaussée. Source : Auteur.  | 77 |
| Figure 5 .23: l'occupation de sol.<br>Source : Auteur.  | 78 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 5 .24: type des végétations.  | 78 |
| Source : Auteur.   |    |
| Figure 5 .25: aménagements extérieurs.   | 78 |
| Source : Auteur.   |    |
| Figure 5 .26: principe de conception élément d'accès d'entrée. Source : Auteur.    | 79 |
| Figure 5 .27: vue 3D des éléments entées.  |    |
| Source : Auteur.1  | 79 |
| Figure 5 28: vue 3D de l'espace d'échange. Source : Auteur.                        | 80 |
| Figure 5 .29: vue 3D de cercle d'chercheurs. Source : Auteur                       | 80 |
| Figure 5 .30: vue 3D de l'exposition extérieur.                                    |    |
| Source : Auteur.   | 81 |
| Figure 5 .31: principe de conception d'espace détente.                             |    |
| Source : Auteur.   | 81 |
| Figure 5 .32: vue 3D de l'espace détente. Source : Auteur.                         | 82 |
| Figure 5 .33: vue 3D de la station météorologique Source : Auteur.                 | 82 |
| Figure 5 .34: vue 3D de l'accès mécanique. Source : Auteur.                        | 82 |
| Figure 5 .35: type de traitement des parcours.                                     |    |
| Source : Auteur.   | 83 |
| Figure 5 .36: type de Eclairage extérieur.   |    |
| Source : Auteur.   | 83 |
| Figure 5 .37: plan de masse.   |    |
| Source : Auteur.   | 84 |
| Figure 5 .38: organisation intérieure.   |    |
| Source : Auteur.   | 85 |
| Figure 5 .39: hiérarchisation des espaces.   |    |
| Source : Auteur.   | 85 |
| Figure 5 .40: Le type d'utilisation.   |    |
| Source : Auteur.   | 86 |
| Figure 5 .41: les plans de différent niveau.                                       |    |
| Source : Auteur.   | 87 |
| Figure 5 .42: Zoning spatiale et fonctionnelle de rez de chaussée.                 |    |
| Source : Auteur.   | 88 |
| Figure 5 .43: Zoning spatiale et fonctionnelle de premier étage. Source : Auteur   | 89 |
| Figure 5 .44: Zoning spatiale et fonctionnelle de deuxième étage. Source : Auteur. | 89 |
| Figure 5 .45: organisation intérieure de défèrent niveau.                          |    |
| Source : Auteur.   | 91 |
| Figure 5 .46: les circuits.  |    |
| Source : Auteur.   | 91 |
| Figure 5 .47: la circulation verticale et horizontale.                             |    |
| Source : Auteur.   | 92 |
| Figure 5 .48: coupe A-A ECH / 1/500.   |    |
| Source : Auteur.   | 93 |
| Figure 5 .49: coupe B-B ECH / 1/500. Source : Auteur.                              | 93 |
| Figure 5 .50: coupe C-C ECH / 1/500. Source : Auteur.                              | 94 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 5 .51: vue rendu réaliste de l'entrée principale.   | 94  |
| Source Auteur.   |     |
| Figure 5 .52: façade Sud Est au trait.   | 95  |
| Source Auteur.   |     |
| Figure 5 .53: façade Nord Est au trait.  | 96  |
| Source Auteur.   |     |
| Figure 5 .54: façade Sud-Ouest au trait.   | 97  |
| Source Auteur.   |     |
| Figure 5..55: façade Nord-Ouest au trait.  | 98  |
| Source Auteur.   |     |
| Figure 5 .56: les techniques bioclimatiques utilisée.  | 99  |
| Source : Auteur.   |     |
| Figure 6 .1: Les pertes thermique dépendent de 6 paramètres physiques .....                                      | 103 |
| Figure 6 .2:la température ambiante de confort se situe entre 19°C et 20°C Source : conseils-thermiques.org..... | 103 |
| Figure 6 .3:Effet de température des parois sur la température de l'espace                                       |     |
| Source : <a href="https://conseils-thermiques.org">https://conseils-thermiques.org</a> .....                     | 104 |
| Figure 6 .4:précisant la plage de taux d'humidité ambiante optimale d'un point de vue hygiénique ..              | 105 |
| Figure 6 .5:Températures de confort pour différentes vitesse relative de l'air.....                              | 105 |
| Figure 6 .6:Le métabolisme Source : <a href="http://www.csbat.net">www.csbat.net</a> .....                       | 106 |
| Figure 6 .7:valeur exprimée des tenues vestimentaire Source :  |     |
| Cours confort thermique -univ-biskra.dz .....  | 106 |
| Figure 6 .8:photo de logiciel pléiades. Source : <a href="http://www.izuba.fr">http://www.izuba.fr</a> .....     | 108 |
| Figure 6 .9:photo pou logiciel l'Energy plus Source : <a href="http://www.energieplus">www.energieplus</a> ..... | 108 |
| Figure 6 .10:espace simulé. Source : Auteur.....   | 108 |
| Figure 6 .11:positionnement d'espace d'étude.  |     |
| Source : Auteur.....   | 109 |
| Figure 6 .12: Cas 1 d'été ( 21 juillet ) : Mur extérieur en pierre   |     |
| Source : Auteur.....   | 110 |
| Figure 6 .13:Cas 1 d'hiver ( 21 décembre ) : Mur extérieur en pierre   |     |
| Source : Auteur.....   | 111 |
| Figure 6 .14:Les charges de consommation du refroidissement Cas 1 Source : Auteur .....                          | 112 |
| Figure 6 .15:Les charges de consommation du chauffage Cas 1 Source : Auteur .....                                | 112 |
| Figure 6 .16:Cas 2 d'été (21 juillet) : Géode fermée.  |     |
| Source : Auteur.....   | 112 |
| Figure 6 .17:Cas 2 d'hiver : serre fermée. Source Auteur. ....   | 113 |
| Figure 6 .18:Cas 3 d'été : percement des ouvertures au niveau de la géode du côté Nord et Sud.                   |     |
| Source : Auteur.....   | 113 |
| Figure 6 .19:Cas 3 d'hiver : percement des ouvertures au niveau de la géode du cote Nord et Sud ....             | 114 |
| Figure 6 .20:Cas 3 d'été : percement des ouvertures au niveau de la géode du côté Nord et Sud.                   |     |
| Source : Auteur.....   | 114 |
| Figure 6 .21:Cas 4 d'hiver : Addition de la végétation au niveau de la géode du côté Sud.                        |     |
| Source Auteur.....   | 115 |
| Figure 6 .22:refroidissement et chauffage mensuelles. Source : Auteur.....                                       | 116 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 6 .23:Comparaison entre le cas 1 et le cas 5 d'été.   |     |
| Source : Auteur.....   | 116 |
| Figure 6 .24:Comparaison entre le cas 1 et cas 5 d'hiver.  |     |
| Source : Auteur.....   | 117 |
| Figure 6 .25:Comparaison des charges de refroidissement et chauffage entre le cas de la pierre et le cas final. Source Auteur..... | 118 |

## LISTES DES TABLEAUX

|  |     |
|--|-----|
| Tableau 1 .1:les laboratoires de recherche de génie civil et d'architecture au niveau de la ville du Laghouat. Source : université de Laghouat .....   | 2   |
| Tableau 2 .1: coefficient des matériaux et leur coefficient.   | 9   |
| Tableau 2 .2: Comparaissant entre BREEAM HQE LEED source : <a href="http://www.alto2.ca">http://www.alto2.ca</a> .   | 13  |
| Tableau 3 .1: la vitesse de vent en fonction des nombres de jours. Source : Auteur.  | 39  |
| Tableau 3 .2: degré du soleil annuel. Source : <a href="https://weatherspark.com">https://weatherspark.com</a> .   | 41  |
| Tableau 4 .1: tableau de programme quantitatif d'exemple de Centre pour des paysages durables CSL. Source Auteur.  | 53  |
| Tableau 4 .2 : tableau quantitatif d'exemple de Centre de recherche. Source : Auteur.  | 53  |
| Tableau 4 .3 : tableau quantitatif d'exemple de Bâtiment de génie civil UMD Swenson. Source : Auteur.  | 53  |
| Tableau 4 .4: tableau des espaces proposé.   | 54  |
| Tableau 4 .5: tableau qualitatif . Source : building type basics for research laboratories -Stephen A. Kliment, Series Founder and Editor-JOHN WILEY & SONS, INC. hadi dar nacher-New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto 2001. | 60  |
| Tableau 4 .6 : le programme quantitatif proposé. Source : Auteur.  | 63  |
| Tableau 6 .1 : valeur exprimée en Col des tenues vestimentaire Source : <a href="http://www.energieplus-lesite.be">www.energieplus-lesite.be</a>   | 106 |
| Tableau 6 .2 : : tableau des paramètres des cas d'étude. Source : Auteur.  | 109 |
| Tableau 6 .3 : tableau représenté la température des jours chaud et froide. Source : Auteur.   | 109 |
| Tableau 6 .4 : tableau représenté les matériaux utilisés. Source : Auteur.   | 110 |
| Tableau 6 .5 : Besoins mensuels mensuel de rafraichissement en (KWh). Source : Auteur.   | 111 |
| Tableau 6 .6 : Besoin mensuel de chauffage en (KWh).Source : Auteur.   | 111 |
| Tableau 6 .7 : Besoin mensuel de refroidissement en (KWh). Source : Auteur.  | 115 |
| Tableau 6 .8 : Besoin mensuel de chauffage en (KWh). Source : Auteur.  | 115 |

# **INTRODUCTION**

## **GENERALE**

### **Introduction générale :**

L' être humain est le responsable de la protection de l'environnement comme il est l'influent négatif de l'environnement à cause de sa position centrale c'est l'influent principal de la dégradation de l'environnement par son impact négatif sur la planète. Par la consommation des énergies et matière première, les GES, les déchets, pollution des sols, c'est derniers introduisent les problèmes environnementaux: la pollution d'air, réchauffement climatique, dégradation de la couche d'ozone, l'exploitation des ressources non renouvelable, extension de la surface bâtie, pollution des eaux, dégradation des sols agricole.

Maintenant il faut chercher comment résoudre ce problème, donc chercheurs optaient pour une démarche qui respecte l'environnement, afin d'attendre à un niveau de protection de la nature ils ont conçu des locaux de recherche pour créer des solutions et des techniques du développement des stratégies environnementales.

L' Algérie a adopté cette démarche en 2000 mais elle reste dans une situation de transition.

Ainsi, le lancement en 2010 des Programmes Nationaux de Recherche (PNR) dont une partie prend en compte les thématiques liées de façon directe ou indirecte au développement durable.

En voie que l'Algérie eu 1439 laboratoires de recherche avec 218 d'ingénierie et la plupart des laboratoires situé au nord du pays qui influant le manque de recherche dans les différentes zones des pays, et aussi la recherche dans le domaine de bâtiment, et la ville de Laghouat comme la plupart des villes d'Algérie. Leurs bâtiments dépendent sur les énergies non renouvelables. La ville de Laghouat est particulièrement caractérisée par un climat chaud et aride. Ce qui fait que les bâtiments consomment beaucoup d'énergie non renouvelable pour assurer le confort thermique, qui se traduit la consommation énergétique des bâtiments en Algérie qu'est estimée à 40 %, il serait judicieux de trouver des solutions adéquates afin de limiter l'impact de celui-ci sur la qualité environnementale.

Pour le soutien aux activités de recherche et développement et d'innovation qui fait partie des trajectoires il faut réaliser des équipements pour la recherche dans ce domaine ce qui va diminuer l'impact sur l'environnement par des techniques et stratégies développés et élaborés pour chaque zone du pays.

#### **1.1 Problématique Générale :**

La recherche scientifique et le développement technologique constituent des volets importants et essentiels pour la croissance économique et sociale du pays, et toujours en développement ce qui reflète l'augmentation rapide des chercheurs.

A cet effet, une allure particulière est venue accorder au secteur de recherche scientifique et technologique à la ville de Laghouat, à cause du manque des laboratoires des recherche scientifique dans cette ville, en raison de la position concentrée du laboratoire au nord du pays.

Pour le domaine du bâtiment un grand manque des laboratoires de recherches, surtout dans le domaine de construction par un seul laboratoire de recherche.

Le tableau suivant énumère les laboratoires de recherche de génie civil et d'architecture au niveau de la ville du Laghouat :

| Laboratoire  | Etablissement          | Domaine    | Agence thématique  |
|--------------|------------------------|------------|--|
| Génie civile | Université de Laghouat | Ingénierie | Agence thématique de recherche en science et technologie |

Tableau 1. 1: les laboratoires de recherche de génie civil et d'architecture au niveau de la ville du Laghouat.  
Source : université de Laghouat

Un laboratoire de recherche d'architecture et génie civil pourrait participer à la recherche et l'innovation des technique et stratégie respectueuse à l'environnement et au même temps il sera un projet durable, et servir comme un moteur de développement scientifique dans ce domaine et sera un pas vers l'avenir de la recherche dans ces filières pour la ville de Laghouat.

Pour cela nous avons des objectifs qui veut nous guider a une approche pour notre conception et pour voie de conséquent a cibler les aspects auxquelles nous avons les développer.

- **Comment assurer le bien-être des utilisateurs de laboratoire d'architecture et de génie civil sachant que la ville de Laghouat est caractérisée par un climat chaud et aride ?**
- **Par quel moyen passif peut-on rationaliser la consommation électrique, tout en assurant un confort visuel et thermique pour le laboratoire d'architecture et génie civil ?**

### Objectifs :

- ✓ Dans le but d'avoir un bâtiment durable, on doit adapter les aptitudes pour satisfaire les besoins de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur et de la création d'un environnement intérieur confortable et sain.
- ✓ Cette recherche a pour objectif de découvrir les stratégies de conception à adopter pour assurer un niveau du confort (thermique, visuel) acceptable en étudiant l'influence de double enveloppe sur les ambiances intérieures et la consommation d'énergie.
- ✓ Découvrir les principes de conception d'un laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil en général, selon les notions de la durabilité en particulier.

### 1.2 Les Hypothèses :

Afin de mieux répondre à notre problématique nous établit une hypothèse globale, et qui s'énonce comme suit :

- L'utilisation d'une géode pourrait contribuer à la création d'un semi environnement intérieur propice pour le travail.

Afin de mieux maitrise ce sujet, on a établi des hypothèses secondaires :

- La géode pourrait contribuer à la réduction de la consommation énergétique, tout en assurant le confort d'ambiance requis durant la période de la grande chaleur.
- En période hivernale l'effet de serre généré par la géode, pourrait assurer lui aussi le confort thermique à l'intérieur de l'espace.

### 1.3 Structure du mémoire :

Pour répondre aux objectifs nous allons suivre une démarche de cinq phases principales :

**La phase théorique :** c'est la première dans laquelle on va clarifier et définir les concepts et les théories qui ont une relation soit avec notre thème « la recherche scientifique » ou le développement durable, et nous allons prendre des exemples et des exemples des projets qui sont durables, et savoir comment les appliquer dont notre conception.

**La deuxième phase** dans laquelle ; une étude contextuelle et une analyse de site.

**La troisième phase :** une étude des différentes phases de programmation du projet.

**La quatrième phase ;** c'est la phase de conception du projet et les approches et les idées utilisées pour arriver à la conceptualisation du projet.

**La cinquième phase :** c'est la phase de simulation et modélisation pour savoir le niveau de confort et de la consommation énergétique ; nous allons utiliser un logiciel Energy plus pour faire une simulation thermique, Ecotect et radiance pour la simulation du confort visuelle et Pléiades pour estimer la consommation énergétique, et après les analyses et les résultats fournis on va les interpréter.

**1.4 Méthodologie :**

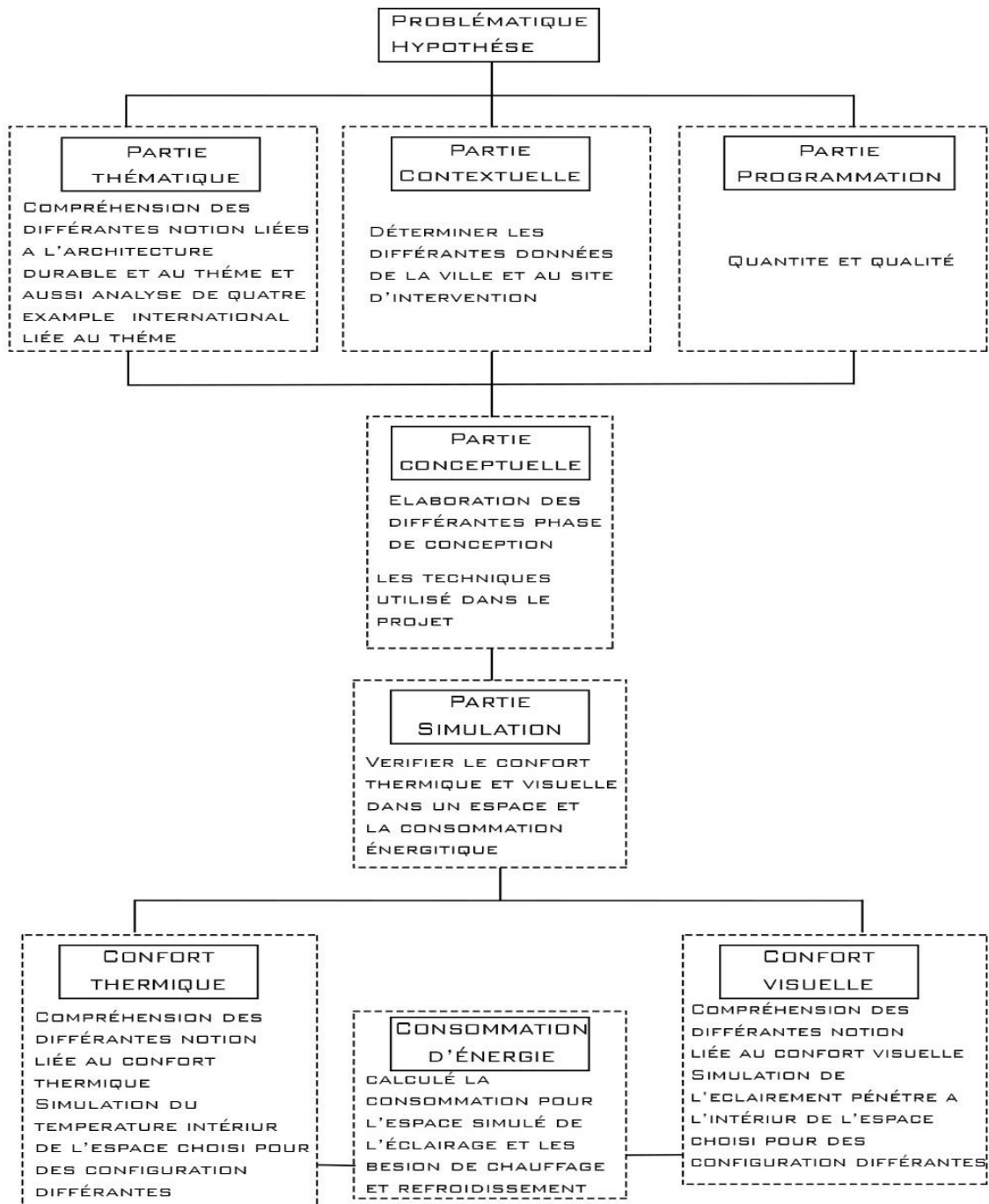


Figure 1. 1: Méthodologie

Source : Autres

***CHAPITRE 01***  
***ETUDE***  
***THEMATIQUE***

## Partie thématique :

### Introduction :

Cette partie liée à l'architecture durable, dans ce dernier on va présenter les différentes notions et principes liés à l'architecture bioclimatique et l'architecture durable. Et au thème : permettant de maîtriser les aspects fonctionnels et de confort de ce type de projet, ainsi que l'évolution de son rôle, c'est le but principal de la recherche thématique.

### 2.1 Les définitions et terminologie de partie environnementale :

#### 2.1.1 Développement durable :

Le développement durable est un « Développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs »,

Il se traduit concrètement par le concept « penser globalement, Agir localement ».<sup>1</sup>

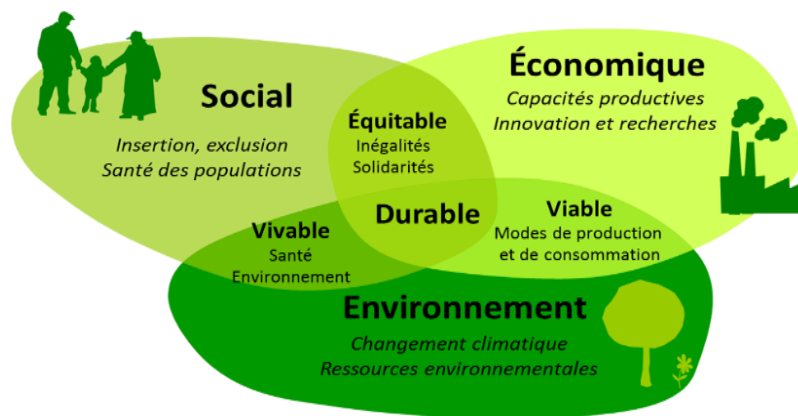


Figure 2. 1: Les piliers du développement durable Source : [http://www.bio\\_a\\_la\\_lune.com](http://www.bio_a_la_lune.com).

#### 2.1.2 Architecture durable :

C'est les principes du développement durable appliqué au domaine de la construction, il s'agit de :

- ✓ Construire pour durer avec les ressources disponibles et renouvelable, sans léser les générations futures.
- ✓ Prendre en compte la notion de coût global.
- ✓ Intégrer tout le cycle de vie d'un bâtiment, depuis l'impact de la fabrication des matériaux. Jusqu'à leur traitement en fin de vie.<sup>2</sup>

#### 2.1.3 L'architecture vernaculaire :

L'architecture vernaculaire a toujours cherché à s'intégrer au climat environnant et à un tirer parti, une réflexion profonde sur l'habitat local. L'architecture vernaculaire est façonnée autant par le climat que par les matériaux disponibles.<sup>3</sup>

#### 2.1.4 L'architecture écologique :

C'est une écoconstruction, combinaison des mots « écologie » et « construction », la notion d'écoconstruction est née dans les années soixante pour définir des bâtiments qui minimisent leurs besoins, ainsi que leur impact sur le site et sur l'environnement.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Rapport Brundtland.

<sup>2</sup> La maison écologique, Louise Ranck, Mai 2009, ÉDITIONS EYROLLES 61, bld Saint-Germain 75240 Paris Cedex 05, Page 5-6.

<sup>3</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, décembre 2005, page 59a.

### 2.1.5 L'architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique est l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant.<sup>5</sup>

### 2.1.6 La démarche bioclimatique :

Elle consiste à prendre en compte l'interaction du bâtiment avec son environnement et avec ses futurs occupants afin de minimiser les pertes d'énergie et de maximiser les apports gratuits, elle utilise une approche globale de la conception et optimise.<sup>6</sup>

### 2.1.7 Stratégie hivernale :

Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant.

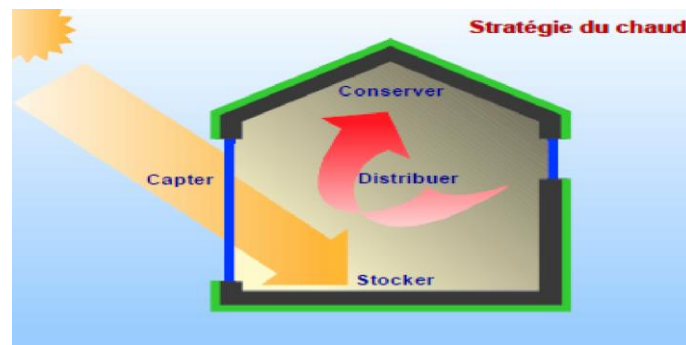


Figure 2. 2 : Les principes du confort d'hiver.  
Source : <http://www.lauragais-habitat.com>

#### Capter :

Capter la chaleur consiste à recueillir l'énergie solaire et à la transformer en chaleur. Le rayonnement. Le rayonnement solaire n'est pratiquement utilisable qu'au droit des surfaces vitrées, où il est partiellement transmis à l'ambiance intérieure et fournit un gain direct de chaleur.<sup>7</sup>

#### Stocker :

Le rayonnement solaire produit souvent de la chaleur au moment où elle n'est pas nécessaire. Il est alors intéressant de pouvoir stocker cette énergie jusqu'au moment où ce besoin se fait sentir. Ce stockage a lieu au sein de chaque matériau suivant sa capacité d'accumulation.<sup>8</sup>

#### Conserver :

En climat froid ou frais, on s'efforcera de conserver toute chaleur, qu'elle découle de l'ensoleillement, d'apports internes ou du système de chauffage. C'est essentiellement la forme et l'étanchéité de l'enveloppe ainsi que les vertus isolantes de ses parois qui limiteront les déperditions thermiques du bâtiment.<sup>9</sup>

#### Distribuer :

Distribuer la chaleur dans le bâtiment tout en la régulant consiste à la conduire dans les différents lieux de vie où elle est souhaitable. Cette distribution peut s'effectuer naturellement

<sup>4</sup> La maison écologique, Louise Ranck, Mai 2009, Page 6-7.

<sup>5</sup> Futura Maison <https://www.futura-sciences.com>.

<sup>6</sup> <https://www.bioclimatik.pro>.

<sup>7</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 31a.

<sup>8</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 31a.

<sup>9</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 31a.

lorsque la chaleur accumulée dans un matériau durant la période d'ensoleillement est restituée à l'air ambiant par rayonnement et convection.<sup>10</sup>

### 2.1.8 Stratégie estivale :

Au confort d'été répond la stratégie du froid : se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement.<sup>11</sup>

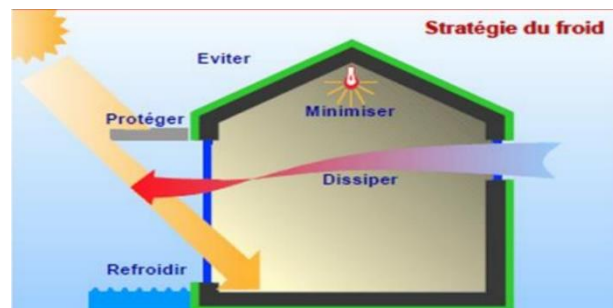


Figure 2. 3: Les principes du confort d'été.  
Source : <http://www.lauragais-habitat.com>

#### Contrôler (Protéger) :

Protéger le bâtiment, et particulièrement ses ouvertures, de l'ensoleillement direct afin de limiter les gains directs revient à ériger des écrans, afin d'éviter l'échauffement du bâtiment au droit des parois opaques, un niveau d'isolation suffisant doit empêcher la chaleur de s'accumuler dans la masse.<sup>12</sup>

#### Éviter :

En climat chaud, il faut particulièrement veiller à éviter les apports de chaleur provenant des parois et des toitures échauffées par le soleil.

Offrent une meilleure protection des parois au soleil. Comme le démontre le tableau des couleurs des matériaux et leur absorption.<sup>13</sup>

#### Dissiper (Ventiler) :

Dissiper les surchauffes, la dissipation des surchauffes peut être réalisée grâce à la ventilation naturelle, en exploitant les gradients de température par le biais d'exutoires produisant un "effet de cheminée". La pression du vent et la canalisation des flux d'air peuvent également être mises à profit pour évacuer l'air surchauffé du bâtiment.<sup>14</sup>

La ventilation naturelle est toujours due à une différence de pression. Cette variation est due au vent ou à un écart de température. La ventilation traversante s'effectue de la façade en surpression vers la façade en dépression.<sup>15</sup>

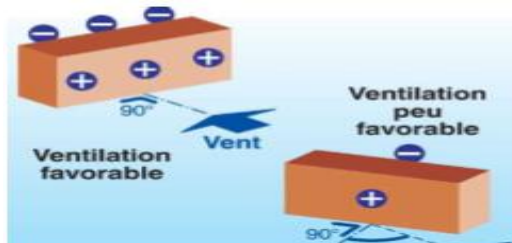


Figure 2. 5: Impact de l'incidence du vent sur l'efficacité de la ventilation traversante.  
Source : traité d'architecture et d'urbanisme

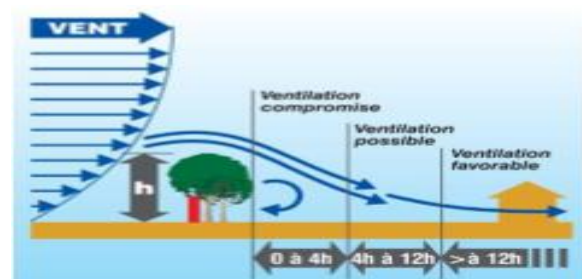


Figure 2. 4: Potentiel de ventilation d'un bâtiment en fonction de l'éloignement d'un obstacle aérodynamique  
Source : traité d'architecture et d'urbanisme

<sup>10</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 31a.

<sup>11</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 32a.

<sup>12</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 32a.

<sup>13</sup> Cours Stratégie du chaud / Stratégie du froid (les grand principe), A. Misse, Novembre 2011, ENSAG.

<sup>14</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 32a

<sup>15</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 148a.

Un refroidissement de la masse interne des bâtiments par la ventilation nocturne. Elle est efficace si les écarts journaliers de température sont importants.<sup>16</sup>

**Rafrichir (Refroidir) :**

Le refroidissement des locaux peut facilement être assuré par des moyens naturels. Une première solution consiste à favoriser la ventilation (surtout nocturne, afin de déstocker la chaleur emmagasinée la journée) ou à augmenter la vitesse de l'air (effet Venturi, tour à vent, etc.).<sup>17</sup>

**Minimiser :**

Minimiser les apports internes : Minimiser les apports internes vise à éviter une surchauffe des locaux due aux occupants et aux équipements : l'éclairage artificiel, l'équipement électrique, la densité d'occupation des locaux.<sup>18</sup>

**2.1.9 Les bases de l'architecture bioclimatique :**

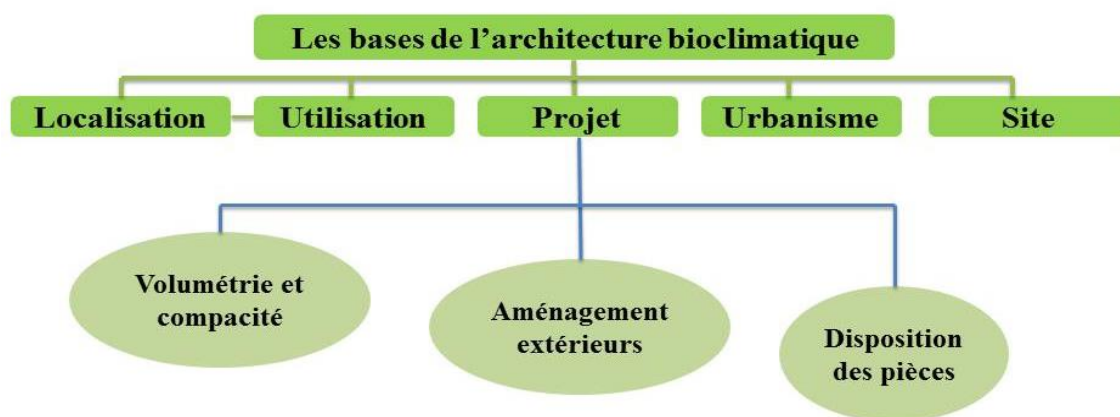


Figure 2. 6: Les bases de l'architecture bioclimatique.  
Source ; atba –Stéphane Fuchs architecte et collaborateurs - novembre 2007

**2.1.10 La protection solaire**

Pour exploiter la chaleur du soleil en hiver tout en évitant les surchauffes en été, des masques et des protections solaires sont indispensables. Ces derniers augmentent le pouvoir isolant des fenêtres et contrôlent l'éblouissement. Ils peuvent être fixes, ou amovibles. La végétation à feuilles caduques fournit des zones d'ombrage et forme un écran face au vent. Les protections solaires fixes ont des coûts non négligeables. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire de calculer leurs dimensions en fonction de leur utilisation.

La configuration de l'auvent dépend de l'orientation, de la latitude et de la durée pendant laquelle le soleil doit être caché<sup>19</sup>

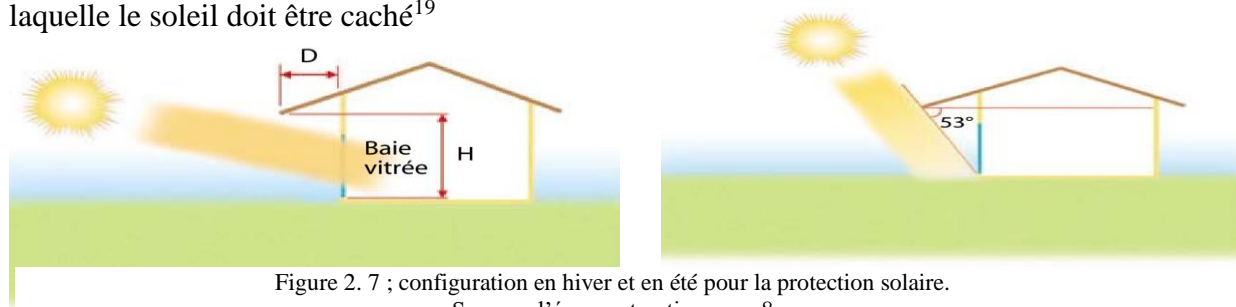


Figure 2. 7 ; configuration en hiver et en été pour la protection solaire.  
Source : l'écoconstruction page 8

<sup>16</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 32a.

<sup>17</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 32a.

<sup>18</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 32a.

<sup>19</sup> l'écoconstruction page 8.

### 2.1.11 Couleurs des matériaux :

Certaines couleurs des matériaux présentent une meilleure absorption de la chaleur. Pour la conserver, les parois qui sont directement exposées au soleil doivent être de couleur foncée. Les moquettes ou les tapis sont à éviter sur les surfaces d'absorption car elles ne permettent pas un stockage de la chaleur. Le tableau suivant donne des valeurs de coefficient d'absorption pour différents matériaux, revêtements et couleurs.<sup>20</sup>

| Couleur                       | Coefficient |
|-------------------------------|-------------|
| <b>Matériaux</b>              |             |
| Béton brute                   | 0.6         |
| Plâtre                        | 0.07        |
| Brique rouge                  | 0.55        |
| Ardoise                       | 0.89        |
| <b>Peinture à l'huile</b>     |             |
| Noire                         | 0.90        |
| Blanc cassé                   | 0.33        |
| Rouge                         | 0.74        |
| Jaune paille                  | 0.45        |
| <b>Peinture cellulosiques</b> |             |
| Blue foncé                    | 0.91        |
| Marron                        | 0.79        |
| Vert                          | 0.79        |
| Orange                        | 0.41        |
| Rouge foncé                   | 0.57        |
| Blanche                       | 0.12        |

Tableau 2. 1: coefficient des matériaux et leur coefficient.

### 2.1.12 La véranda :

Sa réalisation doit être prise en compte dès la conception de la maison. Elle doit être orientée au sud pour être efficace afin de ne pas engendrer de surchauffe en été. Elle forme un espace tampon qui a pour fonctions de capter la chaleur, de la piéger et de la distribuer en hiver. Elle participe activement au confort d'hiver et réduit les consommations d'énergie liées au chauffage.

**En hiver**, le rayonnement solaire est capté par la surface vitrée, l'air de la véranda est alors réchauffé et sa température devient supérieure à celle de la maison. Par ouverture des fenêtres ou des portes reliant l'intérieur et la véranda, un courant d'air est créé et réchauffe au fur et à mesure l'air de la maison par convection. Les murs entre la maison et la véranda jouent également un rôle d'accumulateurs de chaleur et la restituent en différé. Ces murs doivent être pleins et épais afin d'avoir une capacité thermique suffisante.

**En été**, des protections solaires limitent l'exposition et évitent les surchauffes. Les ouvertures entre la véranda et l'extérieur permettent également un tirage qui la rafraîchit pendant la nuit. Il est préconisé que 25 % de la surface vitrée puisse s'ouvrir pour un rafraîchissement efficace la nuit.<sup>21</sup>

<sup>20</sup> l'écoconstruction page 5.

<sup>21</sup> l'écoconstruction page 5.

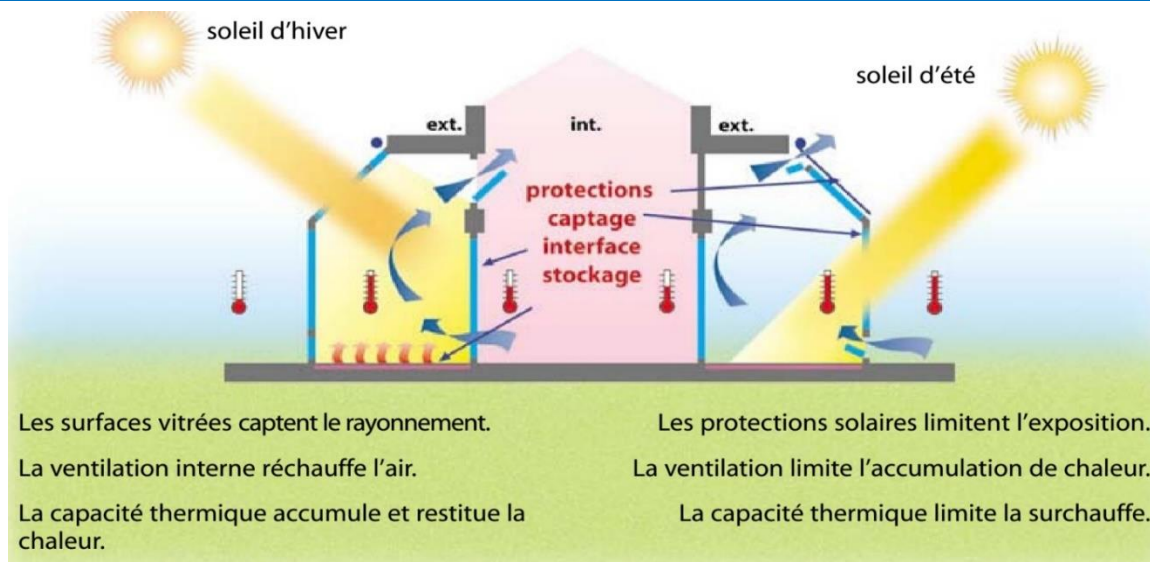


Figure 2. 8:: fonctionnement des serres .

Source :Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. Page 70.

### 2.1.13 L'enveloppe thermique d'une construction :

L'enveloppe exprime l'apparence d'un ouvrage et communique avec son environnement. Elle filtre et organise les sons, la lumière et les couleurs, l'ensoleillement et l'ombre, les vues et le chaud et le froid.<sup>22</sup>

Pour l'architecte, l'enveloppe est une surface de contact entre le bâtiment et la ville. (Guignard, S. 2010). Alors que pour l'occupant, les parois de l'enveloppe qui l'entourent sont des éléments du confort thermique et visuel et constituent un facteur d'esthétique de son bâtiment.<sup>23</sup>

### 2.1.14 Effet de serre :

C'est un piège à chaleur causé par le transfert des rayonnements solaire à travers un élément transparent vers un espace clos qui augmente la température de ce dernier.<sup>24</sup>

### 2.1.15 La ventilation :

#### Ventilation naturelle :

Ventilation par différence de température et densité L'air frais entre de la partie basse et air vicié sort de la partie haute Différence de pression entre les faces entraine une circulation de l'air à travers le local Ventilation par action du vent Les différent images présenter démontre quelque stratégie de ventilation naturel.<sup>25</sup>

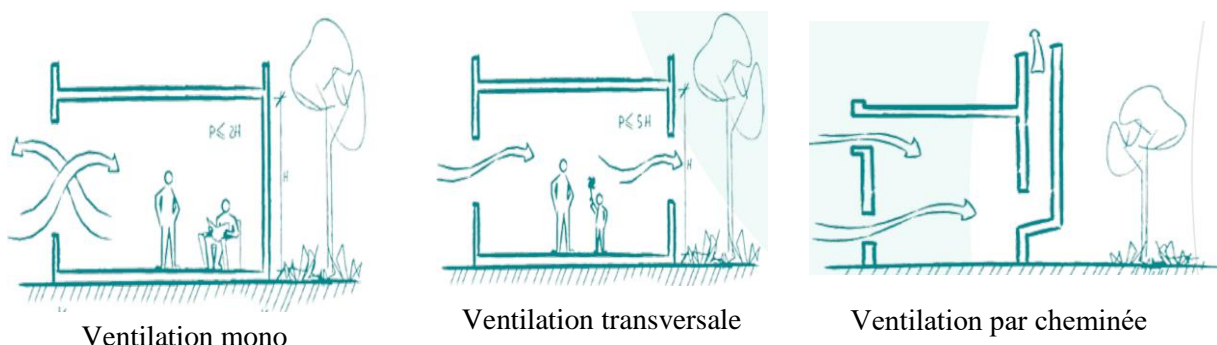


Figure 2. 9: type des ventilations naturel.  
Source : <http://www.souchier-boullet.com>.

<sup>22</sup> Bernstein, D. et al 1997.

<sup>23</sup> Guignard, S. 2010.

<sup>24</sup> Auteur

<sup>25</sup> Ventilation-naturelle-<https://www.habiter-autrement.org>.

**Ventilation Mécanique :**

Est un ensemble de dispositifs destinés à assurer le renouvellement de l'air à l'intérieur des pièces d'une maison.<sup>26</sup>

On a démontré quelque system de ventilation mécanique qui sont :

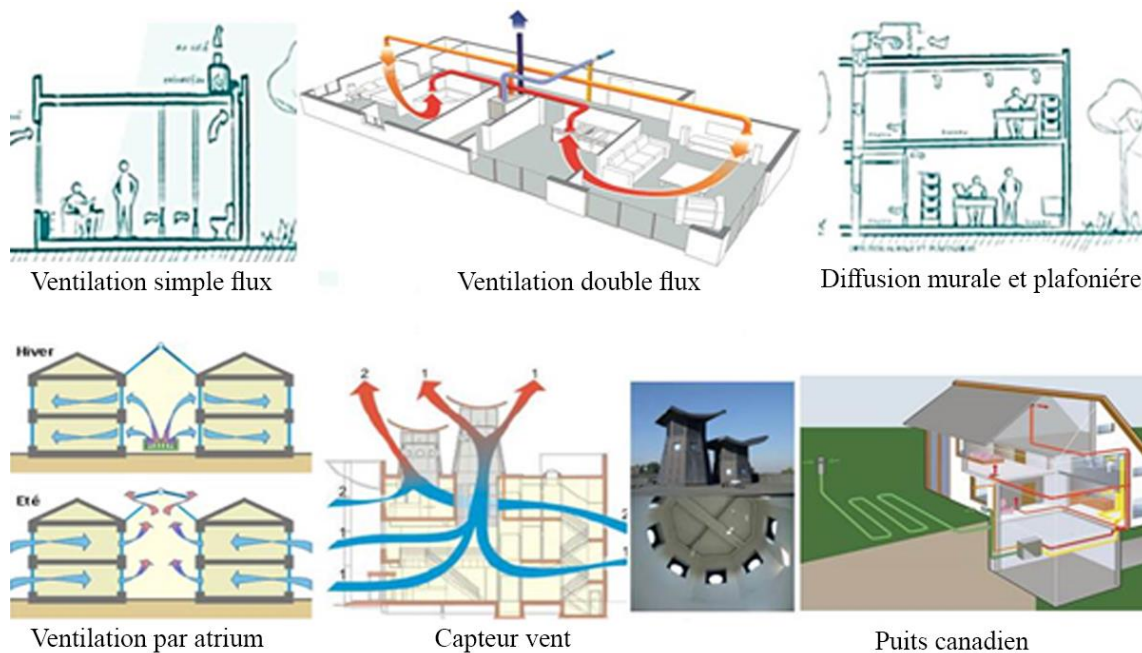


Figure 2. 10: type des ventilations mécanique.  
Source : <https://www.futura-sciences.com>.

**2.1.16 Bâtiment zéro-énergie :**

Bâtiment zéro-énergie doit répondre aux critères du standard passif, la demande résiduelle d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des locaux doit être totalement compensée par l'énergie renouvelable produite sur place soit par un système de chauffage de l'eau par l'énergie solaire, des panneaux photovoltaïques pour transformer l'énergie solaire en énergie électrique.<sup>27</sup>

**2.1.17 Bâtiment basse consommation :**

Le concept de BBC met l'accent sur les économies d'énergie et l'aspect thermique. Selon certains, le plus important est de commencer pour améliorer l'enveloppe du bâtiment pour limiter les déperditions thermiques. Cette démarche est depuis peu référencée sous la forme d'un label dénommé « BBC-Effinergie », qui atteste d'une consommation de 50 kWh/ m2/an.<sup>28</sup>

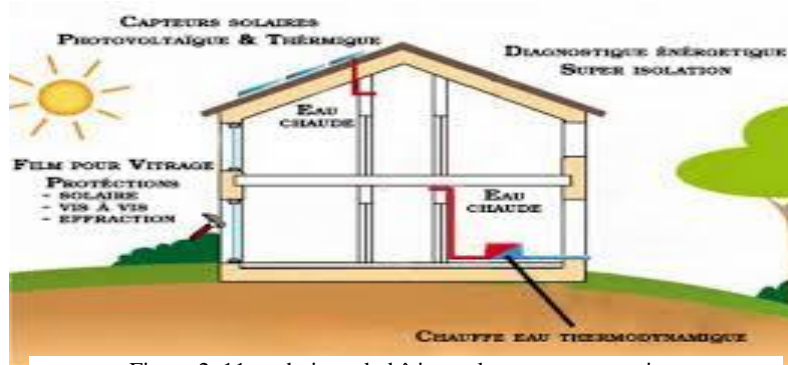


Figure 2. 11: technique du bâtiment basse consommation.  
Source : <http://www.construiremamaison.net>.

<sup>26</sup> Futura-science <https://www.futura-sciences.com>.

<sup>27</sup> energie.wallonie.be.

<sup>28</sup> La maison écologique, Louise Ranck, Mai 2009, Page 6.

### 2.1.18 Bâtiment à énergie positive :

Bâtiment à énergie positive Appelé parfois BEPOS, c'est un bâtiment qui sur une période donnée – en général 1 an - produit plus d'énergie (électricité, chaleur) qu'il n'en consomme pour son fonctionnement. C'est généralement un bâtiment passif très performant équipé en moyens de production d'énergie supérieurs par rapport à ses besoins en énergie.<sup>29</sup>

### 2.1.19 La maison passive :

La maison passive est une nouvelle approche des bâtiments, elle ne s'appuie plus essentiellement sur les aspects économiques à court terme, mais sur des valeurs écologiques à plus long terme. Il est fondamental d'intégrer la notion du long terme écologique en analysant le coût du bâtiment non plus seulement en termes de coût initial (coût d'investissement).<sup>30</sup>

Les quatre piliers de Bâtiment passive :

- ✓ La maîtrise de l'énergie.
- ✓ La ventilation.
- ✓ Les ouvertures.
- ✓ L'étanchéité.<sup>31</sup>

### 2.1.20 Les labels :

L'obtention d'une certification et/ou d'un label est une démarche volontaire engagée par un maître d'ouvrage ou un promoteur qui souhaite faire contrôler et reconnaître la qualité de ses constructions. Ces différents labels et certifications sont des indicateurs, en termes de confort, d'économie de charges et de respect de l'environnement. Il existe une variété de labels et de certifications tels que HQE, LEAD, BREEAM, ...<sup>32</sup>



Figure 2. 12: Carte des célèbre labels  
source : <http://www.qatargreenleaders.com>.

<sup>29</sup> Construction écologique quelques définitions, CAUE de la Martinique Page 1.

<sup>30</sup> Principes-architecture-et-construction-bioclimatique. <https://www.picbleu.fr>.

<sup>31</sup> Architecture bioclimatique. <https://maison-passive.ooreka.fr>

<sup>32</sup> mémoire de Ben namia et Ben lahrach d'un Conception d'un Centre de loisir scientifique durable à Djelfa 2017.

**Comparaissant entre BREEAM HQE LEED :**

Les certifications LEED et HQE ont 6 préalables similaires et concernent les thématiques suivantes :

- ✓ Gestion des déchets de chantier
- ✓ Performance énergétique minimale
- ✓ Equipements hydro-économiques
- ✓ Mise en place d'un local déchet
- ✓ Mise en place de compteurs d'énergie
- ✓ Débits de renouvellement d'air minimum

Les certifications BREEAM et LEED ont des préalables complémentaires à ceux de HQE :

- ✓ Le commissionnement des systèmes (LEED)
- ✓ Des restrictions fortes sur le tabagisme passif dans les espaces extérieurs (LEED)
- ✓ La mise en place d'à minima un compteur d'eau (BREEAM et LEED)
- ✓ Le chantier à faibles nuisances (LEED)
- ✓ L'imposition de ballasts électroniques pour les luminaires (BREEAM)

Par ailleurs, la certification HQE se démarque par l'imposition d'exigences sur le confort et la santé, là où les certifications BREEAM et LEED ont moins d'impositions, par exemple :

- ✓ Exigences sur le confort thermique.
- ✓ Exigences sur le confort acoustique (hors écoles pour LEED).
- ✓ Exigences sur la qualité sanitaire des espaces et de l'eau (cibles 12 et 14).
- ✓ Exigences sur l'accès à la lumière du jour et accès aux vues <sup>33</sup>

| <b>BREEAM</b>   |                      | <b>HQE</b>                        | <b>LEED</b>   |
|---|----------------------|-----------------------------------|---|
| <b>Management Environnemental de Projet</b>                               |                      |                                   |   |
| Management <sup>14</sup>  |                      | Système de management complet     | Integrative process <sup>15</sup>                               |
| <b>Performance Environnementale du Bâtiment</b>                           |                      |                                   |   |
| Energy (Ene)<br>+<br>Pollution (Pol)                                      | <b>ENERGIE</b>       | <b>Energie</b>                    | Energy and Atmosphere (EA)                                      |
| Land Use and Ecology (LE)<br>+<br>Pollution (Pol)<br>+<br>Transport (Tra) | <b>ENVIRONNEMENT</b> | <b>Site</b>                       | Location and Transportation (LT)<br>+<br>Sustainable Sites (SS) |
| Materials (Mat)   |                      | <b>Composants</b>                 | Material and Resources (MR)                                     |
| Management (Man)<br>+ Waste (Wst)   |                      | <b>Chantier</b>                   | Sustainable Sites (SS)<br>+<br>Material and Resources (MR)      |
| Water (We)  |                      | <b>Eau</b>                        | Water Efficiency (WE)   |
| Waste (Wst)   |                      | <b>Déchets</b>                    | Material and Resources (MR)                                     |
| <b>Inexistant</b>   |                      | <b>Entretien - Maintenance</b>    | <b>Inexistant</b>   |
| Heath and Wellbeing (Hea)   | <b>CONFORT</b>       | <b>Confort Hygrothermique</b>     | Indoor Environmental Quality (EQ)                               |
|   |                      | <b>Confort Acoustique</b>         |   |
|   |                      | <b>Confort Visuel</b>             |   |
|   |                      | <b>Confort Olfactif</b>           |   |
| Heath and Wellbeing (limité)  | <b>SANTE</b>         | <b>Qualité des espaces</b>        | <b>Inexistant</b>   |
| Heath and Wellbeing (Hea)   |                      | <b>Qualité de l'air</b>           | Indoor Environmental Quality (EQ)                               |
| Heath and Wellbeing (Hea)   |                      | <b>Qualité sanitaire de l'eau</b> | <b>Inexistant</b>   |

Tableau 2. 12: Comparaissant entre BREEAM HQE LEED  
source : <http://www.alto2.ca>.

<sup>33</sup> Aueur.

2.1.21 Climat :

Ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l’atmosphère et son évolution en un lieu donné.<sup>34</sup>

Climat des zones arides :

La zone aride est caractérisée par son climat toujours peu pluvieux, et parfois très sec, et très irrégulier, et par sa végétation herbacée ou frutescente, rarement arborée. Elle est subdivisée en zone hyper aride, et zone semi-aride, selon les conditions climatiques et les types de plantes. L’Algérie est classée comme étant une zone semi- aride à aride du fait de l’importance de l’évapotranspiration par rapport aux précipitations. La zone aride couvre près de 95% du territoire national, dont 89,5% dont le domaine hyper aride (saharien).<sup>35</sup>

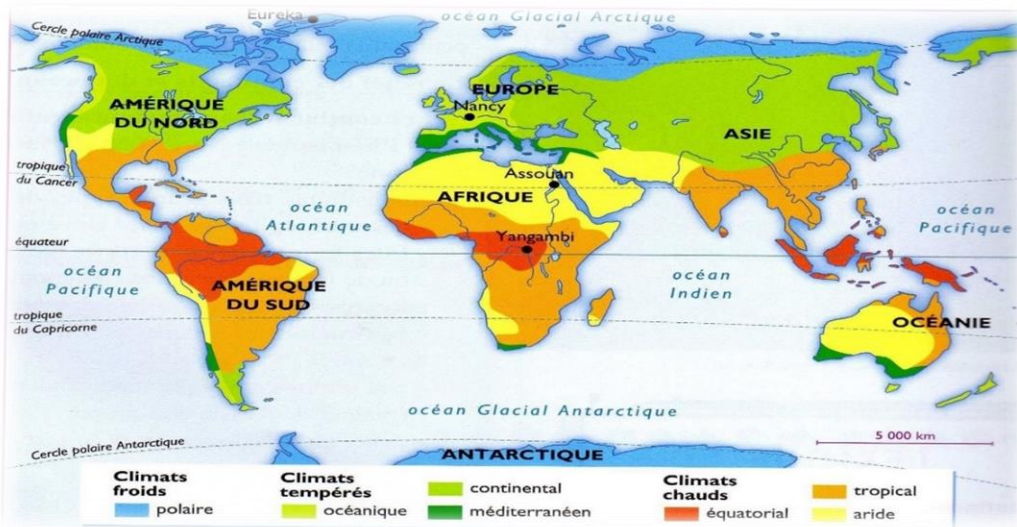


Figure 2. 13: les facteurs climatiques.  
Source : <https://science7.blogspot.com>.

2.1.22 La végétation :

La végétation grimpante contribue également à réduire les pertes par convection au droit de l’enveloppe du bâtiment et améliore son comportement énergétique. La vapeur d’eau émise par évapotranspiration des feuillages permet de rafraîchir l’air ambiant.<sup>36</sup>

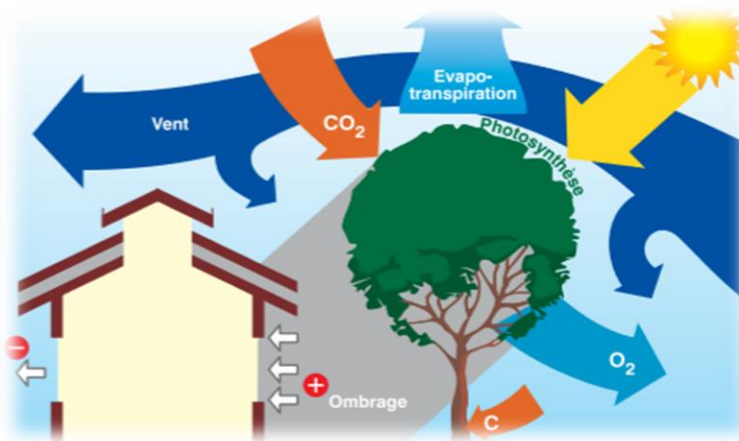


Figure 2. 14: Les différents effets de la végétation  
Source : traité d’architecture et d’urbanisme.

<sup>34</sup> Dfinition\_du\_climat.<http://www.cndp.fr>.

<sup>35</sup> Relation entre le couvert vegetal et les conditions edaphiques en zone a deficit hydrique.<https://www.memoireonline.com>

<sup>36</sup> Traité d’architecture et d’urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 77a.

**2.1.23 Végétation des zones arides :**

Dans les zones arides, le couvert végétal est rare. On peut néanmoins distinguer trois formes de plantes :

- ✓ Annuelles éphémères.
- ✓ Pérennes succulentes.
- ✓ Pérennes non succulentes.

**2.2 La recherche scientifique :**

**2.2.1 Définition de la recherche scientifique :**

La définition stricte de la recherche scientifique est: effectuer une étude méthodique afin de prouver une hypothèse ou de répondre à un question précise. Trouver une réponse définitive est le but central de toute démarche expérimentale.<sup>37</sup>

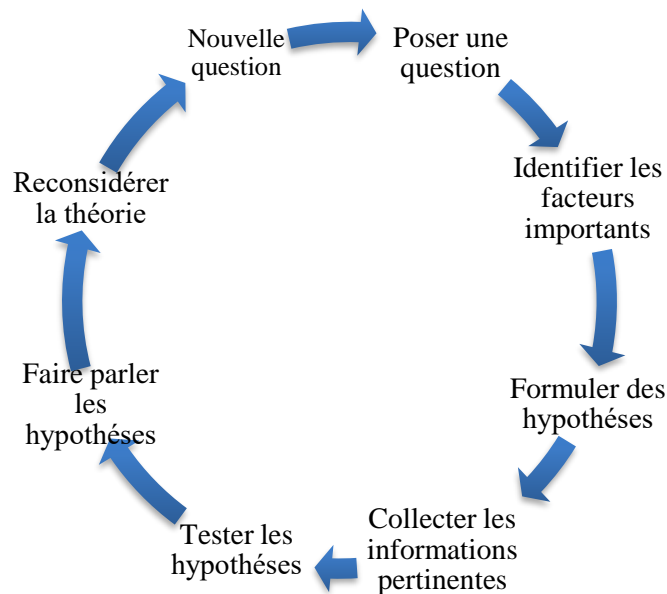


Figure 2. 15: Recherche par où commencer ?  
Source : <http://www2.ift.ulaval.ca>

**2.2.2 Les types de recherche :**

Il serait utile de classifier les études faites au niveau de la recherche et de les mettre dans une catégorie spécifique, car chaque catégorie ou type de recherche utilise un ensemble spécifique de procédures.<sup>38</sup>

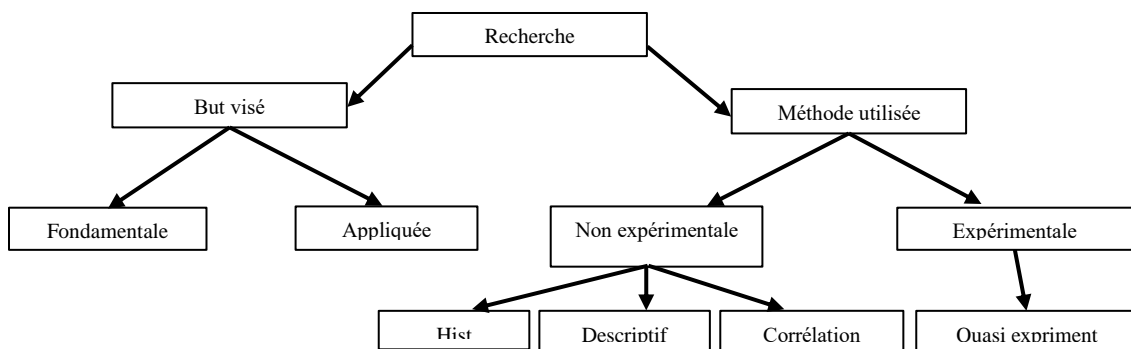


Figure 2. 16: les types de la recherche scientifique.  
Source : Auteur

<sup>37</sup> <https://explorable.com/fr>.

<sup>38</sup> <http://www2.ift.ulaval.ca>.

**2.2.3 Définition du laboratoire :**

Local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations et des expériences effectuées dans le cadre de recherches scientifiques, d'analyses médicales ou de matériaux, de tests techniques ou de l'enseignement scientifique et technique.<sup>39</sup>

**2.2.4 Classification des établissements de la recherche :****Laboratoire de recherche :**

Est la structure de base pour conduire et réaliser des activités de recherche scientifique et de développement technologique, dans le cadre des orientations générales définies par le conseil supérieur de la recherche scientifique.<sup>40</sup>

**Unité de recherche :**

Est une structure constituée par un groupe de chercheurs collaborant à la conduite de travaux de recherche sur une thématique particulière. Une unité de recherche doit comprendre au minimum 6 personnes. Il contient plus de 3 laboratoires.<sup>41</sup>

**Centre de la recherche :**

Est un organisme public de recherche fondamentale (Etablissement public à caractère scientifique et technologique, placé sous la tutelle du Ministre chargé de la Recherche). Englobe plusieurs unités de recherche.<sup>42</sup>

**Agence de recherche :**

C'est un établissement qui finance les projets de la recherche scientifique.<sup>43</sup>

**2.2.5 Définition du laboratoire d'architecture :**

Le laboratoire architectural est un dispositif de recherche placé à l'intersection d'intérêts disciplinaires et professionnels et son apparence répercute la transformation tant de théorie que de pratique, simultanément un espace physique défini par ses murs d'enceinte et un ensemble de pratiques allant au-delà de ces murs.

Le laboratoire d'architecture s'organise autour de trois composants principaux :

- ✓ Le recours à des instruments opérationnels en réponse à un questionnement architectural.
- ✓ Le recours pour méthodes appropriées à connaissance architecturale.
- ✓ La matérialisation de structures sociales de collaboration reflétant les complexités du projet architectural.

Cette structure tripolaire permet les diverses pratiques de recherche expérimentale qui aboutissent à la production hybride d'objets architecturaux uniques et de connaissances scientifiques transmissibles.<sup>44</sup>

**2.2.6 Définition du laboratoire de génie civil :**

Local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations, des essais, des analyses, des tests des matériaux, structures, sol, ..... etc.<sup>45</sup>

**Synthèse :** D'Après la recherche thématique Nous pouvons dire que la Conception durable commence par la vision stratégique du projet du point de vue social et économique et aussi environnementale.

---

<sup>39</sup> <http://www.cpp-sudmed2.fr>.

<sup>40</sup> <http://www.dgrsdt.dz>.

<sup>41</sup> <http://www.dgrsdt.dz>.

<sup>42</sup> <http://www.dgrsdt.dz>.

<sup>43</sup> <http://www.dgrsdt.dz>.

<sup>44</sup> Bechara Helal and Enrique Ramirez- Recent Mutations of the Architectural Laboratory

<sup>45</sup> <https://fr.scribd.com>.

***CHAPITRE 02***  
***ETUDE***  
***ANALYTIQUE***

**Introduction :**

Dans ce chapitre nous allons analyser deux exemples d'un laboratoire d'architecture et de génie civil afin de comprendre leur fonctionnement, ressortir les entités mères et plus précisément les aspects liés à la durabilité qu'ils nous aideront dans l'élaboration du programme et dans la phase conceptuelle, et on les enrichi par deux exemples complémentaires, afin de les considérer comme un guide à la conception.

**2.3 Analyse des exemples :**

**2.3.1 Exemple 01 : Bâtiment de génie civil UMD**

**Swenson**

**2.3.1.1 Fiche technique :**

- ✓ **Architectes :** Architectes Ross-Barney.
- ✓ **Emplacement :** Duluth, MN, États-Unis.
- ✓ **Architecte :** Architectes Ross-Barney.
- ✓ **Chef de projet :** Carol Ross Barney, FAIA.
- ✓ **Architecte de record :** SJA Architectes.
- ✓ **Surface :** 35300.0 m<sup>2</sup>.<sup>46</sup>



Figure 2. 17: bâtiment de génie civile UMD Swenson.  
Source : <https://www.archdaily.com/>.

**2.3.1.2 Plan de situation :**

Ce projet est situé dans l'université du Minnesota Duluth de la ville de Duluth à États-Unis.



Figure 2. 18: plan de situation de l'Université du Minnesota Duluth à états- unis.  
Source : Google earth.

**2.3.1.3 Climat :**

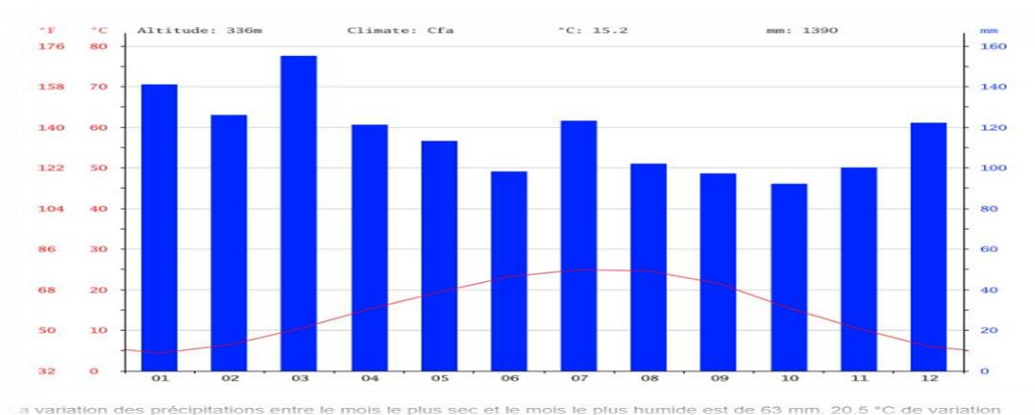


Figure 2. 19: température de la ville de Duluth à États-Unis.  
Source : <https://fr.climate-data.org>.

<sup>46</sup> <https://www.archdaily.com>.

Un climat tempéré chaud est présent à Duluth. Duluth est une ville avec des précipitations importantes. Même pendant le mois le plus sec il ya beaucoup de pluie. Duluth affiche 15.2 °C de température en moyenne sur toute l'année. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 1390 mm.<sup>47</sup>

**2.3.1.4 L'accessibilité et les axes mécanique :**

Le projet accessible par deux axes principaux qui entouré université et secondaire comme il montre la figure 2.20

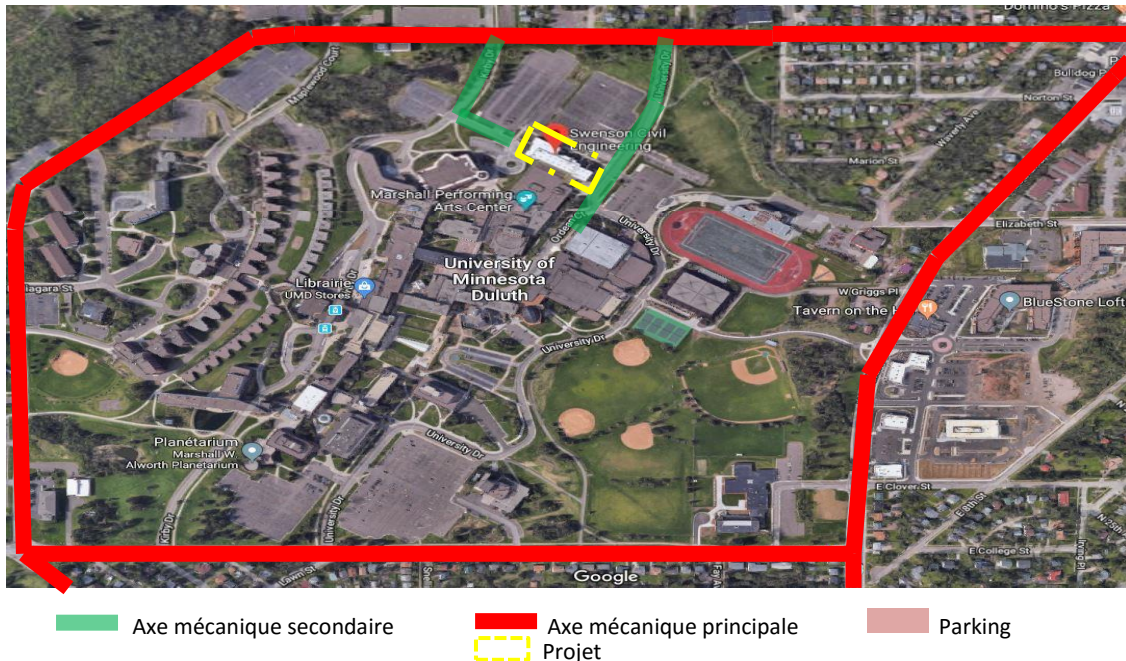


Figure 2. 20: l'accessibilité de l'Université du Minnesota Duluth a états- unis.  
Source : Google earth.

**2.3.1.5 Limite et voisinage proche :**

Le projet limité par un Centre d'art, Stade et Bibliothèque universitaire.



Figure 2. 21: limite et voisinage proche de bâtiment de génie civile UMD Swenson.  
Source : Google earth.

<sup>47</sup> <https://fr.climate-data.org>.

2.3.1.6 Orientation de projet :

Le projet orienté vers Nord-Est Sud-Est

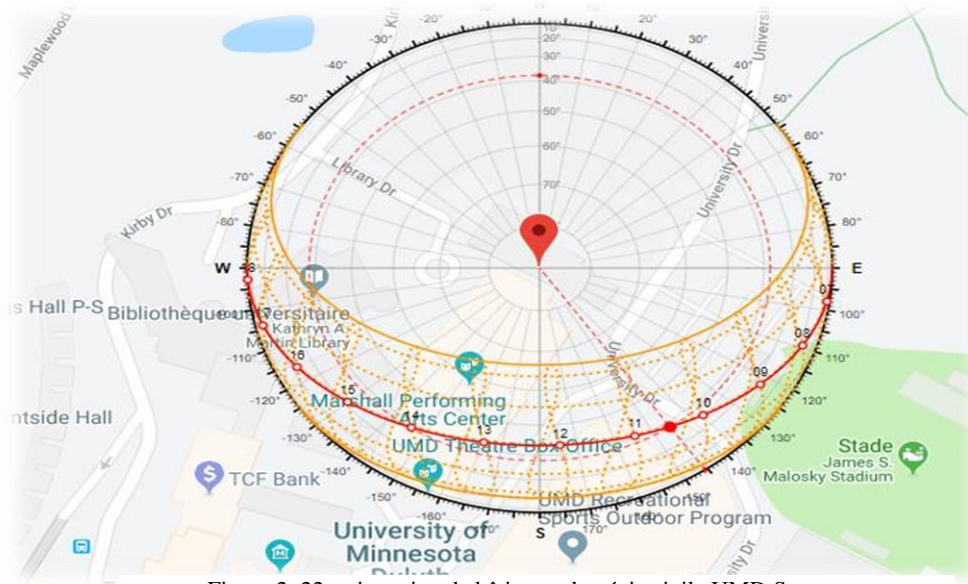


Figure 2. 22: orientation de bâtiment de génie civile UMD Swenson.  
Source : Google maps..

2.3.1.7 L’analyse du plan de masse :

Le projet implanter à proximité de centre d’art orienté vers Nord Est Sud-Ouest, limitée dans le cotée EST par un axe mécanique en face de laboratoire de structure pour les véhicules de décharge (le besoin de ce laboratoire) et aussi entouré avec des axes guidé à les entrées de projet.



Figure 2. 23: plan de masse.  
Source : <https://www.archdaily.com>.

2.3.1.8 La volumétrie :

- ✓ La forme est constituée d’un parallélépipède percé dans deux coté pour créer jeux du volume et aussi pour marquant les différentes entrées de projet.
- ✓ Les passages guidé projeté par une barrière pour protéger les rayons solaires. (En vert)
- ✓ Addition des volumes sur les barrières et aussi emboîtée dans le projet cette volume qui va collectée Léau de pluie sur le toit. (En rouge)

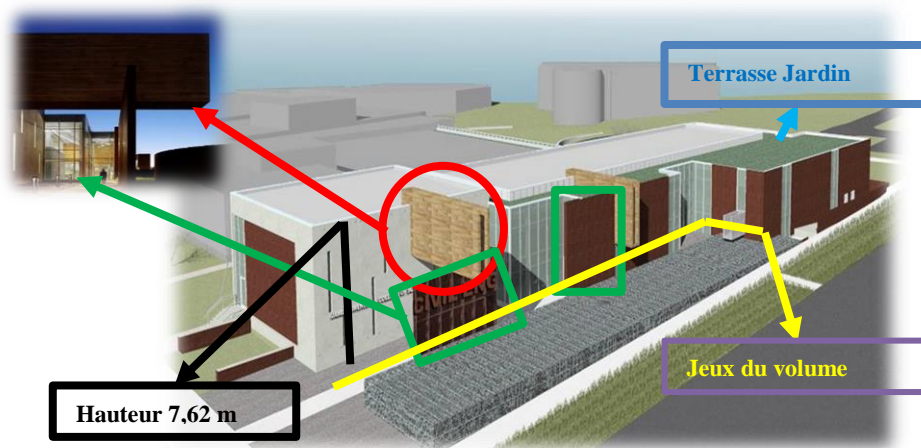


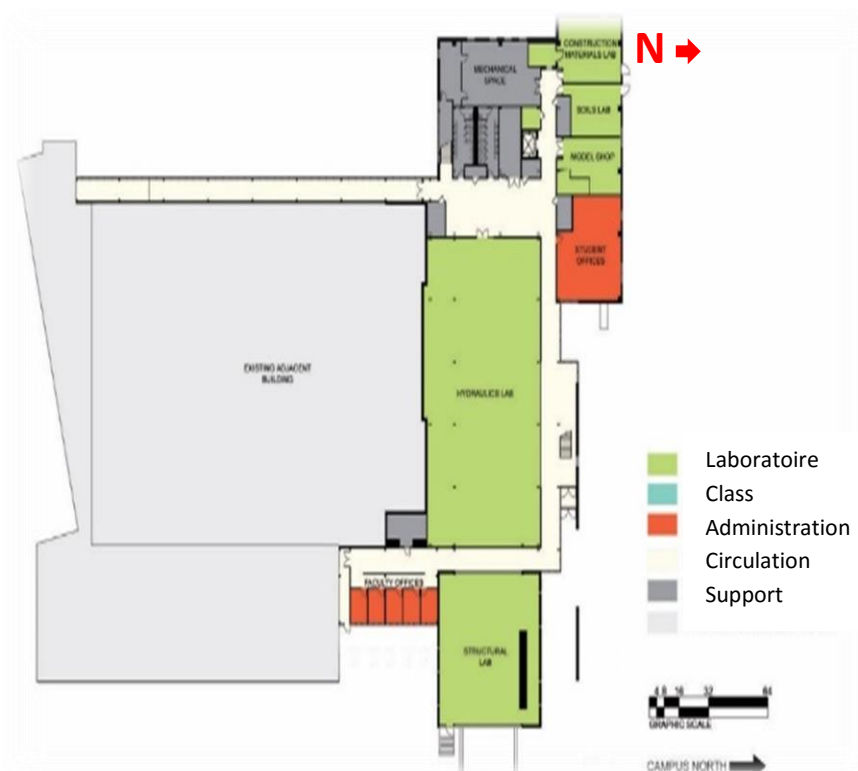
Figure 2. 24: la volumétrie de bâtiment génie civile UMD.  
 Source : <https://www.archdaily.com>.

**2.3.1.9 Analyse architecturale :**

**2.3.1.9.1 Organisation intérieure :**

Distribution est avec organisation linéaire, et des espaces juxtaposés. Le principe de distribution est le même dans le 1 ère étages une distribution linéaire avec des plusieurs entrées (chaque laboratoire a son entrée séparée que l'autre) qui contient 3 entités principales :

- ✓ Entité des laboratoires (en vert).
- ✓ Entité des classes (en Blue).
- ✓ Entité administration (en orange).



**Plan de RDC**

Figure 2.25 : Plan de premier étage de bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source : <https://www.archdaily.com>.

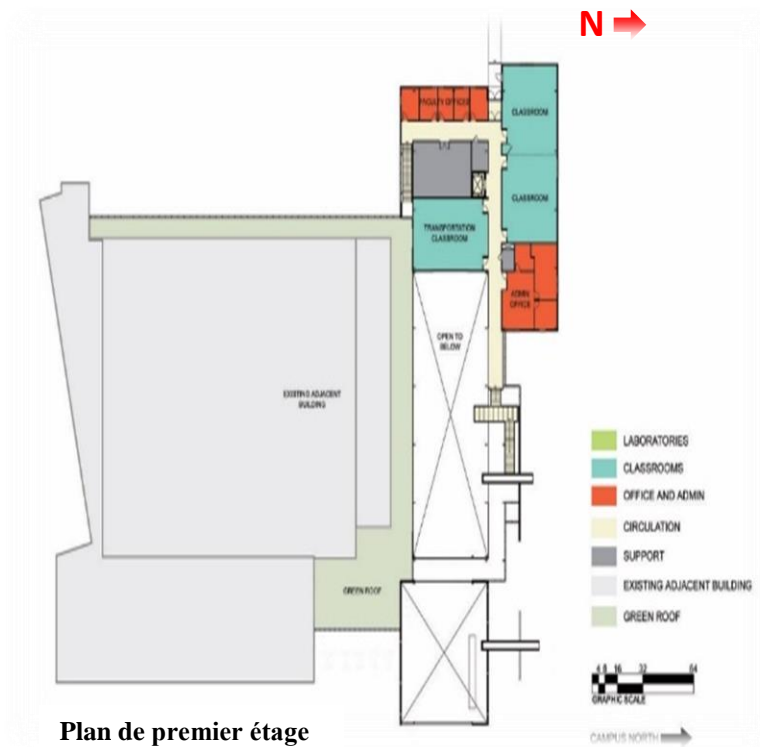


Figure 2. 25 : Plan de premier étage de bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source : <https://www.archdaily.com>.

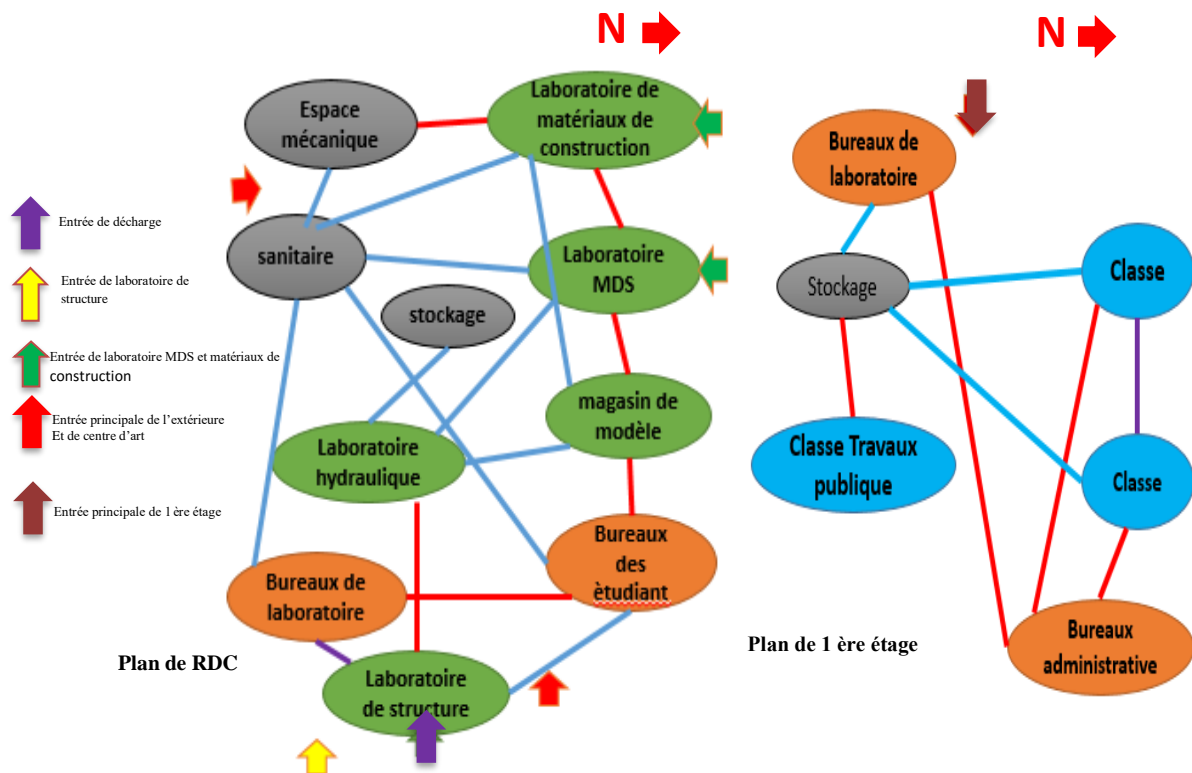


Figure 2. 26: organisation intérieure de bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source : Auteur

2.3.1.9.2 Circulation :

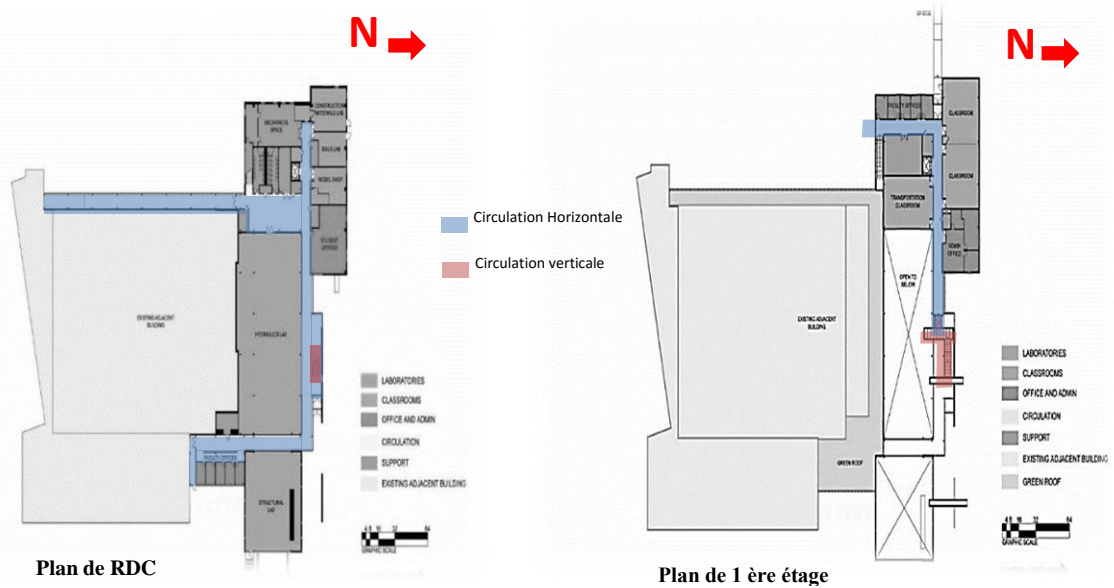


Figure 2. 27: circulation verticale et horizontale de bâtiment de génie civile UMD Swenson.  
Source : <https://www.archdaily.com>.

2.3.1.9.3 Analyse des façades :

- ✓ Des panneaux de béton précontrainte pour une grand résistance et isolation thermique (en Blue).
- ✓ Porte en bois (en jaune).
- ✓ Elément qui va collecter l’eau de pluie par le système de dalot sur le toit (en noire).
- ✓ Vitre qui éclairé 90 des espaces de la journée et en longueur pour profiter la lumière Naturelle (en vert).
- ✓ L’acier a été laissé Naturellement sans pèche (move).
- ✓ Une rampe pour le 1 ère étage (en rouge).
- ✓ Une barrière pour protéger les rayons solaires (en orange)
- ✓ Une porte pour entrer à les classe et les bureaux de laboratoire (en gris).

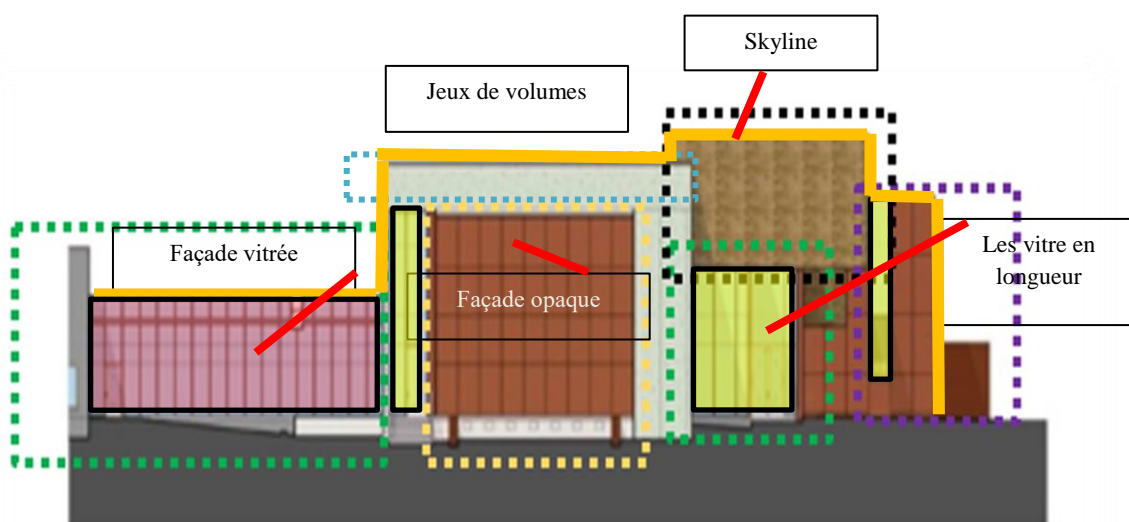


Figure 2. 28: Façade Est de bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source : <https://www.archdaily.com>.

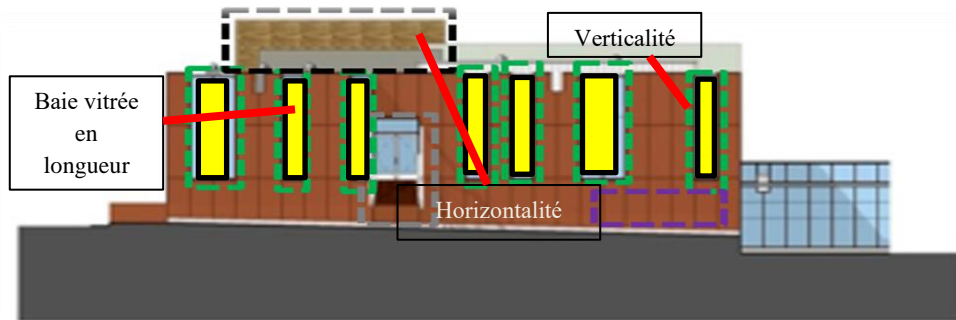


Figure 2. 29: façade Ouest de bâtiment de génie civile UMD Swenson.  
Source : <https://www.archdaily.com>.

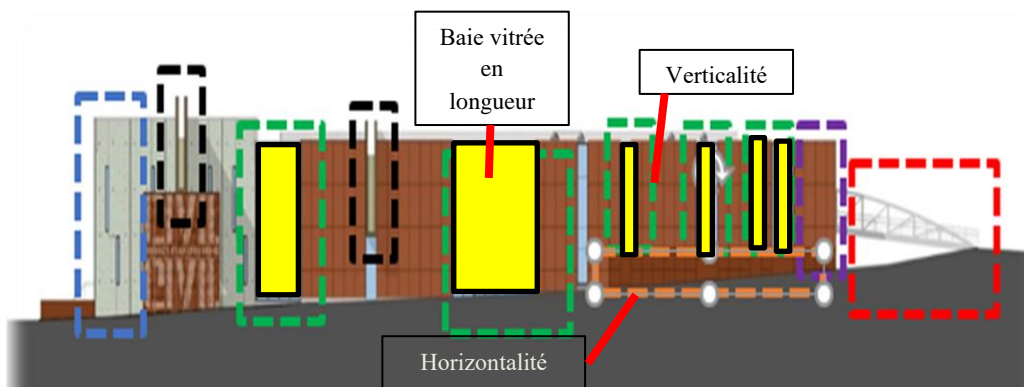


Figure 2. 30: façade Nord de bâtiment de génie civile UMD Swenson.  
Source : <https://www.archdaily.com>.

#### 2.3.1.9.4 Les techniques et les solutions bioclimatiques :

La conception du nouveau bâtiment de génie civil met en évidence les systèmes de construction et de site liés au domaine d'étude. Ceux-ci comprennent des dalots surdimensionnés canalisant les eaux pluviales du toit vers le trio monumental du drain français, deux grues à portique de 20 tonnes situées dans le laboratoire structurel et le laboratoire d'hydrologie, et un laboratoire structurel en béton préfabriqué avec du matériel d'installation laissé en place pour l'apprentissage.<sup>48</sup>

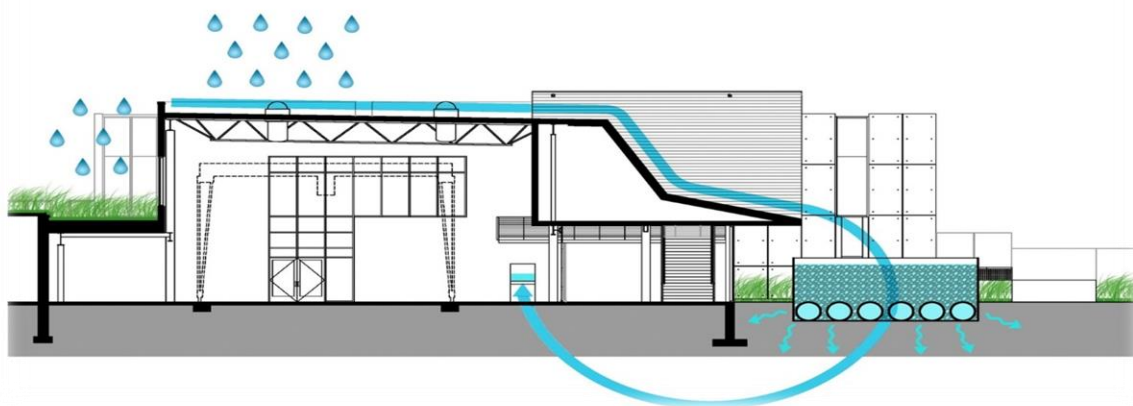


Figure 2. 31: système bioclimatique de bâtiment de génie civile UMD Swenson.  
Source : <https://www.archdaily.com>

<sup>48</sup> <https://www.archdaily.com>.

## 2.3.2 Exemple 02 : Centre pour des paysages durables (CSL)

### 2.3.2.1 Fiche technique :

- ✓ **Nom** : Phipps Conservatoire, Centre pour des paysages durables (CSL).
- ✓ **Localisation** : Pittsburgh, Pennsylvanie, États-Unis.
- ✓ **Occupant** : Phipps Employés / Chercheurs Universitaires.
- ✓ **Fonction** : salle de classe / bureau / conférence/Education / Administration / Recherche.
- ✓ **Superficie** : Surface totale : 10724,17 m<sup>2</sup>, superficie du bâtiment : 994 m<sup>2</sup>, Surface de plancher brute du projet : 2262.2 m<sup>2</sup>.
- ✓ **Étages** : 3 étages.
- ✓ **Construction** : déc. 2010 - avril 2012.
- ✓ **Coût** : 20 millions de dollars.
- ✓ **Contexte** : Urbain / Site de friches contaminées.
- ✓ **Objectifs de durabilité** :
  1. Bâtiment à consommation énergétique nette zéro.
  2. LEED Platine.
  3. Défi du bâtiment vivant.
  4. Certification des sites pour les paysages.<sup>49</sup>



Figure 2. 32: Centre pour des paysages durables (CSL).

Source : <https://www.engr.psu.edu>.

### 2.3.2.2 Plan de situation :

Ce projet est situé dans Schenley Park, Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvanie, États-Unis.



Figure 2. 33: plan de situation de Schenley Park, Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvanie, États-Unis.

Source : Google earth.

### 2.3.2.3 Climat :

Le climat de Pittsburgh est dit tempéré chaud. Des précipitations importantes sont enregistrées toute l'année à Pittsburgh, y compris lors des mois les plus secs. La température moyenne annuelle à Pittsburgh est de 10.6 °C. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 943 mm, La saison chaude dure 3,8 mois, du 24 mai au 18 septembre, avec une température quotidienne

<sup>49</sup> <https://www.engr.psu.edu>.

moyenne maximale supérieure à 23 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 20 juillet, avec une température moyenne maximale de 29 °C et minimale de 19 °C.

La saison froide dure 3,0 mois, du 2 décembre au 3 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 8 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 29 janvier, avec une température moyenne minimale de -5 °C et maximale de 3 °C.<sup>50</sup>

Météo annuelle à proximité de Pittsburgh

La moyenne correspond à l'aéroport d'Allegheny County, situé à 11 km de Pittsburgh.

D'après les bulletins météorologiques recueillis entre 1985 et 2015.

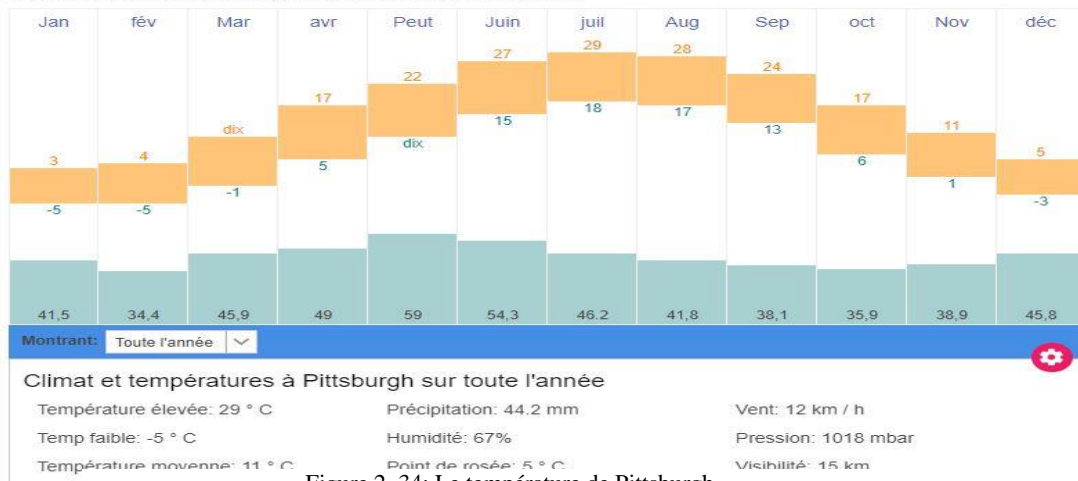


Figure 2. 34: Le température de Pittsburgh.

Source : <https://www.quora.com>.

2.3.2.4 L’accessibilité et les axes mécaniques :

Phipps Conservatoire est délimité par une voie principale et une voie secondaire qui entoure la zone.

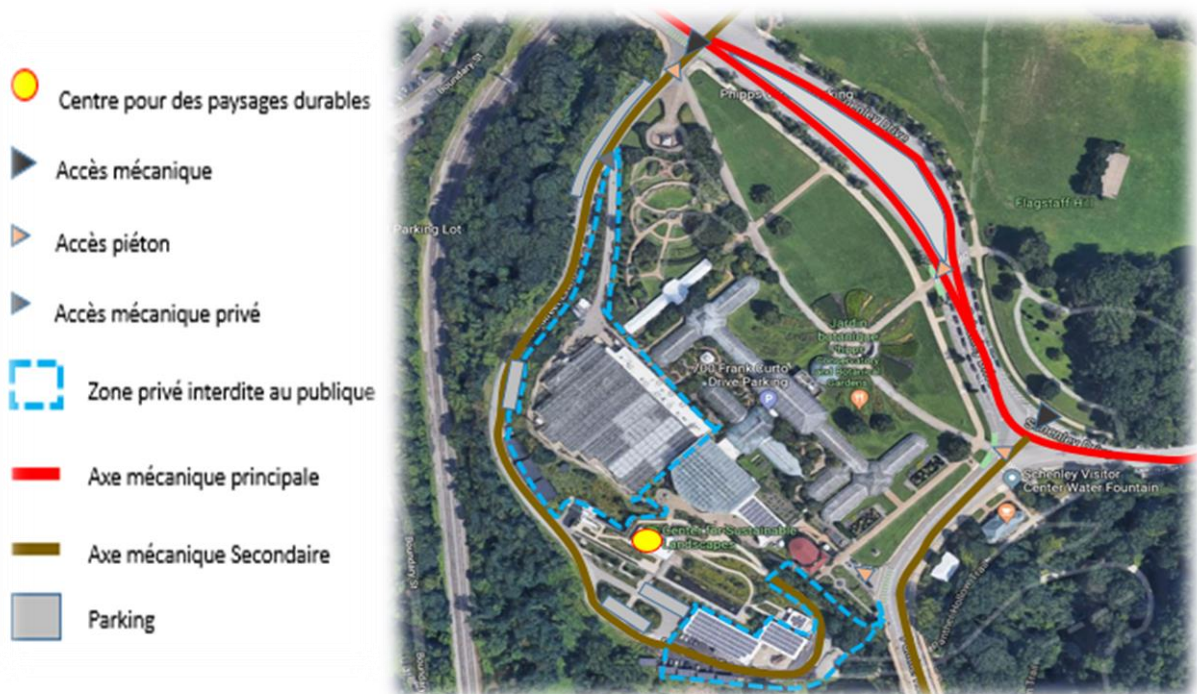


Figure 2. 35: l’accessibilité de Centre pour des paysages durables (CSL).

Source : Google earth.

<sup>50</sup> <https://www.quora.com>.

**2.3.2.5 L'analyse du plan de masse :**

Le Centre pour des paysages durables est implanté dans le côté Sud-ouest du phipps conservatoire, le bâtiment prend son plan après le site.

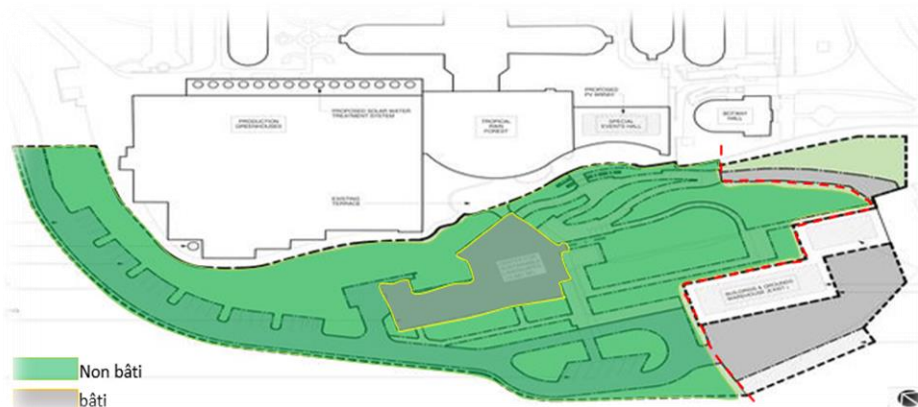


Figure 2. 36: la surface bâti et non bâti de Centre pour des paysages durables (CSL).  
Source : <https://fr.inforandum.com>.

**2.3.2.6 Limite et voisinage proche :**

Le phipps conservatoire est entouré par One Schenley Park Drive et le Centre pour des paysages durables entourée par le phipps conservatoire du côté nord et b et G magasin.

- Phipps
- Schenley
- B et G magasin
- Centre pour les



Figure 2. 37: : limite et voisinage proche de Centre pour des paysages durables (CSL).  
Source : Google earth.

**2.3.2.7 Orientation de projet :**

Le bâtiment est orienté Nord-est Sud-ouest, cette orientation optimise la ventilation naturelle par les vents de printemps et d'été du sud tout en minimisant l'exposition aux vents d'hiver de l'ouest pour le projet.



Figure 2. 38: orientation de Centre pour des paysages durables (CSL).  
Source : Google maps.

2.3.2.7.1 Etude des plans :

- ✓ Le bâtiment est de gabarit R+1 L'organisation interne du bâtiment répond aux exigences fonctionnelles.
- ✓ Le rez-de-chaussée caractérisé par une organisation radiale tous les espaces ont une relation forte avec le hall d'accueil, il contient les espaces de recherche, cafeteria, locaux technique et salle de classe.
- ✓ Pour le premier étage on trouve les espaces des bureaux avec salle de repos et trois salles de conférences, archive et la salle de travail.
- ✓ L'étage est accessible par une cage d'escalier extérieur.

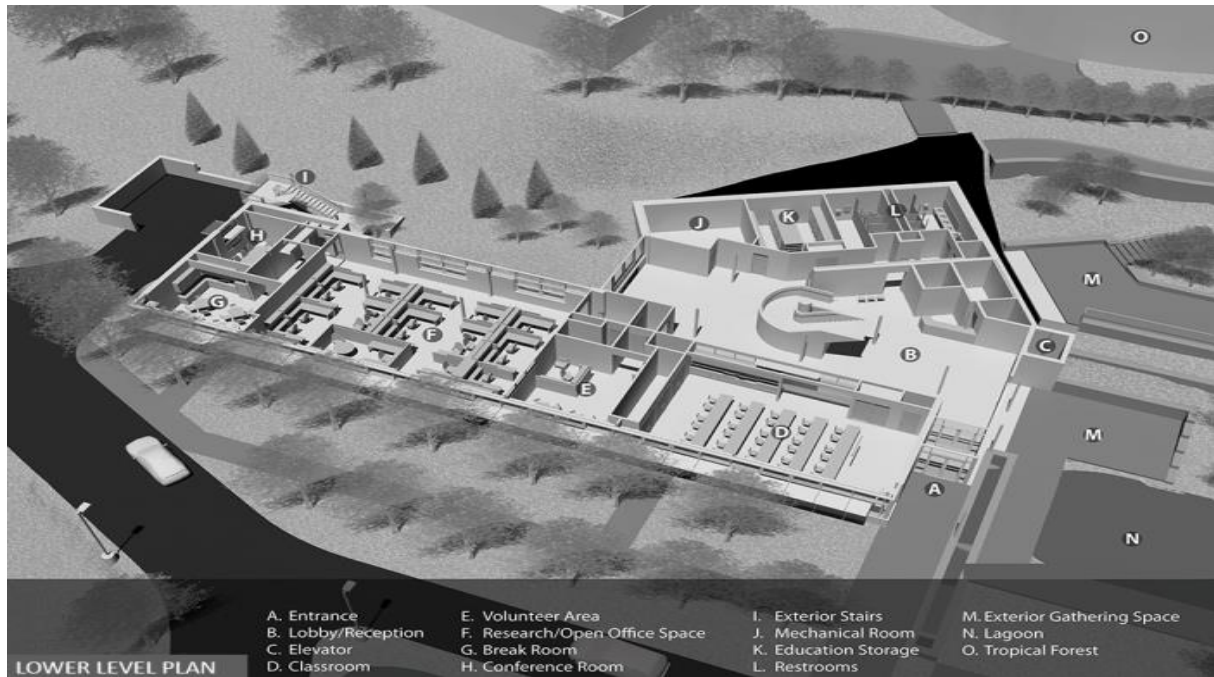


Figure 2. 39: plan de Rez de chaussée.  
Source : <https://fr.inforandum.com>.

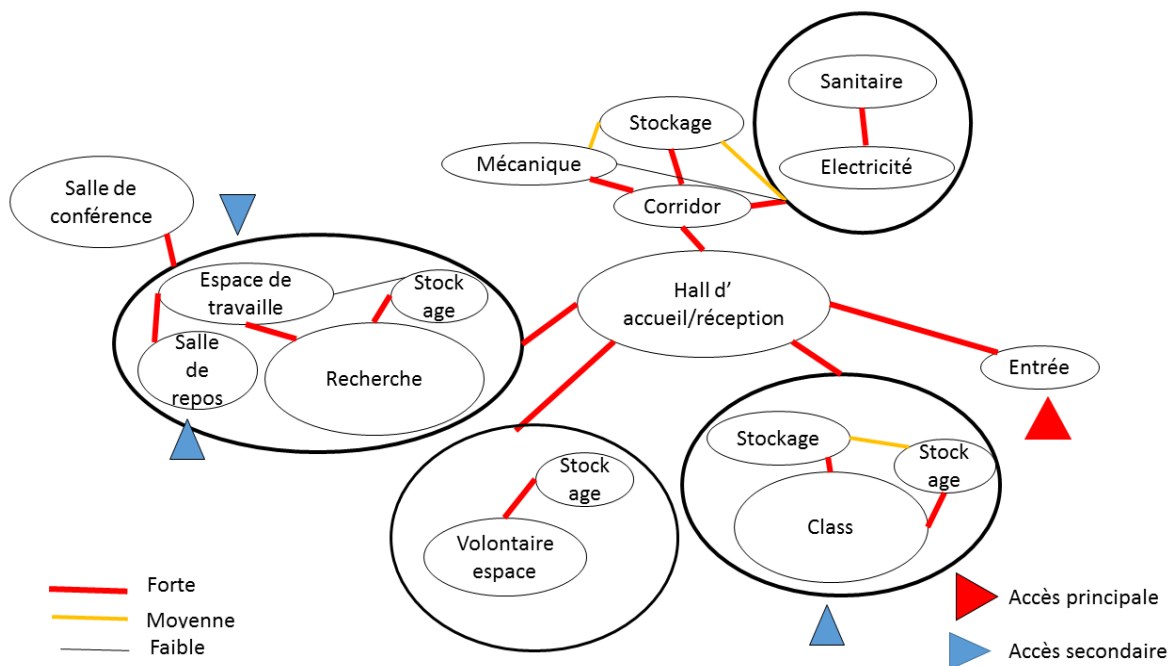


Figure 2. 40: organisation intérieure de rez de chaussée.  
Source : Auteur.

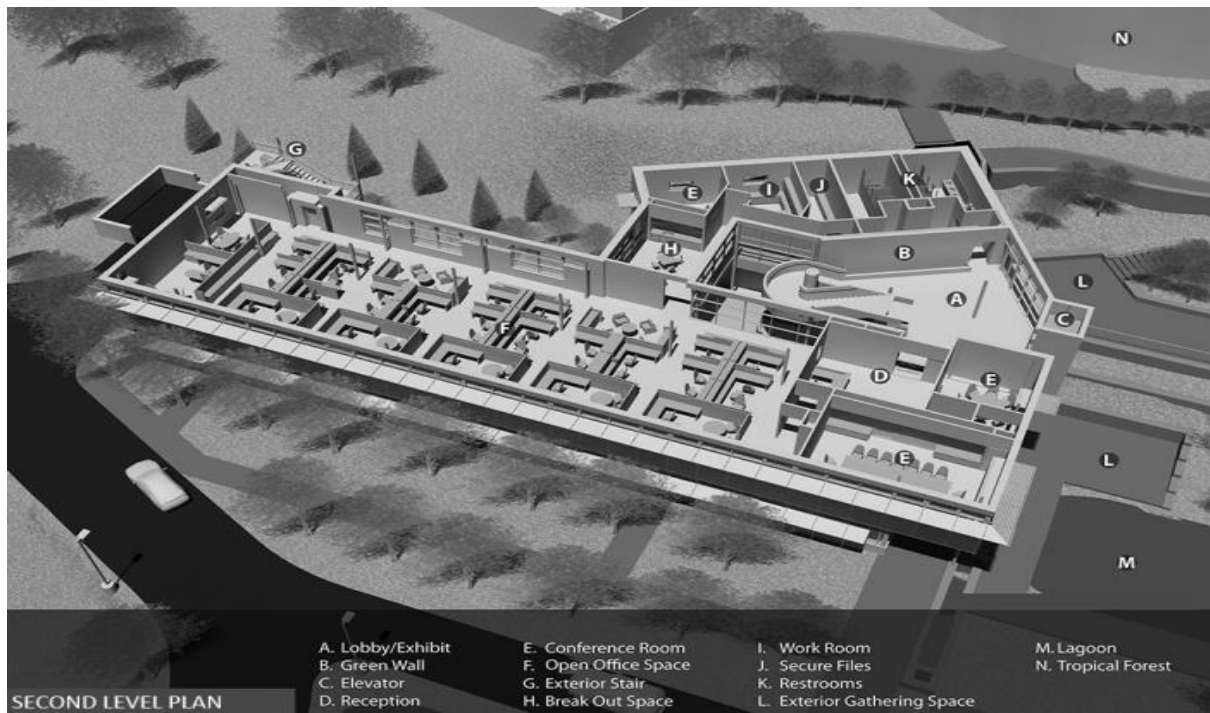


Figure 2. 42: plan de 1 er étage.  
Source : <https://fr.inforandum.com>.

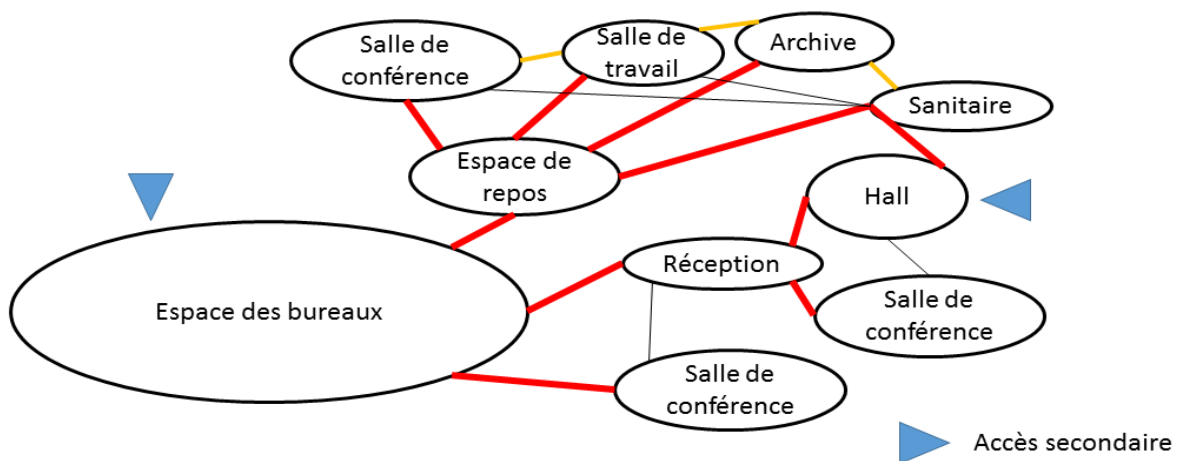


Figure 2. 41: organisation intérieure de 1 er étage.  
Source : Auteur.

2.3.2.7.2 Circulation :

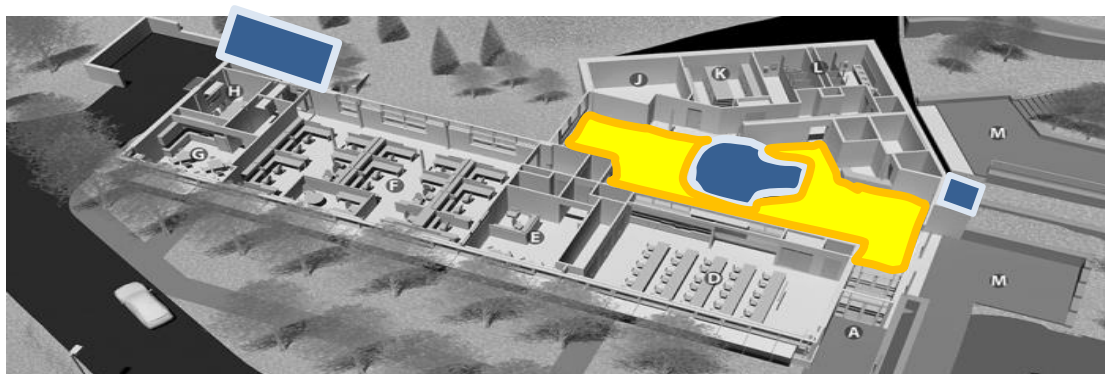


Figure 2. 43: circulation verticale et horizontale du rez de chaussée.  
Source : <https://fr.inforandum.com>.

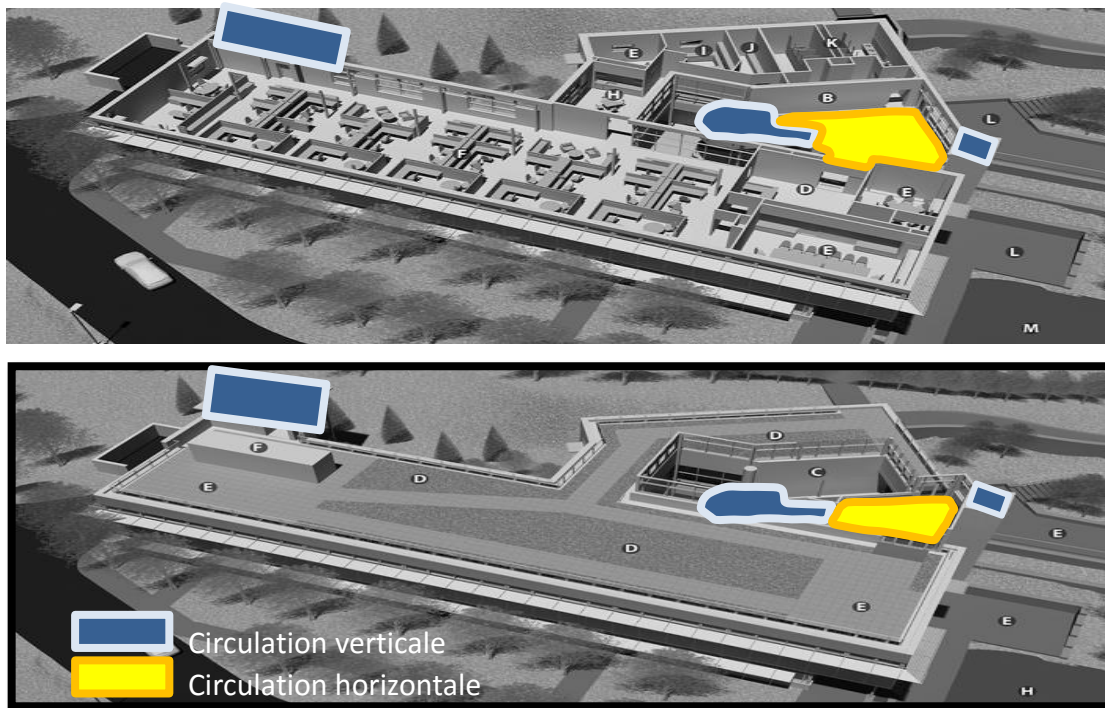


Figure 2.43 : circulation verticale et horizontale du premier étage et deuxième étage.  
Source : <https://fr.inforandum.com>.

### 2.3.2.7.3 Les façades :

- ✓ La façade Sud-Est caractérisée par le Skyline qui reflète la pente du terrain.
- ✓ L'entrée principale est marquée par la concavité et la transparence et un atrium au niveau d'accueil pour maximiser l'éclairage naturel, une autre entrée pour le R+1.
- ✓ La transparence se divise la façade en deux parties, une caractérise l'utilisation du béton brut parce qu'il fournit une masse thermique et l'autre par le bois des arbres à feuilles caduques et les vignes recouvrant les murs extérieurs en béton intègrent esthétiquement le bâtiment et le paysage tout en améliorant la performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment.



Figure 2. 44: façade Sud Est de Centre pour des paysages durables (CSL). Source : <https://www.engr.psu.edu>

- ✓ L'utilisation dans la façade sud-ouest d'un vitrage à faible émissivité ainsi que des light shelves pour un bon éclairage naturel et optimal de l'efficacité énergétique.



Figure 2. 45: façade Sud-Ouest de Centre pour des paysages durables (CSL).

Source : <https://www.engr.psu.edu>.

- ✓ La façade nord-Ouest est divisée en deux parties, une partie en avant c'est la continuité de la façade Sud-Ouest avec la réduction des fenêtres.
- ✓ L'autre partie en arrière se caractérise par une grande baie vitrée qui s'ouvre sur l'accueil et construite avec le béton pour la masse thermique.



Figure 2. 46: façade Nord-Ouest de Centre pour des paysages durables (CSL). Source :

<https://www.engr.psu.edu>.

- ✓
- ✓ La façade nord se caractérise par la transparence avec un rythme répétitif des fenêtres sans le système lightshelf.

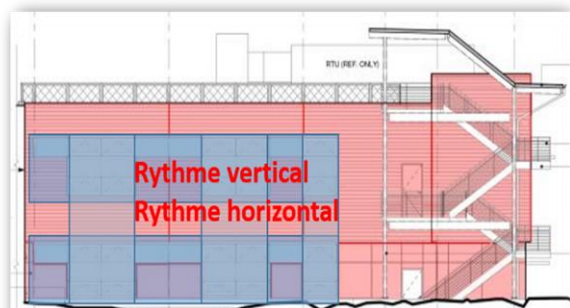


Figure 2. 47: façade technique Nord de Centre pour des paysages durables (CSL).

Source : <https://www.engr.psu.edu>.



Figure 2. 48: façade Nord de Centre pour des paysages durables (CSL).

Source : <https://www.engr.psu.edu>.

**2.3.2.7.4 Le systeme constructif :**

Le matériau de construction principal du CSL est l'acier de construction, Les tailles de poutre sont des types W12 et W16 en acier et les colonnes sont de profilés HSS 4x4 et HSS 6x6.

Le béton coulé sur place (CIP) a été utilisé pour les semelles et les murs de fondation, la colonne dans l'atrium, l'escalier de l'atrium, la dalle au premier étage, la dalle au sol et quelques murs en béton.<sup>51</sup>

- ✓ Les charges latérales sont réacheminées vers mur de soutènement (surlignée en rouge sur la figure).

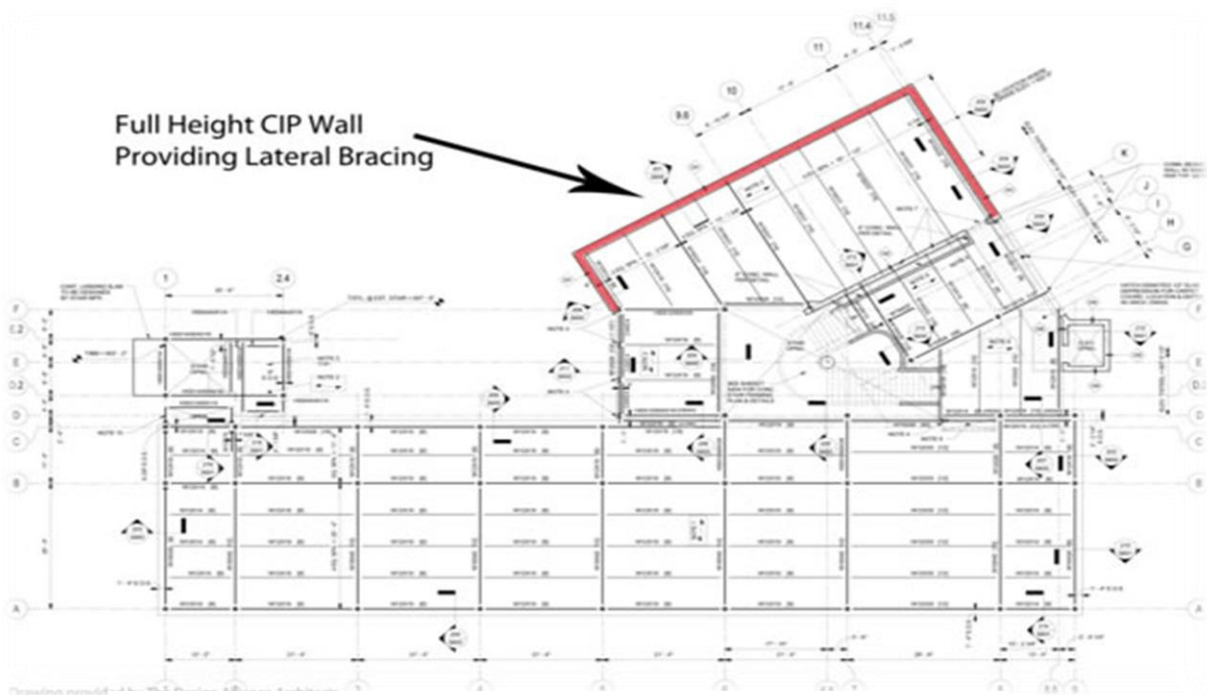


Figure 2. 49: Les charges latérales sont réacheminées vers mur de soutènement.  
Source : <https://fr.inforandum.com>

**2.3.2.7.5 Les techniques et les solutions bioclimatiques :**

- ✓ Conception solaire passive - consommation énergétique globale du bâtiment minimisée par des stratégies de conception passive pour un fonctionnement typique.
- ✓ Enveloppe de bâtiment robuste - réduit les pertes et les gains thermiques.
- ✓ Capteurs solaires photovoltaïques système d'énergie renouvelable générant et économise de l'électricité.



Figure 2. 51: les capteurs solaires photovoltaïques.  
Source : <https://www.blog-habitat-durable.com>.



Figure 2. 50: les éoliennes a axe verticale.  
Source : <https://www.blog-habitat-durable.com>.

<sup>51</sup> <https://fr.inforandum.com>.

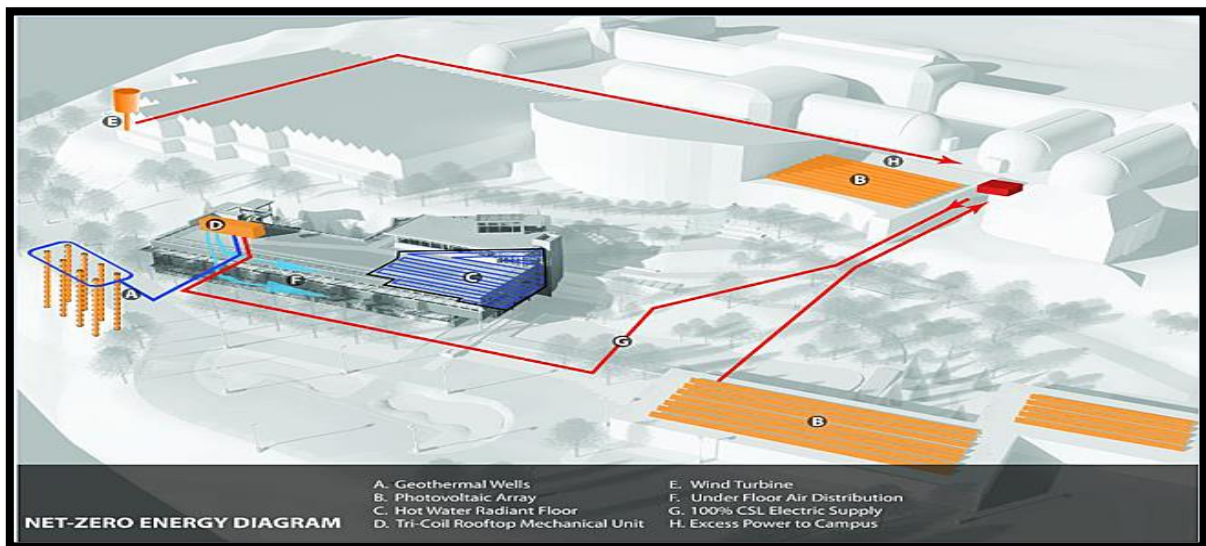


Figure 2. 52: diagramme d'énergie.  
 Source : <https://www.engr.psu.edu>.

- ✓ Éoliennes à axe vertical - Un système de l'électricité.<sup>52</sup>
- ✓ Ventilation naturelle - une étude informatique de la dynamique des fluides a déterminé l'emplacement optimal de la fenêtre pour un flux d'air naturel.
- ✓ Ventilation contrôlée à la demande (DCV) - utilise des capteurs de CO2 pour mesurer l'occupation et libérer la quantité d'air de ventilation requise.
- ✓ Atrium minimalement conditionné - 100% chauffé et refroidi passivement.

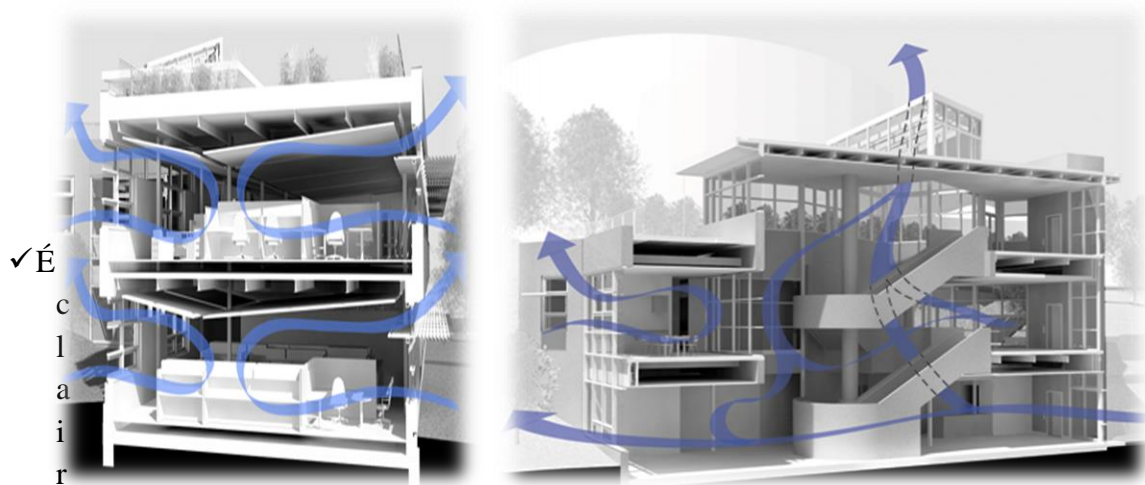


Figure 2. 53: système de ventilation naturelle.  
 Source : <https://www.engr.psu.edu>.

e  
 naturel – Light shelves et les nuages de plafond à la lumière du jour maximisent profondeur de l'énergie solaire pénétration.



Figure 2. 54: light sheleve.  
 Source : <https://www.engr.psu.edu>.

<sup>52</sup> <https://www.engr.psu.edu>.

- ✓ Matériaux durables.
- ✓ Paysages durables - contient toutes les plantes indigènes non invasives.
- ✓ Toit vert - Réduit le volume des eaux pluviales et des polluants dans les eaux pluviales.
- ✓ Récupération des eaux de pluie - Bassins d'eau de pluie placés sur les toits en verre du campus supérieur et inférieur le site capturera l'eau de pluie pour la réutiliser.
- ✓ Système de lagune - Réplique le processus de traitement naturel de l'eau qui a lieu dans les zones humides et les marais.
- ✓ Terres humides construites - traitent toutes les eaux sanitaires provenant de SCL et du bâtiment de maintenance adjacent.
- ✓ Pavage perméable - pour l'infiltration naturelle des eaux pluviales du site.

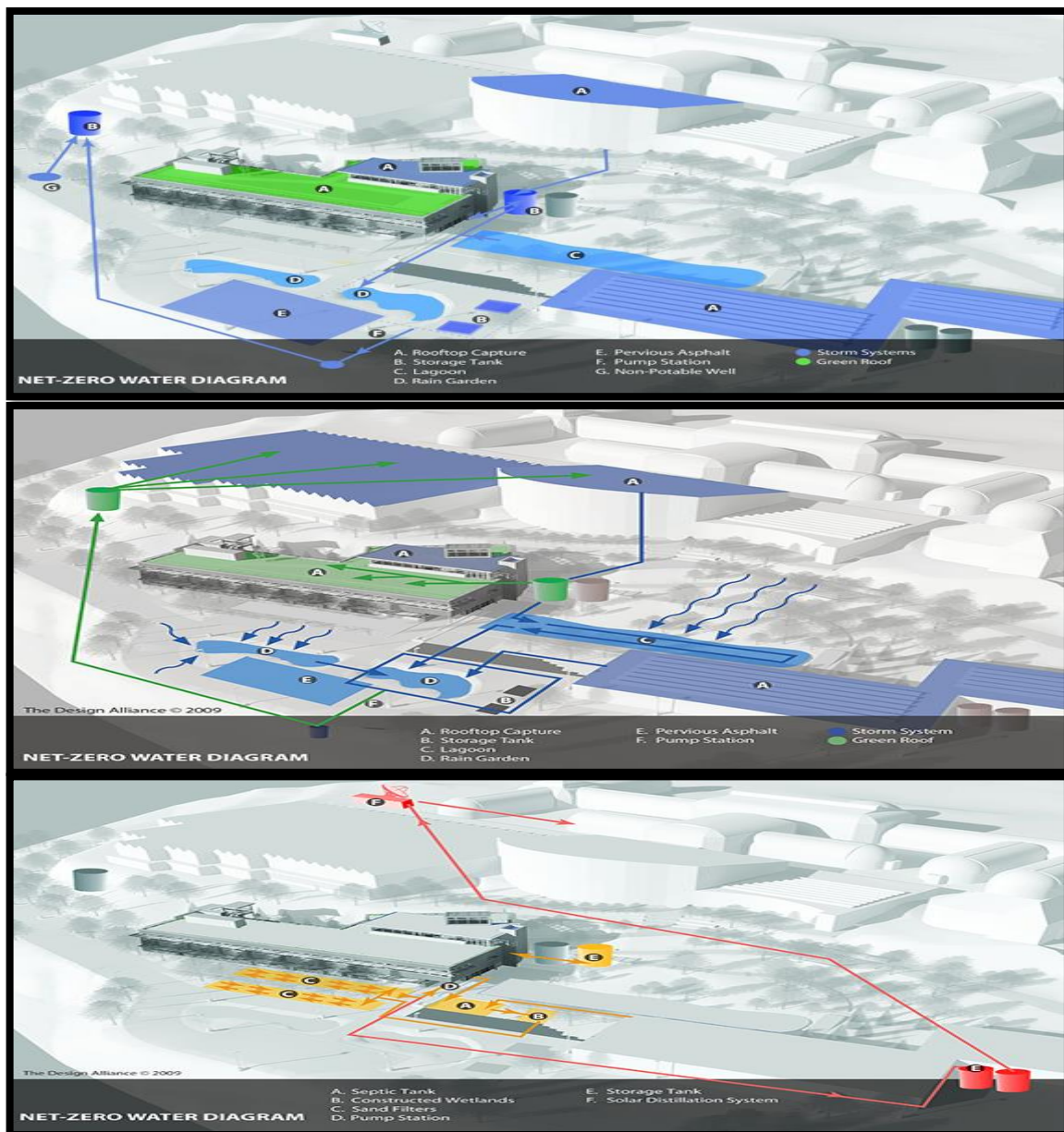


Figure 2. 55: diagramme d'eau.  
Source : <https://www.engr.psu.edu>.

Et concernant les deux autres exemples voir annexe 1.

**Synthèse :****Situation et accessibilité :**

- ✓ Implantation des projets au milieu urbain a un caractère universitaire ou d'innovation et recherche.
- ✓ Accessibilité facile des projets.

**L'orientation :**

- ✓ Bonne orientation des projets permet une ventilation naturelle et un ensoleillement optimal.

**Plans de masse :**

- ✓ Enveloppe des projets mono bloc.
- ✓ L'existence des espaces d'expérimentation.
- ✓ Plusieurs accès pour assurer la fluidité des projets.
- ✓ La circulation mécanique réduite.

**Volume et façade :**

- ✓ Forme compacte.
- ✓ Transparence des façades.
- ✓ Peu des vitres de façade S-E-O et utilisation des brise soleil.

**Organisation intérieure :**

- ✓ Circulation par des couloirs.
- ✓ Les espaces organisés selon orientation.

**Matériaux :**

- ✓ Les matériaux locaux sont utilisés.
- ✓ Couleur claire.

**Gestion :**

- ✓ Système d'éclairage et ventilation contrôler.
- ✓ Panneaux photovoltaïques.

***CHAPITRE 03***  
***ETUDE***  
***CONTEXTUELLE***

## Etude contextuelle :

### Introduction :

Dans cette partie nous allons voir les caractéristiques de la ville de Laghouat de la situation jusqu'au la climatologie de la ville pour mieux comprendre et maîtriser les différents facteurs climatiques (ensoleillement, vent ..... ) et topographique afin de bénéficier de ces éléments quel que soit (obstacle / avantage).

### 3.1 Présentation de la ville de Laghouat :

#### 3.1.1 Situation géographique :

La wilaya de LAGHOUAT est une subdivision administrative algérienne ayant pour chef-lieu la ville du même nom. La ville de Laghouat se trouve au cœur du pays à 410 Km de la capitale ALGER, elle s'étend sur une superficie de 400 Km<sup>2</sup> avec une population de 202665 elle est située à l'EST de la wilaya.



Figure 3. 1: Situation de Laghouat dans l'Algérie.

Source: <http://www.laghouat-dz.org>.

#### 3.1.2 Situation astronomique :

Laghouat est situé de 2°56' Est de longitude et 33°46' Nord de latitude.

#### 3.1.3 L'accessibilité de Laghouat:

La ville de Laghouat est accessible par les routes nationales n° 1, 23 et par l'aéroport.



Figure 3. 2: Réseau des voiries à Laghouat.

Source : <http://www.laghouat-dz.org>.

3.1.4 Les conditions climatiques :

Laghouat appartient à la zone climatique D, parce que l'indice d'aridité est déduit entre  $5 \leq I \leq 10$ , cette valeur est calculée à travers cette équation :  $I = P/T + 10$ . Où : Précipitation de l'année : 176 mm ; T moyenne annuelle : 17.4 C°.

$I = 176/27.40 = 6.42$ , la valeur trouvée permet de confirmer l'aridité du climat pour le cas de la ville de Laghouat.



Figure 3. 3: les zones climatiques de la ville de Laghouat  
Source : DPSB2015.

3.1.4.1 La température :

À Laghouat, les étés sont chauds et aride ; les hivers sont longs, frisquets, secs et venteux ; et le ciel dégagé dans l'ensemble tout au long de l'année. Au cours de l'année, la température varie généralement de 2 °C à 39 °C et est rarement inférieure à -1 °C ou supérieure à 42 °C.

Pour les mois janvier février décembre dans la zone de chauffage et les mois mai juin juillet aout septembre dans la zone de refroidissement et Mars, Avril, Octobre et novembre dans la zone de confort d'après de la figure 5.

Et la figure 5 représente le nombre de jours pour chaque température, en voie que les mois de refroidissement eu une température de 25 au 40 et la zone de chauffage et de température du 5 au 15.

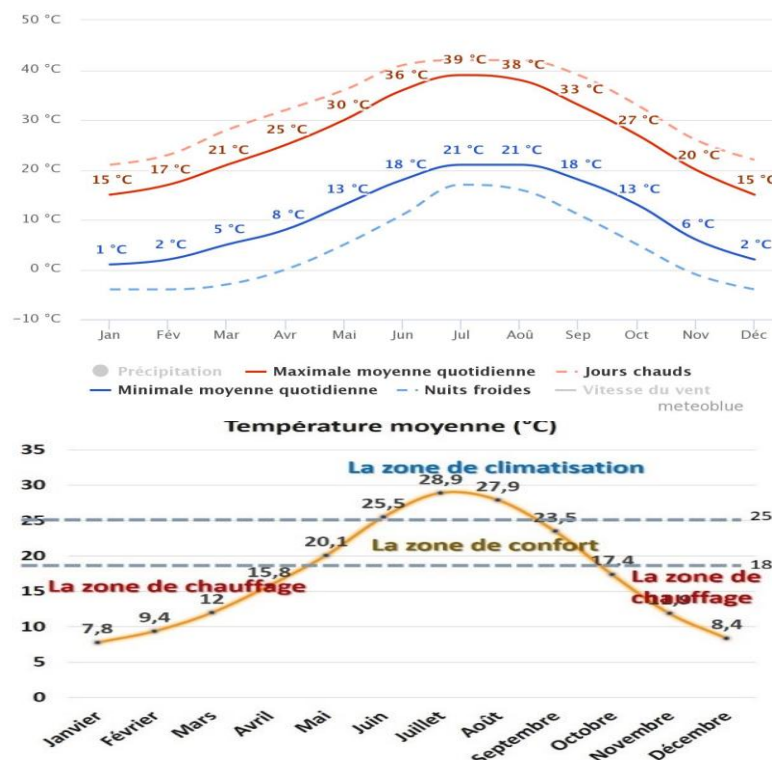


Figure 3. 4: Variations de la température de l'air extérieur.  
Source : <https://weatherspark.com>.

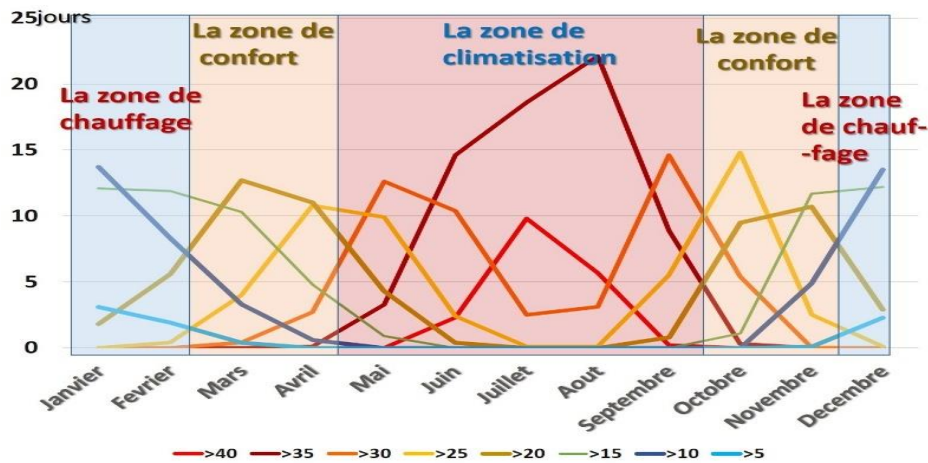


Figure 3. 5: Détermination des zones / confort / chauffage / climatisation.  
 Source : <https://weatherspark.com>.

**3.1.4.2 Le vent :**

Pour le vent la vitesse moyenne varie entre 4,9 m/s au 3,8 m/s présenter dans le graphe et à partir du tableau on montre chaque vitesse du vent en fonction le nombres de jour.

| Vitesse du vent(km/h) | Nombre de jour |
|-----------------------|----------------|
| 5                     | 49             |
| 12                    | 124.4          |
| 19                    | 117.1          |
| 28                    | 58             |
| 38                    | 15             |
| 50                    | 1.5            |

Tableau 3. 1: la vitesse de vent en fonction des nombres de jours.  
 Source : Auteur.

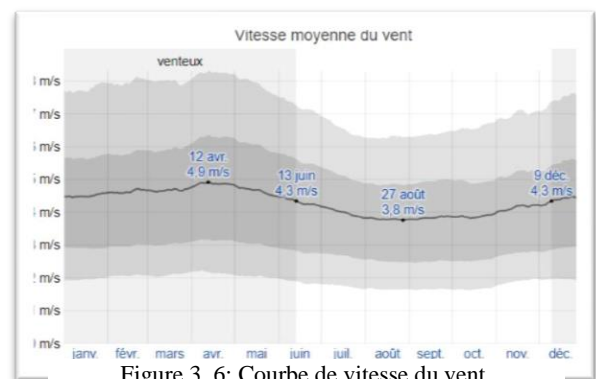


Figure 3. 6: Courbe de vitesse du vent.  
 Source : <https://weatherspark.com>.

Et aussi pour la direction des vents elle est démontrée dans la rose des vents (fig. 3.8), les vents dominants soufflent à partir du N-O par une fréquence de 1305 h/an et le sirocco souffle par le S-E avec une fréquence de 485 h/an il est fréquent dans la période d’été et pour le S S-O on les vents chaud qui souffle avec une fréquence de 611 h/an et 544 h/an.

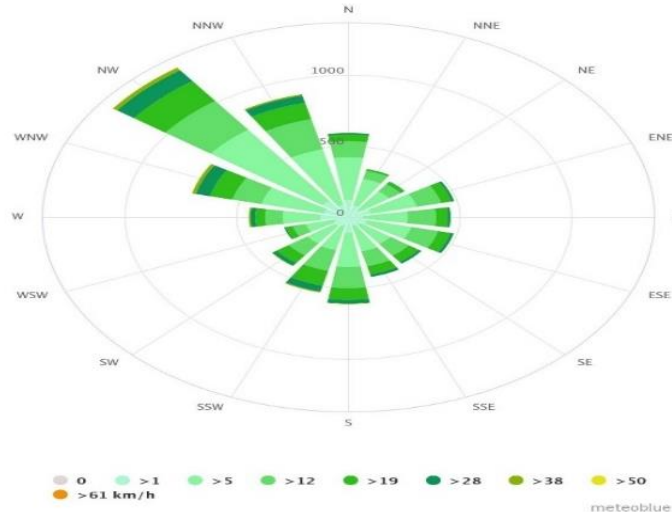


Figure 3. 7: rose du vent de Laghouat. Source : <https://weatherspark.com>.

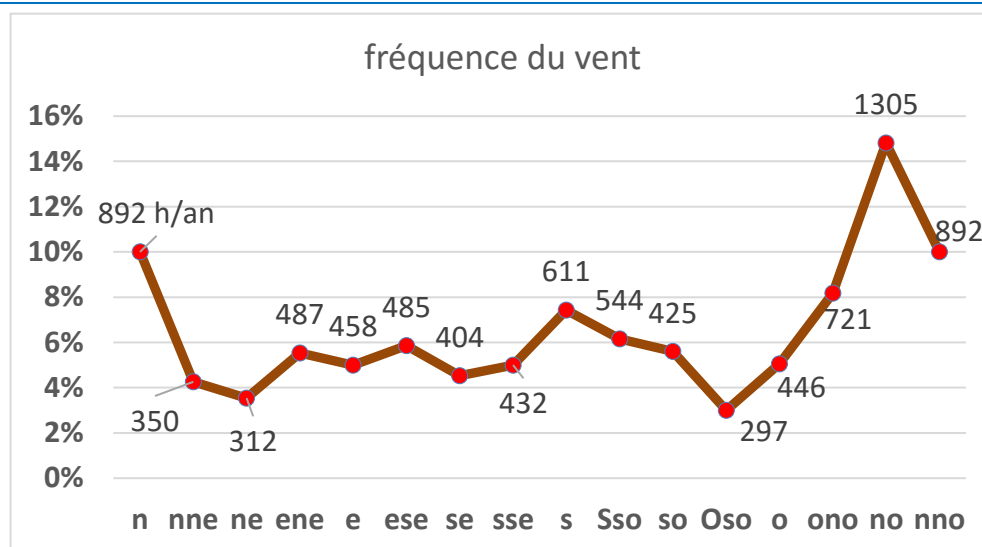


Figure 3. 8: fréquence du vent de Laghouat.  
Source : <https://weatherspark.com>.

**3.1.4.3 Type de ciel :**

La ville de Laghouat est caractérisée par un ciel clair et ensoleillées généralement dans toutes l’année avec 213 jours, partiellement couverte avec 119 jours de l’année et 33 jours couverte.

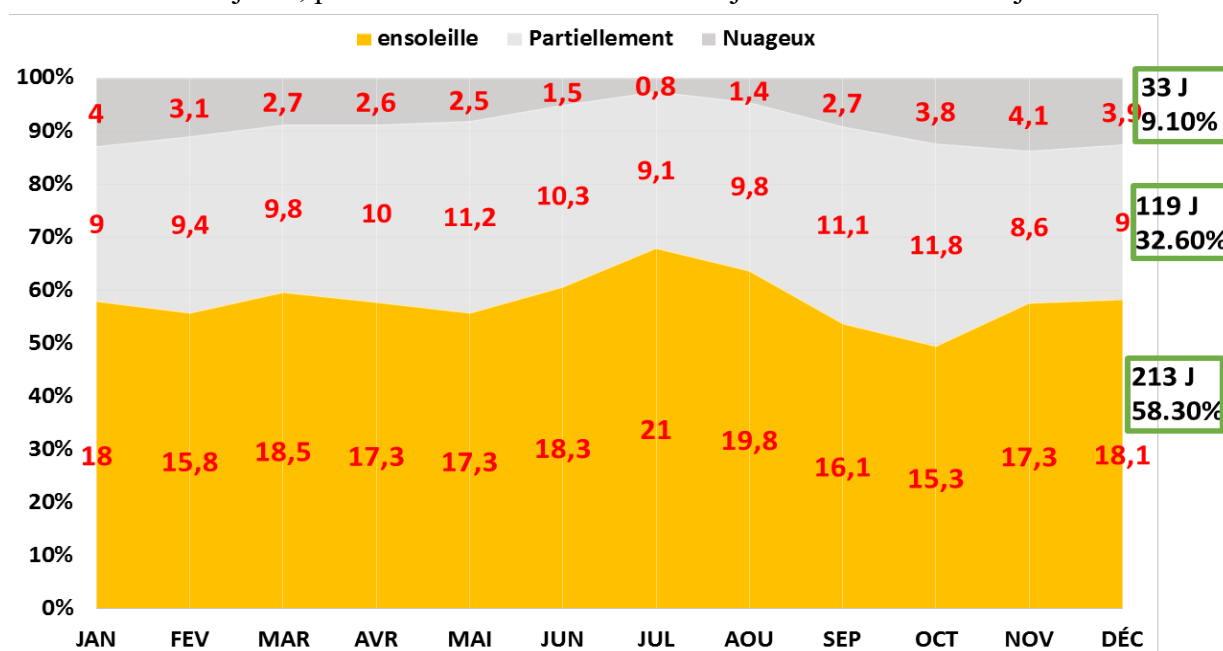


Figure 3. 9: Nébulosité de Laghouat.  
Source : <https://weatherspark.com>.

**3.1.4.4 Les fréquences mensuelles d’ensoleillement :**

Le pourcentage d’ensoleillement sur les quatre quadrants pour chaque mois de l’année 2008, ainsi pour le mois de décembre la lecture nous fournis 50% sur le quadrant Sud-est et 49% sur le quadrant Sud-ouest. Le mois de mars affiche quant à lui 49% sur le quadrant Sud-est, 2% sur le nord-est, 57% se trouve sur le Sud-ouest et seulement 1% sur le Nord-ouest et enfin pour le mois de juin on trouve 23% pour la zone Sud-est, 27% pour la zone Nord-ouest.

Ainsi pour le mois de décembre la lecture nous fournis 50% sur le quadrant Sud-est et 49% sur le quadrant Sud-ouest. Le mois de mars affiche quant à lui 49% sur le quadrant Sud-est, 2% sur le nord-est, 57% se trouve sur le Sud-ouest et seulement 1% sur le Nord-ouest et enfin pour le mois de juin on trouve 23% pour la zone Sud-est, 27% pour la zone Nord-ouest.

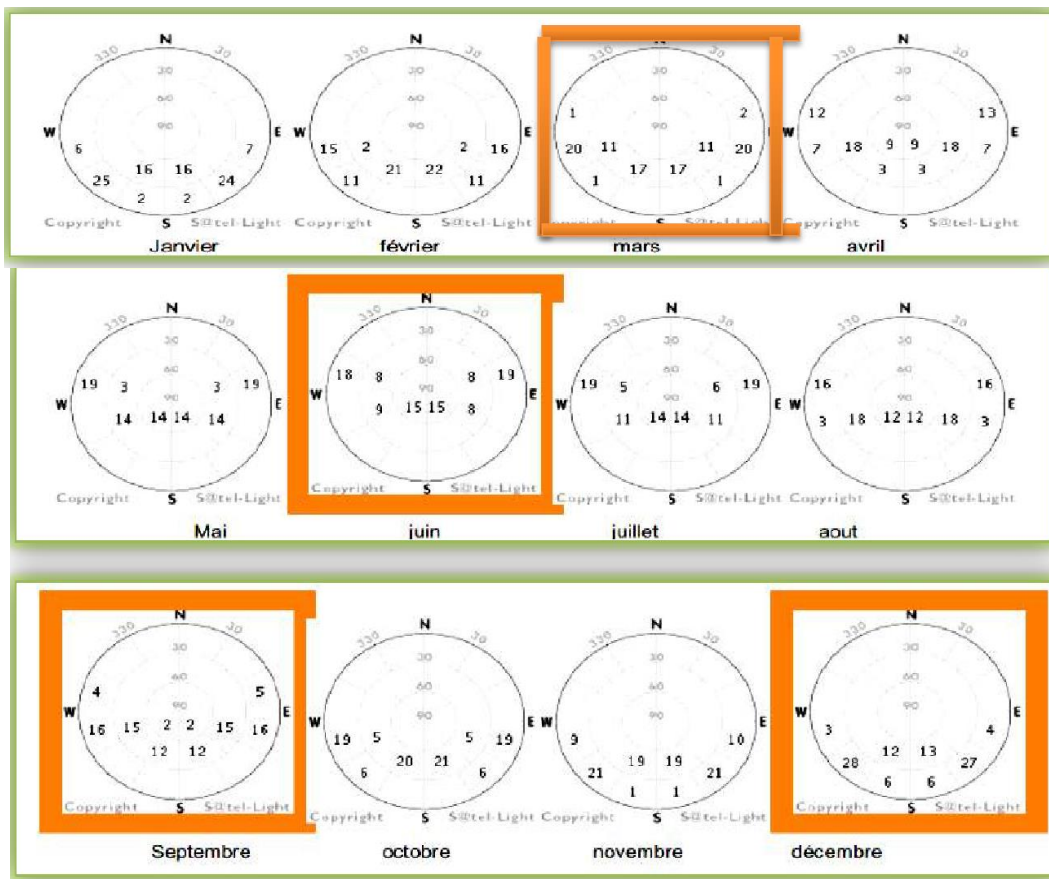


Figure 3. 10: Les fréquences mensuelles d’ensoleillement par le changement saisonnier.

Source : <https://weatherspark.com>.

|             | Lever du soleil | Élévation | Le coucher |
|-------------|-----------------|-----------|------------|
| 21 décembre | 117.96°         | 32.76°    | 242.03°    |
| 21 Jan, Nov | 113.58°         | 36.24°    | 246.3      |
| 21 fev, Oct | 102.16°         | 45.73°    | 258.04°    |
| 21 Mar, Sep | 89.17°          | 56.53°    | 271.07°    |
| 21 Apr, Aou | 75.12°          | 68.14°    | 285.11°    |
| 21 Mai, Jul | 64.86°          | 76.43°    | 295.28°    |
| 21 Jun      | 60.76°          | 79.64°    | 299.24°    |

Tableau 3. 2: degré du soleil annuel. Source : <https://weatherspark.com>.

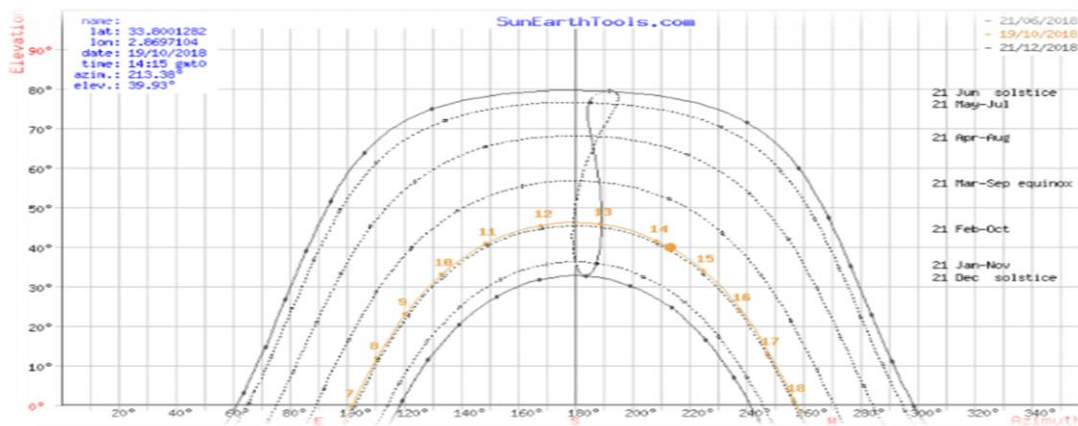


Figure 3. 11: digramme solaire.

Source : <https://weatherspark.com>.

**3.1.4.5 Précipitation :**

Laghouat est doté d'un climat désertique. Au cours de l'année, il n'y a relativement faible précipitation en Laghouat. Chaque année, les précipitations sont en moyenne de 176 mm.

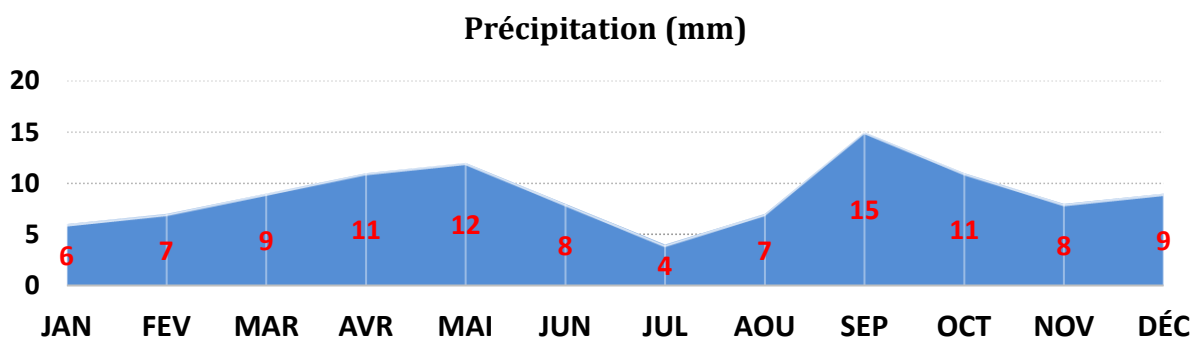


Figure 3. 12: graphe de précipitation annuelle.  
Source : <https://weatherspark.com>.

**3.1.4.6 Humidité :**

Dans le mois de décembre on enregistre un taux d'humidité relative le plus élevé (67%), et le plus bas (17%) pendant le mois d'aout.

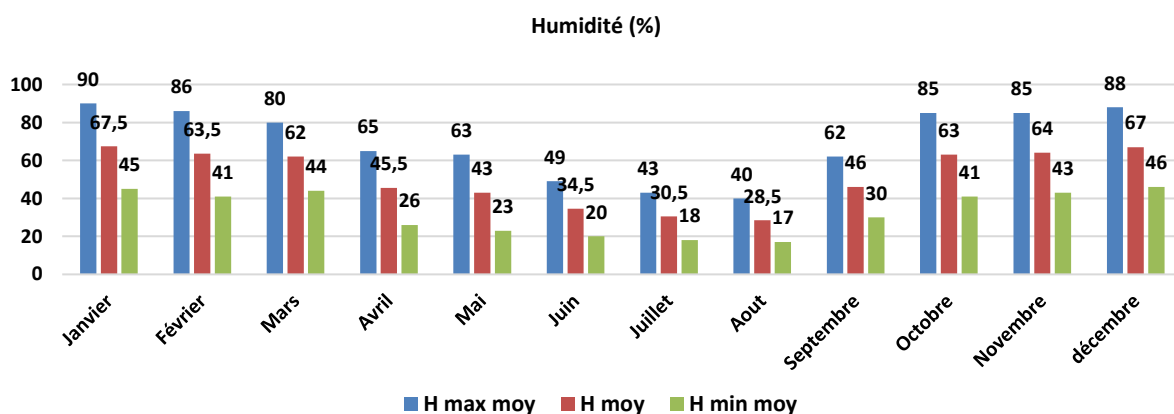


Figure 3. 13: graphe de l'humidité. Source : graphe de précipitation annuelle.  
Source : <https://weatherspark.com>.

**3.1.5 Diagramme psychrométrique :**

Le diagramme psychrométrique de Givoni détermine les besoins du confort thermique afin d'établir des solutions adéquates, pour rattraper les conditions de confort établis au préalable. Selon le diagramme de Givoni on distingue cinq périodes :

- ✓ Pour les mois de janvier, février et décembre on a besoin d'un chauffage solaire actif.
- ✓ Pour les mois mars et novembre on a besoin d'inertie thématique du bâtiment.
- ✓ Pour les mois Avril, mai et octobre situés dans la zone de confort avec la nécessité d'une ventilation pour le mois mai.
- ✓ Pour le mois de juin et septembre on a besoin d'une grande masse thermique.
- ✓ Pour les mois de juillet et aout les plus chauds on a besoin d'une ventilation nocturne avec refroidissement par évaporation. (Voir annexe 2).

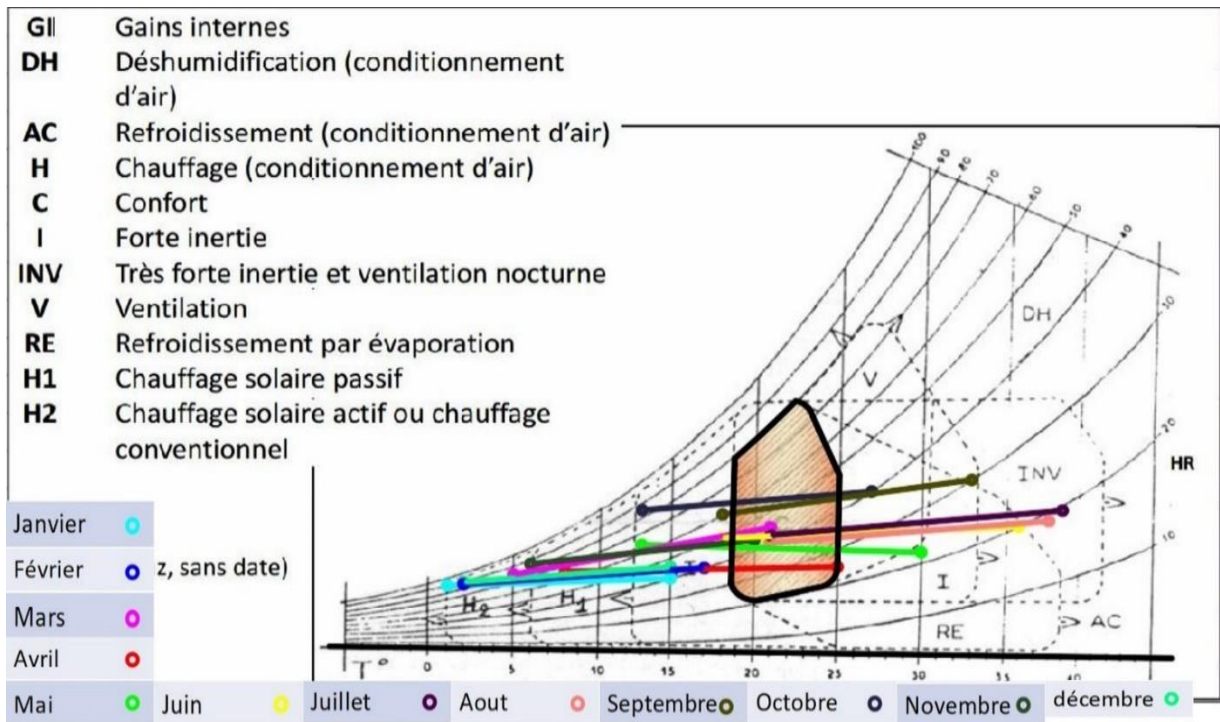


Figure 3. 15: Diagramme de Givoni sur la ville de Laghouat.  
Source : Auteur

3.2 Analyse du site :

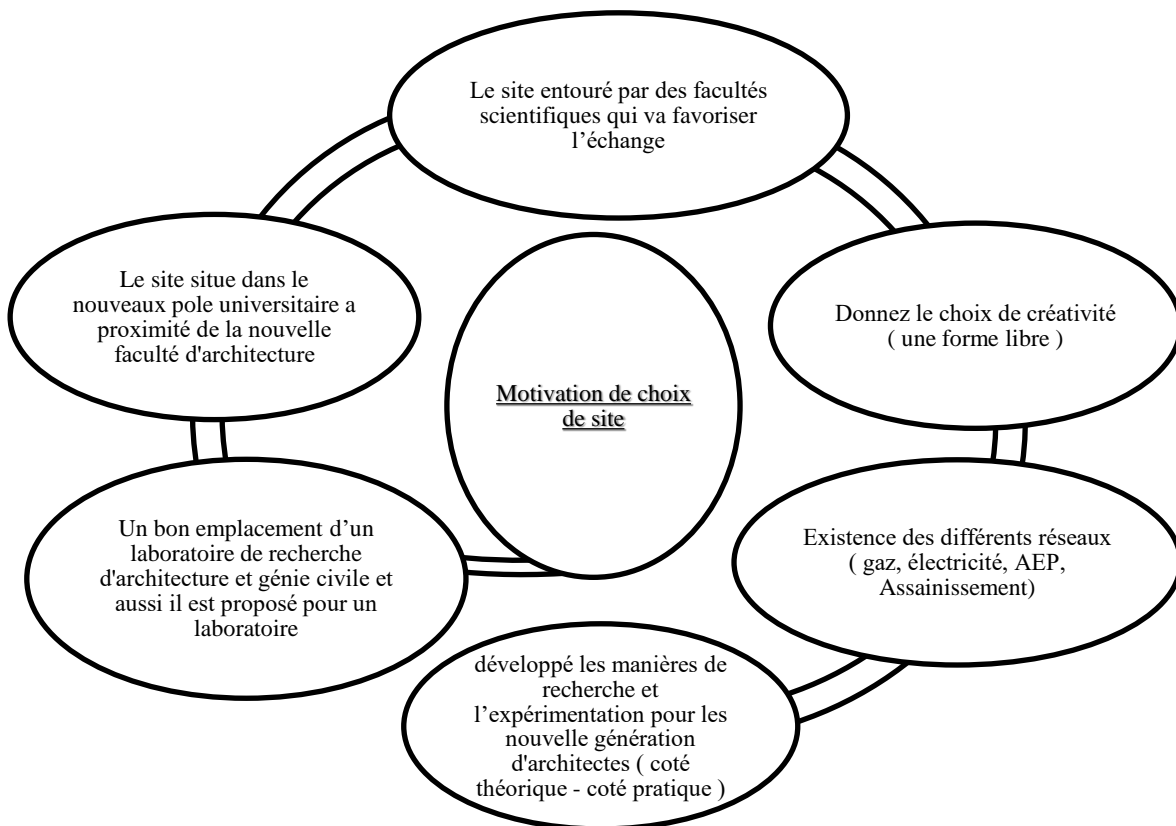


Figure 3. 14: motivation de choix de site.  
Source : Auteur.

3.2.1 Situation du terrain :

Notre site d'intervention se situe au nouveau pôle universitaire sud-ouest de la ville de Laghouat.

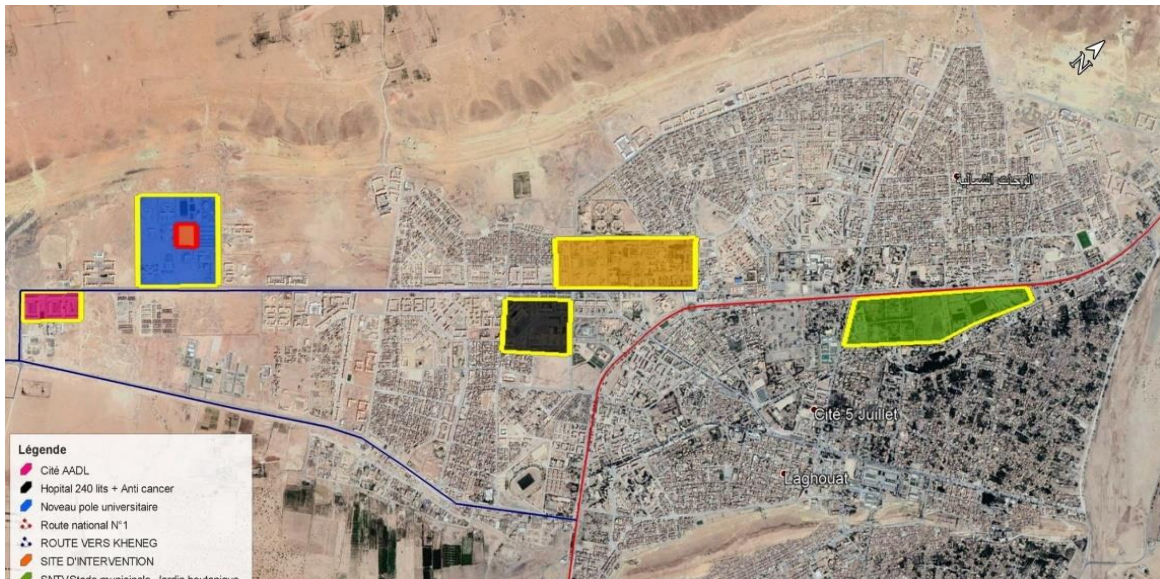


Figure 3. 16: situation de site.  
Source : Google earth.

3.2.2 La forme du terrain :

Le terrain du projet eu une forme rectangulaire et une surface de 23360 m<sup>2</sup> (160m\*146m).



Figure 3. 17: la forme et l'accessibilités de site.  
Source : Google earth.

3.2.3 Morphologie du terrain :

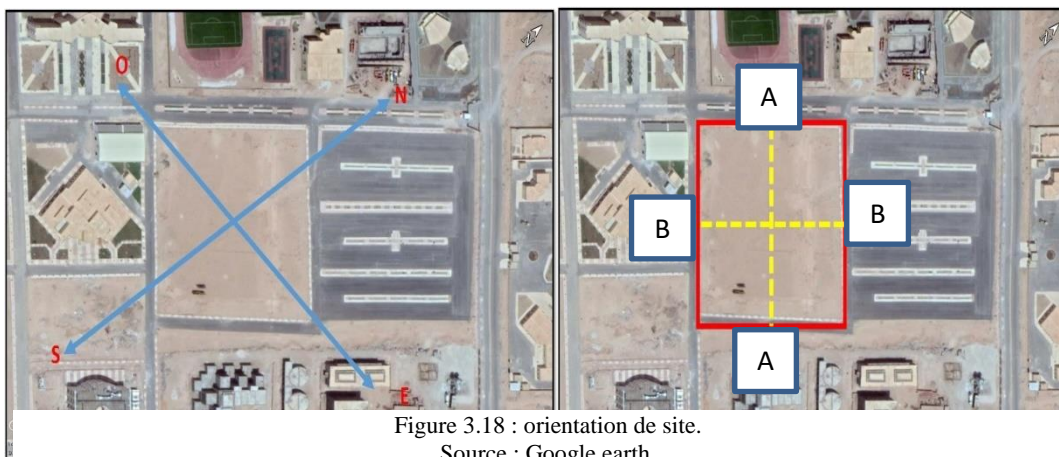


Figure 3.18 : orientation de site.  
Source : Google earth.

Le terrain est peu accidenté relativement plat avec une pente de 2 % pour la coupe A-A, et 2 % pour la coupe B-B

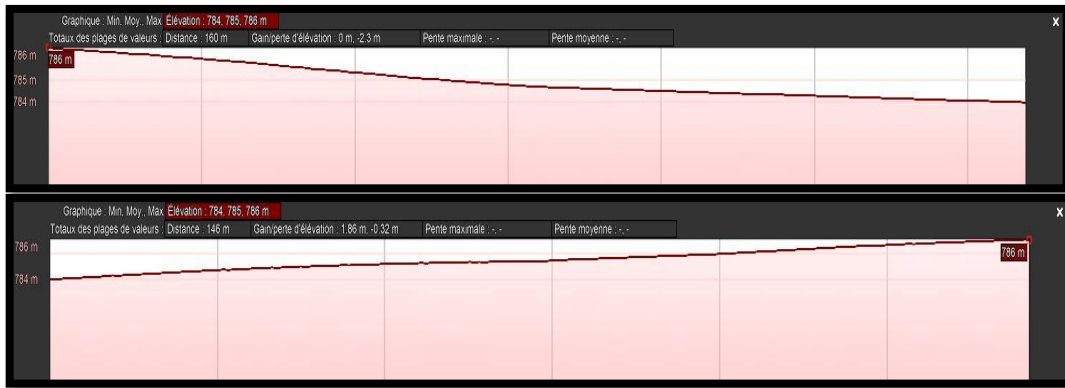


Figure 3. 18: topographie de site.  
Source : Auteur.

**3.2.4 Les limites :**

Notre terrain est entouré du nord par la faculté de sport et de l’est le projet de 5000 place pédagogique, sud la bibliothèque et l’ouest par 14 laboratoires et aussi par le sud-ouest bloc de restauration et nord-est parking.

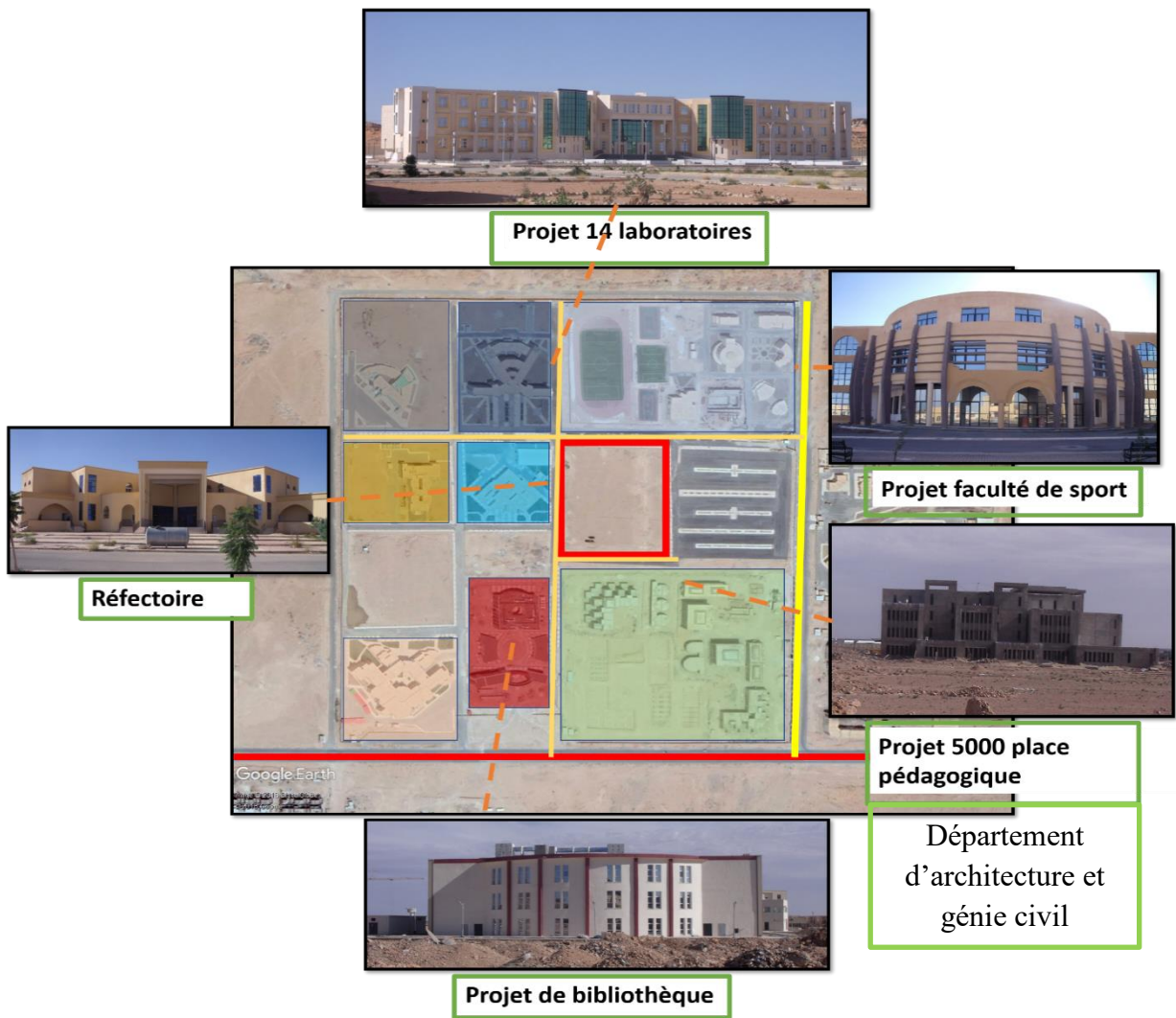


Figure 3. 19: les limites de site.  
Source : Google earth.

3.2.5 Les données climatiques de site :

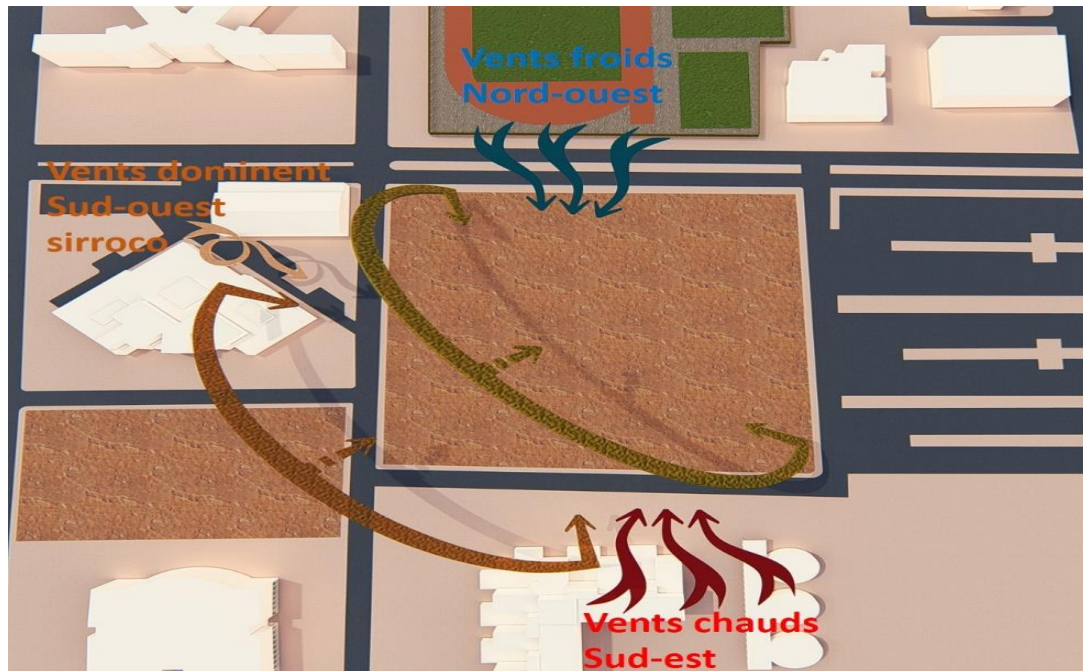


Figure 3. 20: les données climatiques de site.  
Source : Auteur.

3.2.6 Voisinage :

3.2.6.1 Projet de 14 laboratoires :

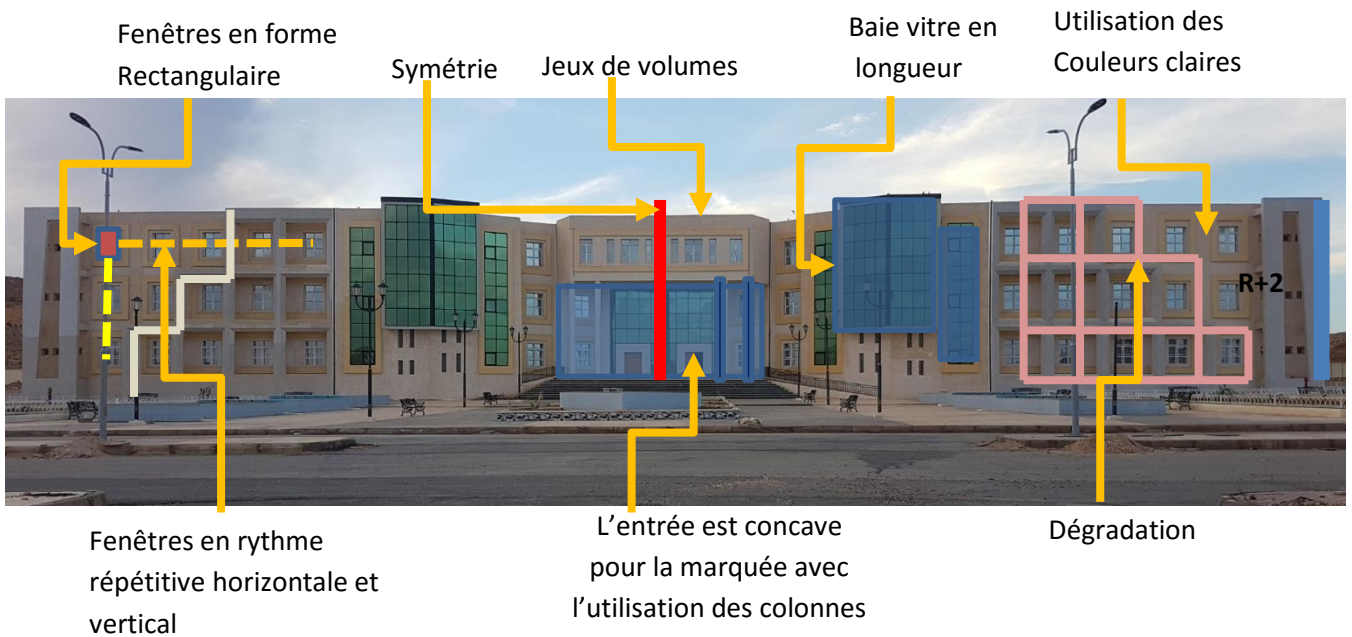


Figure 3. 21: façade principale de projet 14 laboratoires et son orientation.  
Source : Auteur.

3.2.6.1.1 Critique :

- ✓ Façades S-E exposée au soleil mais on voit l'utilisation des baies vitrées.
- ✓ Exposée au vents mal orienté et implanté.
- ✓ Cette formes et orientation crée des zones ou les vents de sable reste.
- ✓ Des éléments pour masquée les fenêtres de sanitaire et ce n'est pas économique.

3.2.6.2 Faculté de sport :

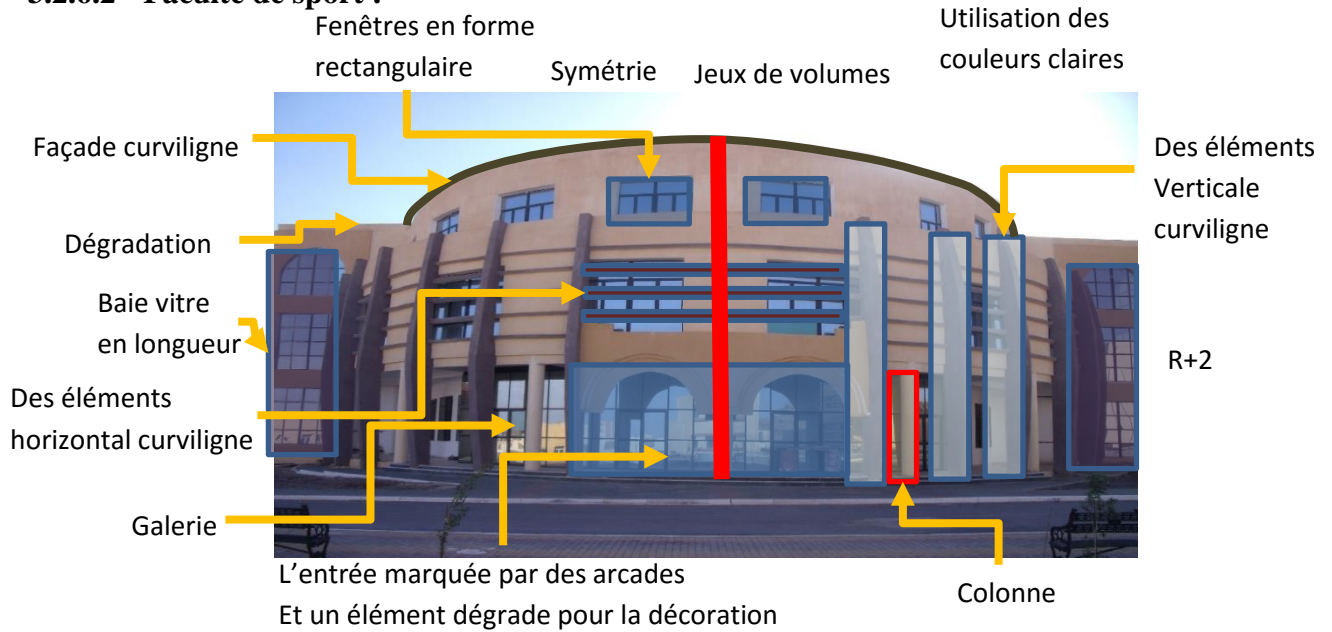


Figure 3. 22: façade principale de Faculté de sport et son orientation.  
Source : Auteur.

3.2.6.2.1 Critique :

- ✓ Utilisation des baies vitrées et grandes fenêtres dans la partie est,
- ✓ Utilisation des éléments horizontaux et verticaux pour protéger contre les rayons solaires mais la façade est orientée l'est.
- ✓ Façade postérieure utiliser des fenêtres en longueur sans protection contre ensoleillement.
- ✓ Mal orienter / -Mal protection contre les vents.

3.2.6.3 Bibliothèque :

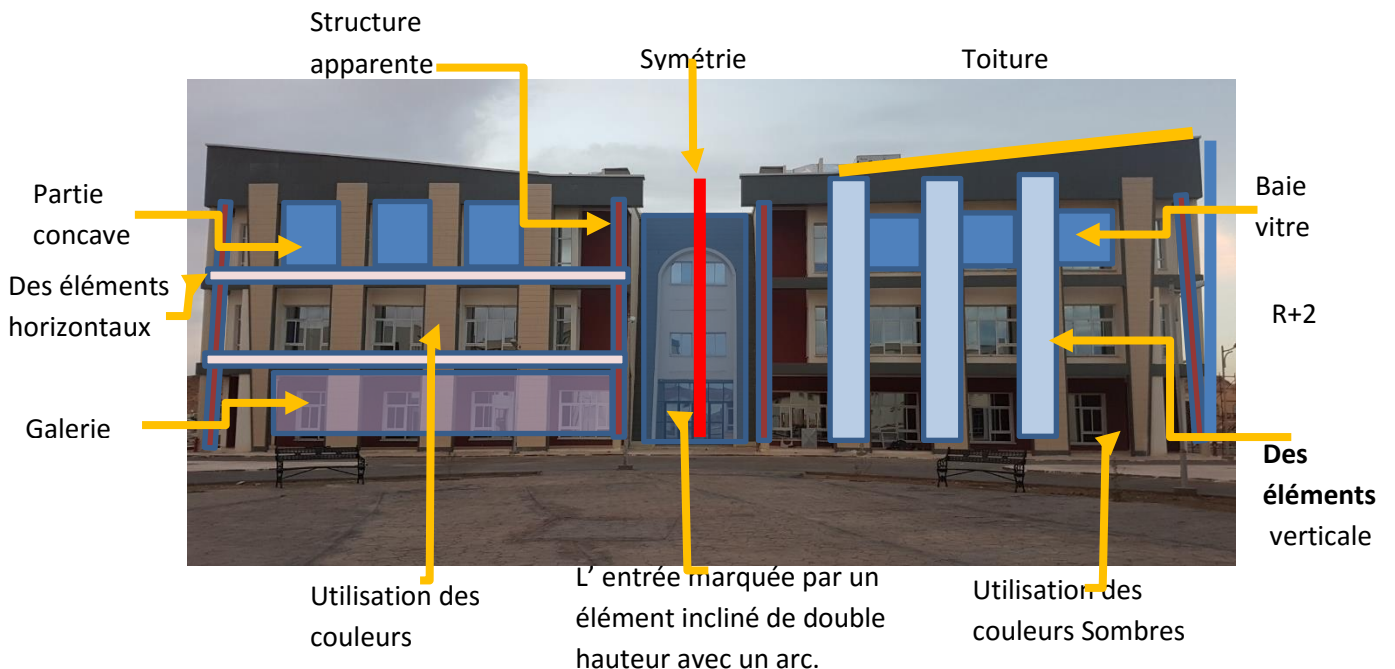


Figure 3. 23: façade principale de Bibliothèque son orientation.  
Source : Auteur.

**3.2.6.3.1 Critique :**

- ✓ Façades N-O et N-E exposée au soleil d'est et en voie l'utilisation des baies vitrée sans protection.
- ✓ Façade ventilée qui va fait des bruit / -Mal orienter / -Mal protection contre les vents.

**3.2.6.4 Restauration :**

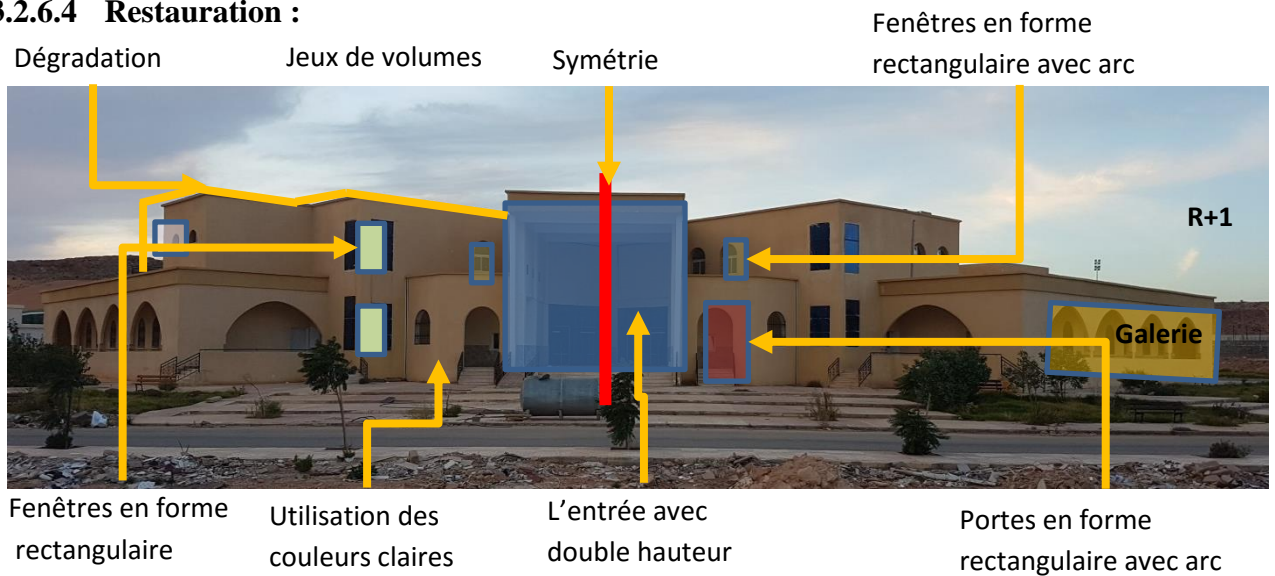


Figure 3. 24: façade principale de Restauration et son orientation.  
Source : Auteur.

**3.2.6.4.1 Critique :**

- ✓ Mauvaise implantation.
- ✓ Création des galeries pour la protection mais elles sont exposé au l'est et ouest / -Jeux de volumes sans rôle.
- ✓ Mal protéger contre les vents avec l'exposition des galeries au vent / -Fenêtre au ouest sans protection.

**3.2.6.5 Projet de 5000 places pédagogique :**



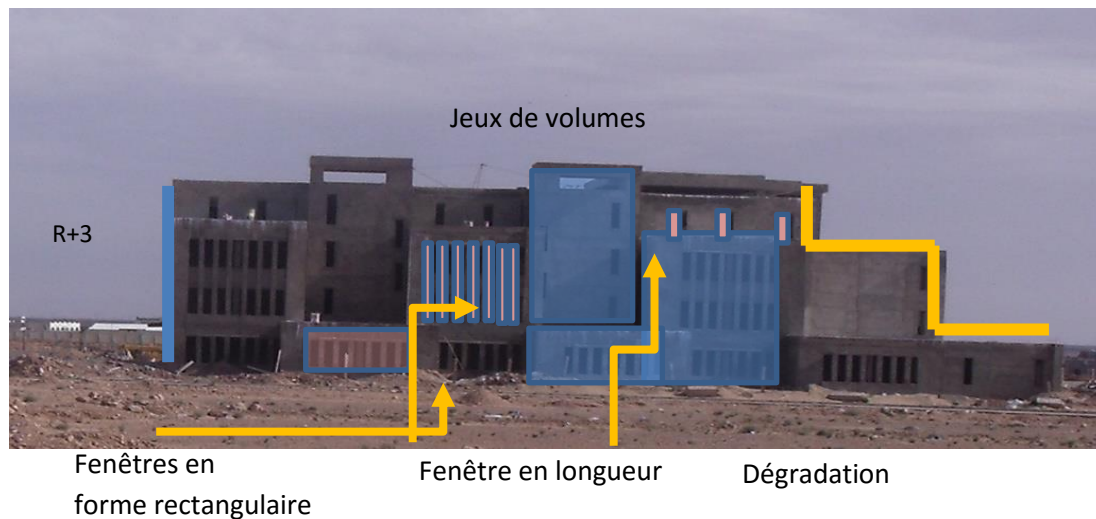


Figure 3. 25: façade principale et latérale de 5000 places pédagogique et son orientation.  
Source : Auteur.

### 3.2.6.5.1 Critique :

- ✓ Utilisation des baies vitrées et grandes fenêtres dans la Façade N-E et S-E,
- ✓ Façade N-O exposée au soleil du côté ouest mais en vue l'utilisation des baies vitrées en longueur et des éléments de protection sans rôle.
- ✓ Jeux de volumes qui augmentent la surface exposée au soleil, les déperditions thermiques, l'emprise au sol -Mal orienter.
- ✓ Mal protection contre les vents.

#### Synthèse :

- ✓ Adoption de la stratégie d'été comme moyen (durée de la période estivale 6 mois).
- ✓ Plantation d'arbres à feuilles persistantes du côté N-O (vents dominants) et du côté S-O (sirocco).
- ✓ Création d'un plan plantes grimpantes et des plans d'eau du côté Sud-Est (vents chauds) afin de rafraîchir l'air.
- ✓ Forme appropriée pour atténuer la vitesse des vents.
- ✓ Capturer l'éclairage de jour par atrium.
- ✓ Favoriser le maximum d'éclairage à travers l'orientation.
- ✓ Création de patio pour favoriser l'éclairage naturel et la ventilation.
- ✓ Forme compacte pour réduire les surfaces exposées au soleil.
- ✓ Mise en évidence du parking existant,
- ✓ Favoriser l'orientation climatique des espaces de travail (labos) Nord-Sud.

**Synthèse générale :**

**Situation et accessibilité :**

- ✓ La création d'une voie mécanique de cotes N-O pour l'entrer des véhicules de décharge.

**Plan de masse :**

- ✓ L'utilisation de la végétation et renforcé les arbres par :
  - Des arbres à feuilles caduques du côté Sud limitent la pénétration du soleil en été.
  - Des arbres à feuilles persistants plantés du côté Nord pour se protège du vent froid.
- ✓ Création d'un plan d'eau du cotée Sud-Ouest pour rafraichie l'air.
- ✓ Des espaces d'expérimentation.
- ✓ Station météorologique.

**Volumétrie et façade :**

- ✓ Forme compacte qui permet de diminuer les déperditions thermiques.
- ✓ Intégration des éléments environnementaux (tour à vent, atrium, patio, les serre).

**Matériaux :**

- ✓ Utilisation des matériaux locale.

**Gestion :**

- ✓ Augmentez l'autonome de l'éclairage Natural.
- ✓ La géothermie pour le chauffage et refroidissent.
- ✓ Une conception du projet qui participer à la réduction de la consommation énergétique.

***CHAPITRE 04***

***ETUDE***

***PROGRAMMATIQUE***

**Etude Programmatique :**

**Introduction :**

La programmation permet de mieux comprendre les différents espaces du laboratoire de recherche scientifique soit de génie civil ou bien architecture, Et consiste une énumération des entités et locaux nécessaires, avec leur localisation dans le projet et leur surface, Et permet aussi de connaître déterminer les exigences quantitatives et qualitatives du notre projet.

**4.1 Objectif du programme :**

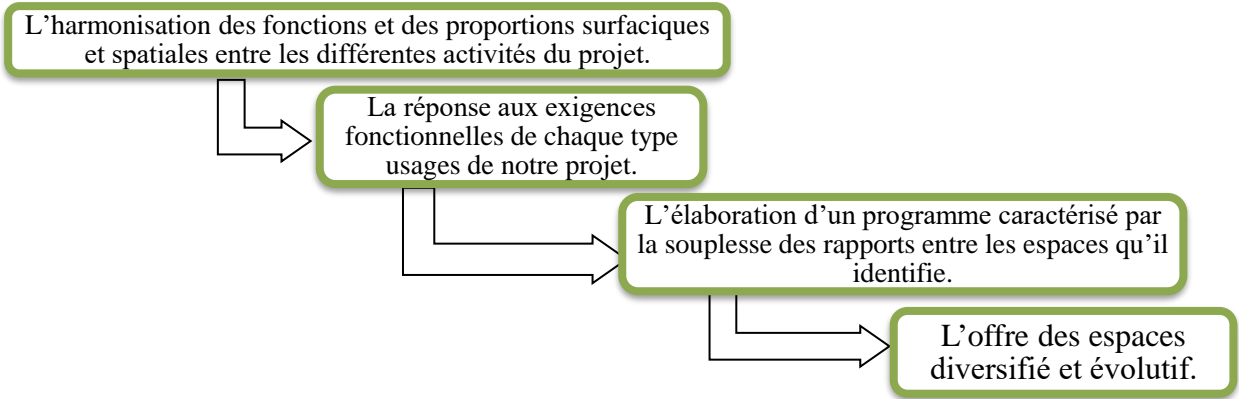


Figure 4. 1: objectif du programme.  
Source : Auteur.

**4.2 Structure de laboratoire :**

D'après le canevas de département génie civil et architecture et les nombres des étudiants nous avons structuré notre projet comme suivant :

- ✓ N° des profs architecture et génie civil : 51 et 45
- ✓ N° des étudiants archi. Et génie civil : 237 et 250

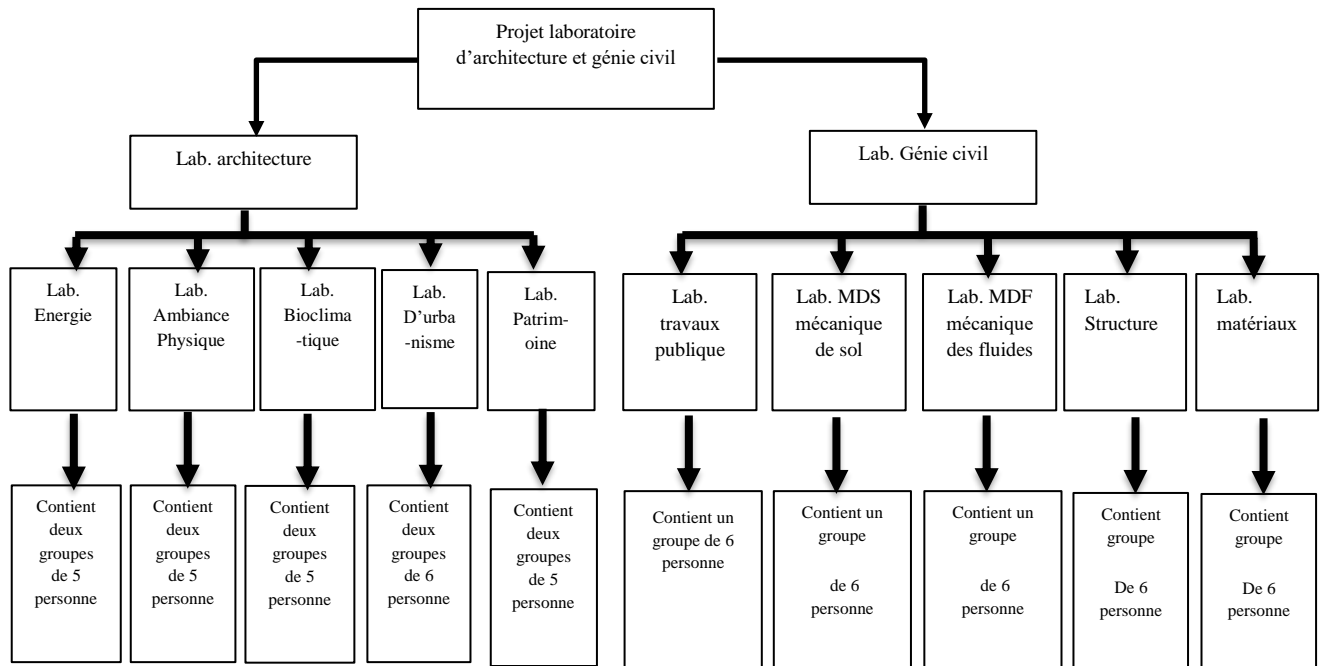


Figure 4. 2: schéma de structure des laboratoires.  
Source : Auteur.

4.3 Le programme quantitatif des exemples :

Les espaces présent à travers l'analyse des exemples :

| Espace                | nombre | Surface (m <sup>2</sup> ) |                          |    |                              |
|-----------------------|--------|---------------------------|--------------------------|----|------------------------------|
| Mécanique             | 01     | 38,5                      | Laboratoire de recherche | 01 | 252,83                       |
| Stockage              | 01     | 38,1                      | Espace de travaille      | 02 | 41,8                         |
| sanitaire             | 02     | 109,6                     | Salle de repos           | 02 | 91                           |
| électrique            | 01     | 16,3                      | conférence               | 04 | 136,2                        |
| Ascenseur marchandise | 01     | 6                         | archive                  | 01 | 18,4                         |
| corridor              | 02     | 26,8                      | Local téléphone          | 01 | 4,25                         |
| Réception             | 02     | 54,37                     | Porte manteau            | 01 | 2,1                          |
| Hall                  | 02     | 436                       | Bureau ouvert            | 01 | 571,8                        |
| entrée                | 01     | 9,7                       | Ascenseur                | 01 | 6                            |
| classe                | 01     | 146,2                     | <b>Totale</b>            | /  | <b>2262.20 m<sup>2</sup></b> |
| stockage              | 07     | 42,6                      | <b>circulation</b>       | /  | <b>20%</b>                   |
| Espace volontaire     | 01     | 50,3                      |                          |    |                              |

Tableau 4. 1: tableau de programme quantitatif d'exemple de Centre pour des paysages durables CSL.  
Source Auteur.

| Espace                                   | Nombre | Surface m <sup>2</sup> |
|--|--------|------------------------|
| Espace mécanique                         | 01     | 79,68                  |
| sanitaire                                | 02     | 44,8                   |
| stockage                                 | 12     | 183,48                 |
| Laboratoire de matériaux de construction | 01     | 69,12                  |
| Laboratoire MDS                          | 01     | 45,75                  |
| Magasin model                            | 01     | 57,79                  |
| Laboratoire hydraulique                  | 01     | 597,33                 |
| hall                                     | 01     | 517,36                 |
| Bureaux des étudiants                    | 01     | 103,6                  |
| Bureaux de laboratoire                   | 10     | 105,11                 |
| Laboratoire de structure                 | 01     | 258,29                 |
| Classe                                   | 01     | 201,4                  |
| Classe travaux publique                  | 01     | 109,79                 |
| Bureaux administrative                   | 04     | 87,79                  |
| <b>Totale</b>                            | /      | <b>2461,24</b>         |
| <b>circulation</b>                       | /      | <b>20%</b>             |

Tableau 4. 3 : tableau quantitatif d'exemple de Bâtiment de génie civil UMD Swenson.  
Source : Auteur.

| Espace                | Nombre | Surface m <sup>2</sup> |
|-----------------------|--------|------------------------|
| laboratoires          | 10     | 525,58                 |
| Réception             | 01     | 14,87                  |
| sanitaire             | 09     | 42,3                   |
| Hall                  | 01     | 319,74                 |
| Salle de conférence   | 01     | 39,47                  |
| Sas d'entrée          | 02     | 10,5                   |
| Salle info            | 07     | 122,76                 |
| Bureau                | 01     | 11,5                   |
| archive               | 01     | 21,77                  |
| cafeteria             | 01     | 43,72                  |
| Auditorium            | 01     | 106,84                 |
| Cafeteria extérieur   | 01     | 42,46                  |
| Stockage              | 02     | 5                      |
| Salle de surveillance | 01     | 24,63                  |
| Salle de lecture      | 01     | 50,18                  |
| <b>Totale</b>         | /      | <b>4261,25</b>         |
| <b>circulation</b>    |        | <b>8%</b>              |


Tableau 4. 2 : tableau quantitatif d'exemple de Centre de recherche.  
Source : Auteur.

4.4 Les espaces proposés :


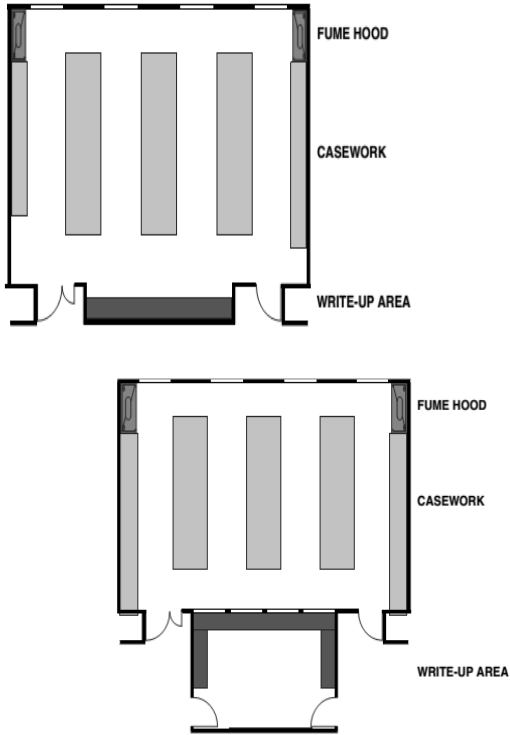
|                                     |                  |                       |
|-------------------------------------|------------------|-----------------------|
| Laboratoire                         | <b>Commun</b>    | Exposition            |
| Laboratoire des ambiances physiques | Serre            | Exposition            |
| Laboratoire de fabrication          | Espace d'échange | Exposition temporaire |


Tableau 4. 4: tableau des espaces proposé.  
Source Auteur.

4.5 Programme qualitatif :

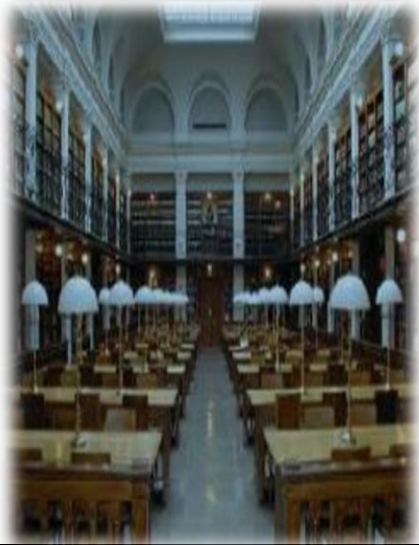
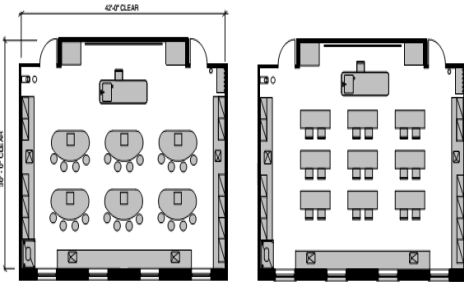

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Réception et lobby</b>  |   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Peut-être central atrium.</li> <li>✓ Lieu de rencontre.</li> <li>✓ Contient des zones d'affichage, lambris en bois.</li> <li>✓ L'utilisation de plusieurs matériaux et couleurs.</li> <li>✓ Salle de conférence, bureaux, laboratoires adjacents à l'atrium.</li> <li>✓ Centre de circulation principal.</li> <li>✓ Ports de données pour l'utilisation d'ordinateurs.</li> </ul> |   |   |
| <b>Confort d'ambiance</b>  | Niveau d'éclairage, (Lux)<br>215-323<br>Appareils d'éclairage et lampes typiques<br>Semblable à celle des zones environnantes | <b>Température</b> : 22°C-24°C été<br>21°C-22°C hiver<br><b>Humidité</b> : 40% au 50%<br><b>Débit d'air</b> : 18 m3/h/personne |
| <b>Equipement</b>  | Tables, chaises   |  |
| <b>Laboratoires</b>  |   |  |



|  |  |   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les casiers doivent être flexibles couleur et la finition</li> <li>✓ Sont également importantes</li> <li>✓ La couleur des motifs de carrelage et le long des murs peuvent avoir un impact sur l'image de chaque laboratoire</li> <li>✓ Les matériaux utilisés dans le mobilier de laboratoire (Métal, bois, plastique),</li> <li>✓ La lumière artificielle</li> <li>✓ Le vitrage intérieur permet de filtrer la lumière à travers le bâtiment</li> <li>✓ Créer des espaces de travail, des casiers et des rangements</li> <li>✓ Quantité appropriée d'espace pour la circulation</li> <li>✓ Avoir un espace mural pour le stockage au lieu du vitrage.</li> </ul>   |  |   |
| <p><b>Confort d'ambiance</b></p>   | <p>Niveau d'éclairage, (Lux)<br/>807-1076<br/>Appareils d'éclairage et lampes typiques<br/>Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique</p> | <p><b>Température :</b> 21°C-22°C tous les Saisons<br/><b>Humidité :</b> 50% été au 35% hiver<br/><b>Débit d'air :</b> 15 m3/h/personne</p> |
| <p><b>Equipement</b></p>   | <p>Voire annexe 3.</p>   |   |
| <p><b>Couloirs</b></p>   |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sont des éléments clés de l'organisation du laboratoire</li> <li>✓ Le plafond, fermé ou exposée</li> <li>✓ Circuit touristique extérieur avec vue sur les laboratoires intérieurs et extérieurs</li> <li>✓ Les couloirs publics doivent être bien éclairés pour permettre aux gens de lire des informations</li> <li>✓ Des couleurs et des motifs différents peuvent être utilisés, des tableaux de repères, des tableaux de pointage</li> <li>✓ Les portes des laboratoires doivent être encastrées pour empêcher leur passage</li> <li>✓ Les zones de places assises créées à proximité ou au bout du couloir</li> <li>✓ Les escaliers, l'ascenseur doivent être faciles à trouver pour permettre une circulation agréable</li> </ul> |  |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>Confort d'ambiance</b></p>  | <p>Niveau d'éclairage, (Lux)<br/>215-323<br/>Appareils d'éclairage et lampes typiques<br/>Semblable à celle des zones environnantes</p>                       | <p><b>Température :</b> 22°C-24°C été<br/>21°C-22°C hiver<br/><b>Humidité :</b> 40% au 50%<br/><b>Débit d'air :</b> 18 m<sup>3</sup>/h/personne</p> |
| <p><b>Salons et salles de repos</b></p>   |   |   |
| <p>✓ Dans de grandes installations, prévoir de petites salles de pause adaptées à la copie locale des fabricants de fournitures de bureau dans les zones de bureaux de 7.4 à 9.3 m<sup>2</sup> nets</p> |   |   |
| <p><b>Confort d'ambiance</b></p>  | <p>Niveau d'éclairage, (Lux)<br/>215-323<br/>Appareils d'éclairage et lampes typiques<br/>Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique</p> | <p><b>Température :</b> 22°C-24°C été<br/>21°C-22°C hiver<br/><b>Humidité :</b> 40% au 50%<br/><b>Débit d'air :</b> 18 m<sup>3</sup>/h/personne</p> |
| <p><b>Equipement</b></p>  | <p>Table cernée des chaises. Pour ce qui est du mobilier, optez pour des assises confortables : des poufs, des canapés.....</p>                               |   |
| <p><b>Zones de rédaction</b></p>  |   |   |
| <p>✓ Évitez de le placer derrière ou près de la hotte aspirante le long du mur extérieur.<br/>✓ Des pupitres de cluster distants le long du couloir</p>   |   |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Confort d'ambiance</b>  | Niveau d'éclairage, (Lux) 807-1076<br>Appareils d'éclairage et lampes typiques<br>Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique                                       | <b>Température :</b> 21°C-22°C tous les Saisons<br><b>Humidité :</b> 50% été au 35% hiver<br><b>Débit d'air :</b> 15 m <sup>3</sup> /h/personne |
| <b>Equipement</b>  | Table   |   |
| <b>Escaliers ascenseurs</b>  |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Doivent être situés dans des zones très visibles le long des couloirs principaux</li> <li>✓ Des laboratoires ont besoin d'au moins un ascenseur situé à proximité de l'entrée principale et de la réception et d'un ascenseur à marchandises adjacent à d'autres ascenseurs ou près du quai de chargement, contrôlé par une carte de sécurité, généralement situé à l'écart du passage piétonnier principal</li> <li>✓ Avoir un escalier près de l'ascenseur, les larges escaliers facilitent l'accès, le sol est détaillé et bien fini pour rehausser le hall d'entrée.</li> <li>✓ Les escaliers de secours doivent être situés à une distance inférieure à 91.44 m</li> </ul> |   |   |
| <b>Confort d'ambiance</b>  | Niveau d'éclairage, (Lux) 500 lux   | <b>Température :</b> 22°C-24°C été<br>21°C-22°C hiver   |
| <b>Bureaux</b>   |   |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Très vite très encombrés, la conception réussie de bureaux non seulement la qualité et la quantité d'équipements et de meubles, le vitrage.</li> <li>✓ Capacité à travailler avec l'ordinateur et à la réunion.</li> <li>✓ Quantité d'étagères et de stockage.</li> <li>✓ Surface entre 9.30-18.50 m<sup>2</sup>, cadres intermédiaires 14.00 – 13.20 m<sup>2</sup>, senior 10.50 m<sup>2</sup></li> </ul>  |   |   |
| <b>Confort d'ambiance</b>  | Niveau d'éclairage, (Lux) 538 / 807, Appareils d'éclairage et lampes typiques Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique Semblable à celle des zones environnantes | <b>Température :</b> 22°C-24°C été<br>21°C-22°C hiver<br><b>Humidité :</b> 40% au 50%<br><b>Débit d'air :</b> 18 m <sup>3</sup> /h/personne     |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Equipement</b>  | Tables avec des chaise, ordinateurs  |   |
| <b>Salle de conférence</b>   |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Un espace de contact entre le public et les chercheurs, elle abritera des activités telles que la diffusion de documentaires projections et séminaires</li> <li>✓ Elle situe dans un endroit loin de laboratoire avec un accès spécial.</li> <li>✓ Prévoir un isolement thermique et acoustique :</li> <li>✓ Au niveau de plafond par un faux plafond général.</li> <li>✓ La pente sera de l'ordre de 8 à 10 cela correspond à une surélévation de 12cm entre deux rangées de sièges successives.</li> <li>✓ L'angle de vision devra être de : 110° depuis le 1er rang, 60° depuis la rangée médiane 30° depuis le dernier rang.</li> <li>✓ Couloirs de circulation larges pour une évacuation rapide et efficace.</li> <li>✓ Chaque personne occupe une surface de 0.5m<sup>2</sup>.</li> <li>✓ La surface de la scène est presque le 1/6 de la surface des gradins</li> </ul> |  |   |
| <b>Confort d'ambiance</b>  | Niveau d'éclairage, (Lux)<br>500 lux<br>Appareils d'éclairage et lampes typiques<br>Eclairage ponctuelle directe avec spots<br>Un éclairage de sécurité          | <b>Température :</b> 22°C-24°C été<br>21°C-22°C hiver<br><b>Humidité :</b> 40% au 50%<br><b>Débit d'air :</b> 18 m <sup>3</sup> /h/personne |
| <b>Equipement</b>  | Equipée en sonorisation micros HF et fixes, chaises vidéoprojecteur, écran, tables présidents, Dans la salle de conférence principale les tribunes télescopiques |   |
| <b>Bibliothèque</b>  |  |   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ C'est un espace majeur dans ce type</li> <li>✓ D'équipements car il apporte l'accompagnement</li> <li>✓ Théorique et le fond documentaire et livres dont</li> <li>✓ Auront besoin les recherches scientifiques.</li> <li>✓ La bibliothèque sera composée de différents</li> <li>✓ Espaces d'activité tels que :             <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Salle de lecture.</li> <li>• La Salle des ouvrages.</li> <li>• La Salle des revues et espaces de Consultation.</li> <li>• Périodique.</li> <li>• L'espace de stockage.</li> </ul> </li> </ul> |   |   |
| <p><b>Confort d'ambiance</b></p>   | <p>Niveau d'éclairage, (Lux)<br/>807 lux</p>  | <p><b>Température :</b> 22°C-24°C été<br/>21°C-22°C hiver<br/><b>Humidité :</b> 40% au 50%<br/><b>Débit d'air :</b> 18 m<sup>3</sup>/h/personne</p> |
| <p><b>Equipement</b></p>   | <p>Bureau de bibliothèque, chaises, tables, comptoir de prêt, rayonnage</p>   |   |
| <p><b>Les salles de cours</b></p>  |   |   |
| <p>Cet espace permet aux chercheurs de donner des Cours, exercer leurs travaux dirigés, et compléter les Assimilations théoriques et pratiques.<br/>Caractéristique</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nécessité d'un éclairage naturel</li> <li>○ Directe par des grandes baies Vitrées.</li> <li>○ - Les couleurs clairs</li> </ul>  |   |   |
| <p><b>Confort d'ambiance</b></p>   | <p>Niveau d'éclairage, (Lux)<br/>300 lux<br/>Appareils d'éclairage et lampes typiques<br/>Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique</p> | <p><b>Température :</b> 22°C-24°C été<br/>21°C-22°C hiver<br/><b>Humidité :</b> 40% au 50%<br/><b>Débit d'air :</b> 15 m<sup>3</sup>/h/personne</p> |
| <p><b>Exposition</b></p>   |   |   |
| <p><b>Fonction :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Introduisant les différents moyens de communication, elle est dotée d'un point d'information afin de réserver la meilleure instruction au visiteur.</li> </ul> <p><b>Localisation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Espace ouvert près du hall d'accueil et sur les collections.</li> </ul> <p><b>Exigences particulières :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ · Isolation phonique des locaux.</li> </ul>  |   |   |

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| ✓ · La bonne visibilité    |   |   |
| <b>Confort d'ambiance</b>  | Niveau d'éclairage, (Lux)<br>500 à 700 lux  | <b>Température :</b> 22°C-24°C été<br>21°C-22°C hiver<br><b>Humidité :</b> 40% au 50%<br><b>Débit d'air :</b> 18 m <sup>3</sup> /h/personne |
| <b>Equipement</b>          | Les œuvres exposées proviennent généralement des arts plastiques, elles sont accrochées : peintures, dessins, photographies, ou posées au sol : sculptures. Mais on peut également trouver des œuvres de toutes natures, comme du mobilier ancien ou contemporain.  |   |
| <b>Salle d'infirmierie</b> |   |   |
|                            | ✓ De préférence qu'elle soit au RDC près des espaces des jeux et en relation avec l'accès mécanique de même elle doit être vue par tout le monde.   |   |
| <b>Confort d'ambiance</b>  | Niveau d'éclairage, (Lux)<br>300 lux  | <b>Température :</b> 22°C-24°C été<br>21°C-22°C hiver<br><b>Humidité :</b> 40% au 50%<br><b>Débit d'air :</b> 18 m <sup>3</sup> /h/personne |
| <b>Equipement</b>          | Bureau, lit, chaise roulante.   |   |
| <b>Stockage</b>            |   |   |
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Il doit être situé à proximité des laboratoires (relation forte)</li> <li>✓ Prévoir un isolement thermique par des murs en brique avec une lame d'air et les ouvertures avec double vitrage.</li> <li>✓ Renouvellement d'air 2 fois par heure avec l'intégration de système de traitement d'air à la poussière.</li> </ul> |   |
| <b>Confort d'ambiance</b>  | Niveau d'éclairage, (Lux)<br>300 lux<br>Appareils d'éclairage<br>Strip fluorescent<br>Et lampes typiques  | <b>Température :</b> 22°C-24°C été<br>21°C-22°C hiver<br><b>Humidité :</b> 40% au 50%   |

++

Tableau 4. 5: tableau qualitatif . Source : building type basics for research laboratories -Stephen A. Kliment, Series Founder and Editor-JOHN WILEY & SONS, INC. hadi dar nacher-New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto 2001

4.6 L'organigramme fonctionnel :

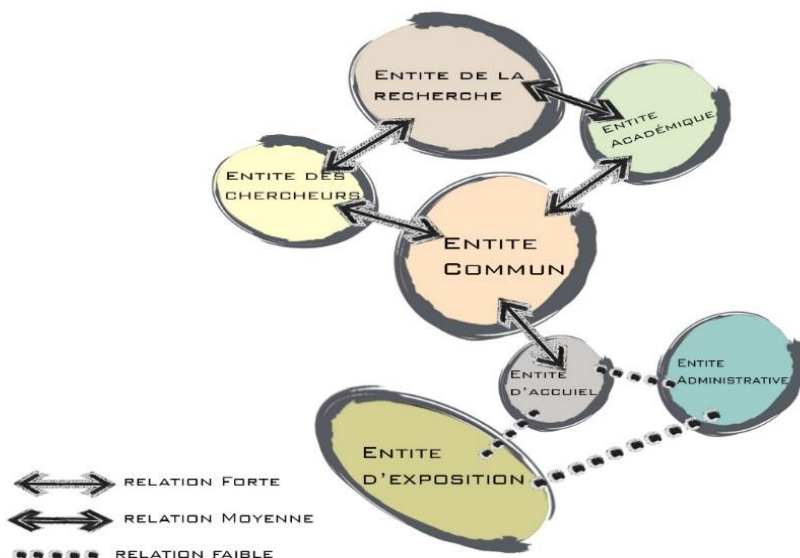


Figure 4. 3: l'organigramme fonctionnel.  
Source Auteur.

4.7 Le programme quantitatif proposé :

| Entité               | Espace                   | N                   | Surface unitaire (m <sup>2</sup> ) | Surface (m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Accueil              | Hall d'accueillie        | 01                  | 273                                | 273                       |
|                      | Réception                | 01                  | 18                                 | 18                        |
|                      | Bureau de Service        | 01                  | 13                                 | 13                        |
|                      | /                        | /                   | /                                  | /                         |
|                      | <b>Surface Total</b>     | 495 m <sup>2</sup>  |                                    |                           |
|                      | <b>Circulation</b>       | 191 m <sup>2</sup>  |                                    | 38%                       |
| Commune              | Salle de conférence      | 01                  | 82                                 | 82                        |
|                      | Break out room           | 01                  | 82                                 | 42                        |
|                      | Cafeteria                | 01                  | 80                                 | 123                       |
|                      |                          |                     | Stockage : 28<br>Sanitaire : 15    |                           |
|                      | Espace d'échange (patio) | 01                  | 270                                | 270                       |
|                      | Espace de nettoyage      | 01                  | 22                                 | 22                        |
|                      | Bibliothèque             | 01                  | Salle de lecture (02) : 130 (2)    | 389                       |
|                      |                          |                     | Rayonnage : 70                     |                           |
|                      |                          |                     | Sanitaire (02) : 59                |                           |
|                      | Infirmierie              | 01                  | 40                                 | 40                        |
|                      | Serre                    | 01                  | 70                                 | 70                        |
| Sanitaire            | 04                       | 20                  | 93                                 |                           |
|                      |                          | 35                  |                                    |                           |
|                      |                          | 16                  |                                    |                           |
|                      |                          | 23                  |                                    |                           |
| <b>Surface Total</b> | 1540m <sup>2</sup>       |                     |                                    |                           |
| <b>Circulation</b>   | 483 m <sup>2</sup>       |                     | 31%                                |                           |
| Exposition           | Exposition temporaire    | 01                  | 332                                | 332                       |
|                      | Exposition               | 01                  | 917                                | 917                       |
|                      | <b>Surface Total</b>     | 1514 m <sup>2</sup> |                                    |                           |
|                      | <b>Circulation</b>       | 265 m <sup>2</sup>  |                                    | 17.5%                     |
|                      | Réception                | 01                  | 15                                 | 15                        |

|                                      |                                       |                         |                                 |     |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----|
| <b>Administration</b>                | Bureau de directeur                   | 01                      | 38                              | 38  |
|                                      | Secrétariat                           | 01                      | 37                              | 37  |
|                                      | Salle de réunion                      | 01                      | 90                              | 90  |
|                                      | Bureau de serveur                     | 01                      | 30                              | 30  |
|                                      | Bureau de maintenance                 | 01                      | 16                              | 16  |
|                                      | Bureau de comptable                   | 01                      | 16                              | 16  |
|                                      | Bureau de nettoyage                   | 01                      | 16                              | 16  |
|                                      | Terrasse                              | 01                      | 135                             | 135 |
|                                      | Sanitaire                             | 01                      | 14                              | 14  |
|                                      | <b>Surface Total</b>                  | 667 m <sup>2</sup>      |                                 |     |
|                                      | <b>Circulation</b>                    | 260 m <sup>2</sup>      |                                 | 38% |
| <b>Académique</b>                    | Laboratoire académique                | 08                      | 75                              | 600 |
|                                      | Sanitaire                             | 02                      | 35                              | 70  |
|                                      | <b>Surface Total</b>                  | 860 m <sup>2</sup>      |                                 |     |
|                                      | <b>Circulation</b>                    | 190 m <sup>2</sup>      |                                 | 22% |
| <b>Chercheurs</b>                    | Bureau de chercheur                   | 05                      | 121                             | 649 |
|                                      |                                       |                         | 128                             |     |
|                                      |                                       |                         | 144                             |     |
|                                      |                                       |                         | 125                             |     |
|                                      |                                       |                         | 131                             |     |
|                                      | Salle de réunion                      | 01                      | 78                              | 78  |
|                                      | Serre                                 | 01                      | 95                              | 95  |
|                                      | Douche                                | 01                      | 22                              | 22  |
|                                      | Sanitaire                             | 02                      | 20                              | 40  |
|                                      | <b>Surface Total</b>                  | 1064 m <sup>2</sup>     |                                 |     |
| <b>Circulation</b>                   | 180 m <sup>2</sup>                    |                         | 17%                             |     |
| /                                    |                                       |                         |                                 |     |
| <b>Recherche</b>                     | Laboratoire de structure et matériaux | 01                      | Salle de rédaction : 49         | 335 |
|                                      |                                       |                         | Stockage : 24                   |     |
|                                      | Laboratoire de MDF                    | 01                      | Salle de rédaction : 25         | 225 |
|                                      |                                       |                         | Stockage : 8                    |     |
|                                      | Laboratoire de géotechnique           | 01                      | Salle de rédaction : 9          | 110 |
|                                      |                                       |                         | Stockage : 8                    |     |
|                                      | Laboratoire des ambiances physique    | 01                      | Laboratoire de soufflerie : 235 | 324 |
|                                      |                                       |                         | Laboratoire artificiel : 36     |     |
|                                      |                                       |                         | Laboratoire acoustique : 53     |     |
|                                      |                                       |                         | Stockage : 24                   |     |
|                                      | Laboratoire d'urbanisme               | 01                      | Salle de rédaction : 15         | 115 |
|                                      |                                       |                         | Stockage : 8                    |     |
| Laboratoire de fabrication           | 01                                    | Salle de rédaction : /  | 100                             |     |
|                                      |                                       | Stockage : 8            |                                 |     |
| Laboratoire énergétique              | 01                                    | Salle de rédaction : 9  | 130                             |     |
|                                      |                                       | Stockage : 8            |                                 |     |
| Laboratoire bioclimatique et paysage | 01                                    | Salle de rédaction : 15 | 130                             |     |
|                                      |                                       | Stockage : 8            |                                 |     |

|                                 |                        |                            |  |     |
|---------------------------------|------------------------|----------------------------|--|-----|
|                                 | Laboratoire géomatique | 01                         | Salle de rédaction : 6<br>Stockage : 8 | 100 |
|                                 | Salle de repos         | 02                         | 60                                     | 120 |
|                                 | Sanitaire              | 03                         | 41                                     | 123 |
|                                 | Espace expérimentation | 03                         | 180                                    | 570 |
|                                 |                        |                            | 200                                    |     |
|                                 |                        |                            | 190                                    |     |
|                                 | Dépôt                  | 01                         | 100                                    | 100 |
|                                 | Locale technique       | 01                         | 100                                    | 100 |
| <b>Surface Total</b>            | 3969 m <sup>2</sup>    |                            |  |     |
| <b>Circulation</b>              | 1377 m <sup>2</sup>    |                            | 34%                                    |     |
| <b>Total</b>                    | 10110 m <sup>2</sup>   | <b>Circulation</b>         | 29%                                    |     |
| <b>Surface de terrain</b>       |                        | <b>23360 m<sup>2</sup></b> |  |     |
| <b>Surface de bâti</b>          |                        | <b>5258 m<sup>2</sup></b>  |  |     |
| <b>Rapport (Terrain / bâti)</b> |                        | <b>22.5%</b>               |  |     |

Tableau 4. 6 : le programme quantitatif proposé.  
Source : Auteur.

**Synthèse :**

D'après l'analyse programmatique nous avons ressortir les points suivants :

- Déterminer les types des usagers de notre centre.
- Les déférents fonctions mères du projet
- Satisfaire les exigences (confort, mobilier, circulation ...) en programme d'espace et de surface.

***CHAPITRE 05***  
***ETUDE***  
***CONCEPTUELLE***

## Partie conceptuelle :

## Introduction :

La projection architecturale est une opération évolution ou on compose le projet à partir références théoriques et tente a créé l'harmonie entre l'enveloppe formelle, l'espace, l'aspect environnemental et le paysage, afin de produite une unité intégrante.

## 5.1 L'idée mère du projet :

Laboratoire d'architecture et génie civil est un lieu d'expérimentation et des développements de technologie et rendre les sciences dans le domaine de construction. Au même temps est une abrite d'échange des idées scientifique entre les différents utilisateurs.

Notre objectif en temps que des Architectes en environnement il faut penser d'une conception architecturale respecter l'environnement, on prend en considération le contexte (identité-climat...)

Afin d'attendre nos objectifs on a choisi une méthode pour incarner notre idée de projet, à partir d'utilisation le langage de l'univers qui est composé par :

- ✓ Géométrie
- ✓ Nombre
- ✓ Couleur
- ✓ Son

Donc pour présenter notre forme de départ on choisit une forme de base (cercle-triangle-équilatéral) de la géométrie sacrée a causé tout l'univers abrite une réalité géométrique donc on choisit le cercle (sphère) qui relie les deux filières architecture et génie civile parce que cette forme caractérise la dynamique dans sa forme et la stabilité dans sa décomposition.

On a décidé d'attribuer à chaque discipline (Architecture/Génie civile) une forme géométrique tout en favorisant l'aspect dynamique, pour refléter l'architecture on a choisi la géode car c'est une forme sacrée dans la discipline, et pour refléter le génie civil on a choisi le cube car c'est un volume qui reflet la stabilité par sa géométrie et son aspect statique. ( voir la fig 5.1 ).

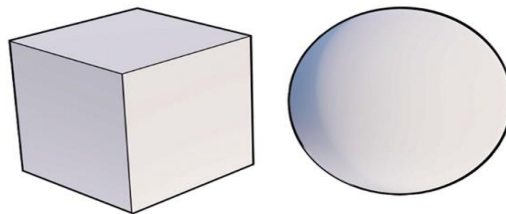


Figure 5. 1: les volumes de base de notre idée mère.

Source : Auteur.

Pour assurer la proportion entre Les deux formes nous avons optés pour la proportion d'or basée sur le nombre d'or,  $\phi = (1+\sqrt{5})/2 \approx 1,61803...$ , Pour simplifier on utilise les nombres qui constitue la suite de Fibonacci (Il suffit de prendre deux nombres de départ. Les ajouter donne le troisième, puis le deuxième + le troisième donne le quatrième et ainsi de suite. Les termes de cette suite sont appelés **nombres de Fibonacci**.) plus les nombres sont grand plus leurs rapports sont proches du nombre d'or. Les nombres utilisés sont : 34 ; 55. (la fig 5.2 ).

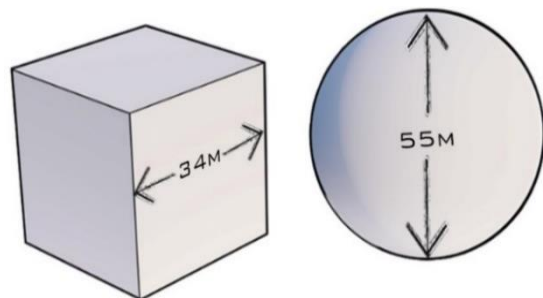


Figure 5. 2: la proportion entre les deux volumes de base.

Source : Auteur.

- ✓ Pour la durabilité, on a décidé de traité les formes choisies d'une manière de régresser le coefficient de forme.
- ✓ Pour le contexte nous avons reflat l'identité par la typologie architecturale de la ville (matériaux-patio.....) et la géode est perforé avec traitement islamique propre à la région.

## 5.2 La genèse du projet :

### 5.2.1 L'état des lieux :

- ✓ Le terrain a une forme rectangulaire avec une superficie de 23360 m<sup>2</sup>.
- ✓ Il est orienté Nord-est Sud-Ouest ça donne un bon ensoleillement dans toute l'année et les heures de l'année.
- ✓ L'assiette est exposée aux vents dominants du côté Nord-Ouest, chauds Sud-Est et les vents de sirocco du partie Sud-Ouest.(fig 5.3 )

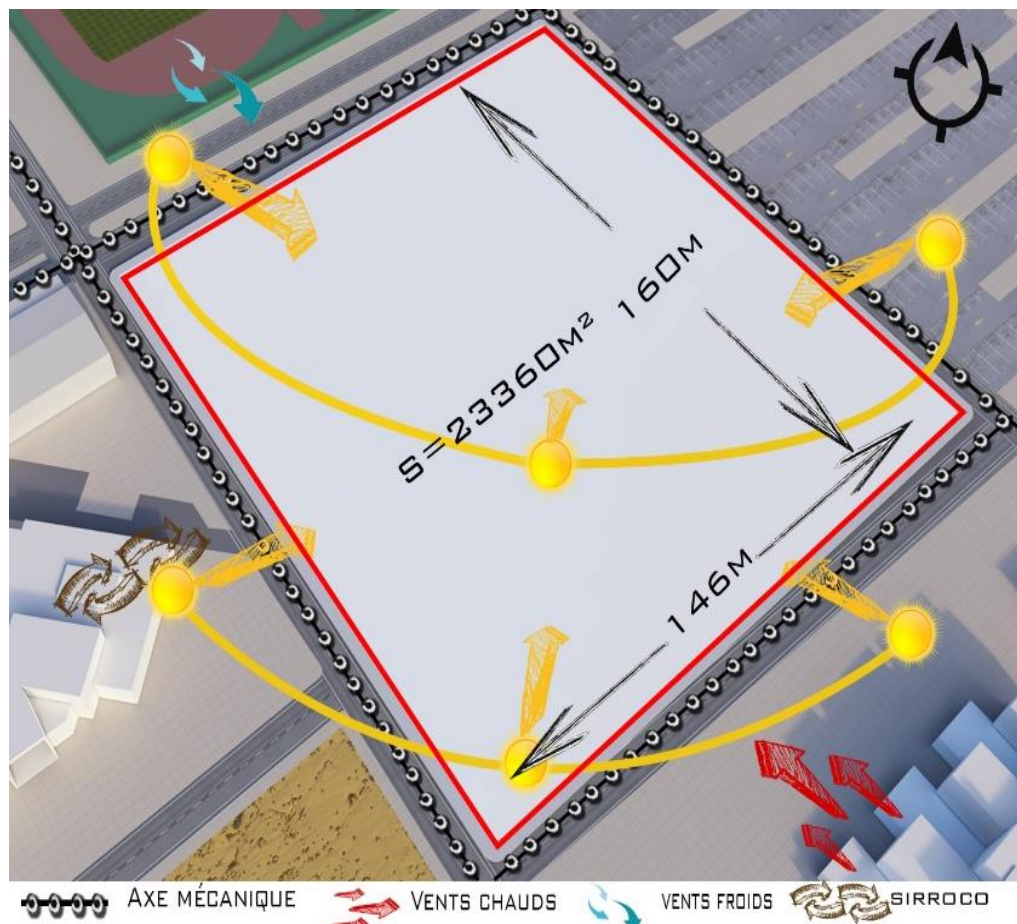


Figure 5. 3: l'état des lieux de notre terrain.  
Source : Auteur.

### 5.2.2 Choix des accès et mode d'occupation du terrain :

- ✓ Un accès mécanique à la partie Nord-Ouest proche de l'entrée secondaire du pôle universitaire, et deux autre piétonnes du côté Nord-Est et Sud-est du côté du nouveau département d'architecture et génie civile afin d'assurer un bon fonctionnement et facilite de circulation.
- ✓ Le recul pour marquer l'entrée principale, la perception visuelle globale, réduire la propagation des bruits et assurer la sécurité et crée une zone tampon entre le parking et le bâtiment. (fig 5.4 )

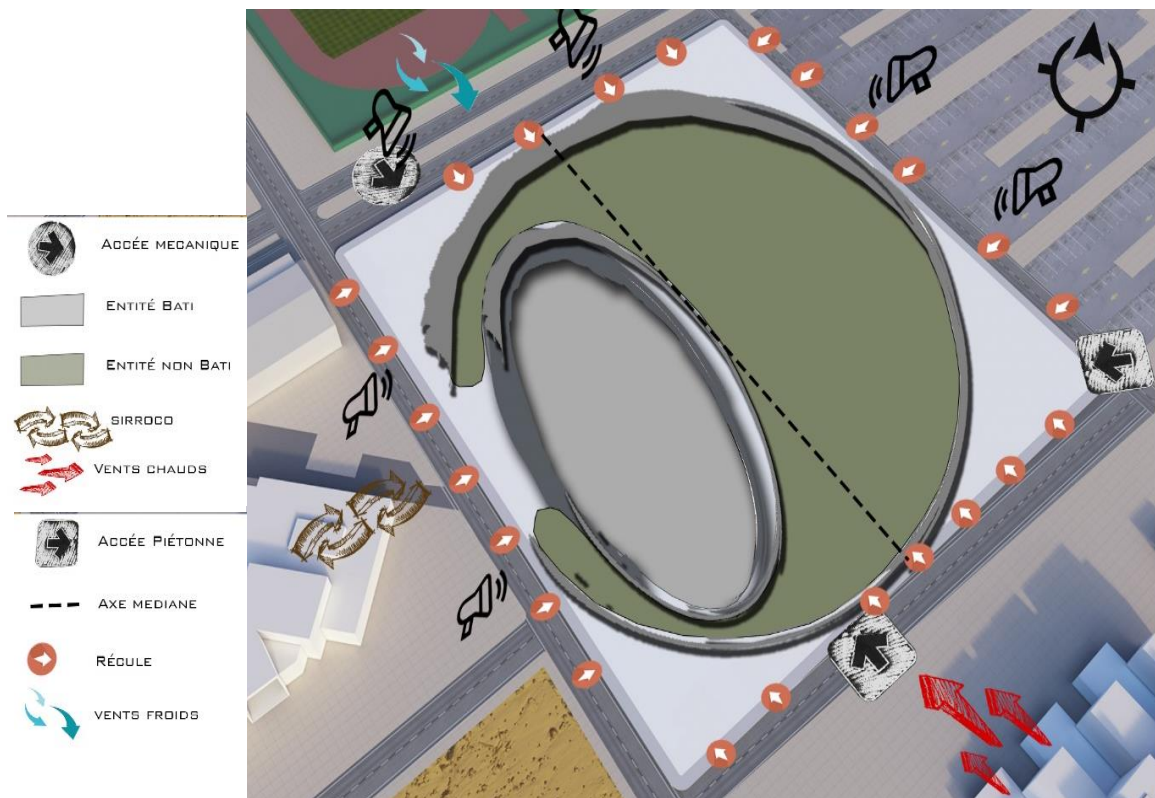


Figure 5. 4: Choix des accès et mode d'occupation du site.  
Source : Auteur.

### 5.2.3 Les parcours :

Comme parcours nous avons créé :

- ✓ Parcours de franchissement : mène directement vers le projet.
- ✓ Parcours de découverte : entoure le bâtiment et regroupe tous les parcours et donner une perception complète de l'équipement. ( fig 5.5 )

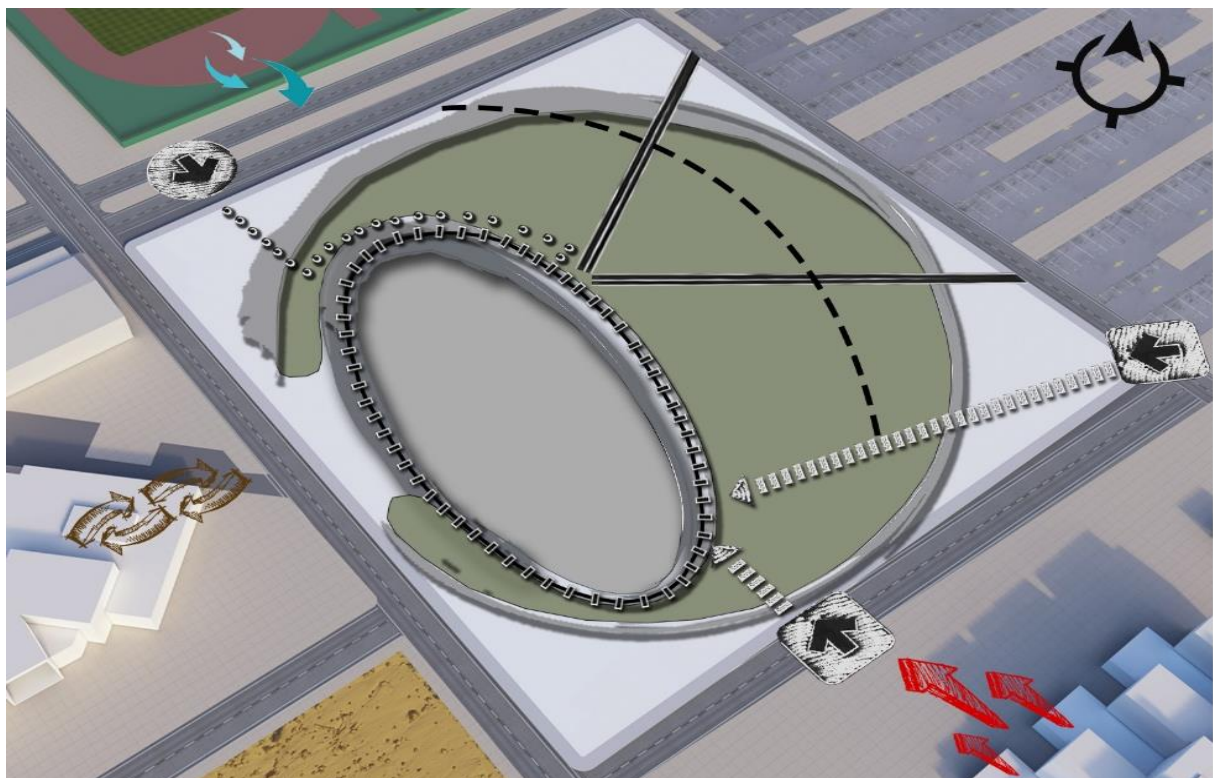


Figure 5. 5: créations des parcours dans notre site  
Source : Auteur.

5.2.4 L'affectation des entités :

L'affectation des entités est faite selon des considérations de fonctionnement de chaque entité, hiérarchisation et la relation fonctionnelle entre les entités sont comme suivantes :

- ✓ **Entité d'accueil** : du côté Sud-Est proche Les accès piétonne.
- ✓ **Entité de la recherche** : du côté Sud-Ouest à l'extrême du terrain.
- ✓ **Entité des chercheurs** : Du côté Sud-Ouest de bien Isolé l'entité du bruit causé par les espaces extérieurs situe entre l'entité d'accueil et de la recherche à cause de relation fonctionnelle.
- ✓ **Entité académique** : Cote Nord-Ouest juxtapose l'entité de la recherche pour assurer la relation fonctionnelle entre eux.
- ✓ **Entité d'exposition** : Côté Nord -Ouest, Nord-Est et Sud-Est pour articulée les différentes entités du projet.
- ✓ **Entité commune** : Dans le cœur du projet pour crée des espaces d'échanges.
- ✓ **Espaces verts et plans d'eaux** : l'équipement est entourée par des espaces verts qui protègent le bâtiment contre le bruit, les vents et créent des espaces d'ombrages/Du côté Sud-est et Nord -est des plans d'eaux pour rafraichir l'air et créer un microclimat.
- ✓ **Exposition extérieure** : en face l'entité d'exposition.
- ✓ **Espaces de détente** : cercle des chercheurs et espace détente des étudiant à côté d'exposition extérieure comme un espace d'échange et l'autre espace de détente à côté de l'accueil. ( fig 5.6 )



Figure 5. 6: principe d'affectation des entités.  
Source : Auteur.

### 5.2.5 Développement de la forme :

#### Phase 01 :

- ✓ L'implantation des deux volumes (cube, géode) est excentrée pour le profit l'espace extérieur,
- ✓ La géode est un volume sacré en architecture qui peut accueillir une seule fonction car le plan en forme de cercle est contraignant lors de distribution.
- ✓ Alors nous avons décidé d'imbriquer un parallélépipède dans la géode qui abrite les fonctions phare du projet. (fig 5.7 )

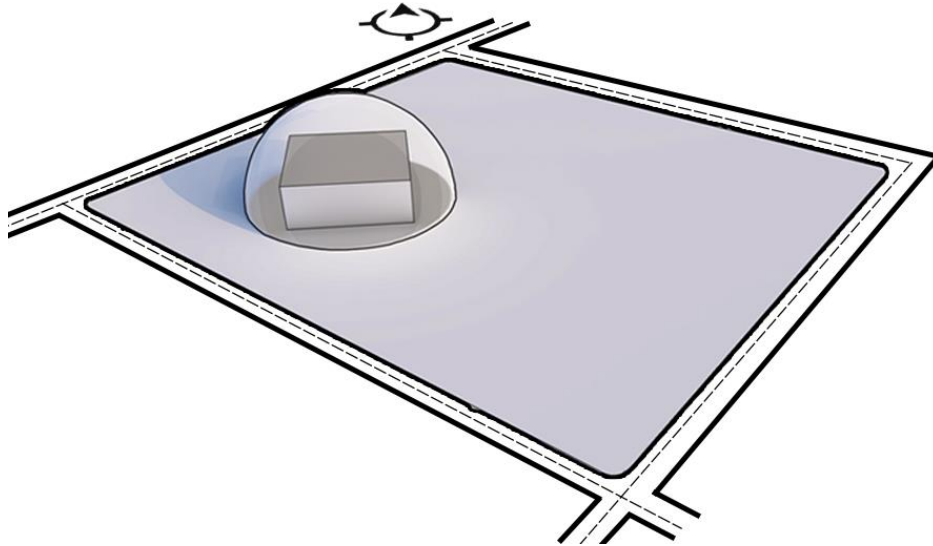


Figure 5. 7: Développement de la forme Opération 01 (l'implantation).

Source : Auteur.

- ✓ L'autre partie du cube et implanter éloigne de la géode afin de créer un espace d'échange
- ✓ L'implantation des deux volumes est déterminée par une proportion mathématique harmonieuse :

- La distance entre la géode et le deuxième cube c'est 22 m le 1/5 distance globale 110m,
- La largeur d'espace d'échange c'est 7.5 le 1/3 la longueur de cette espace. ( fig 5.8 )

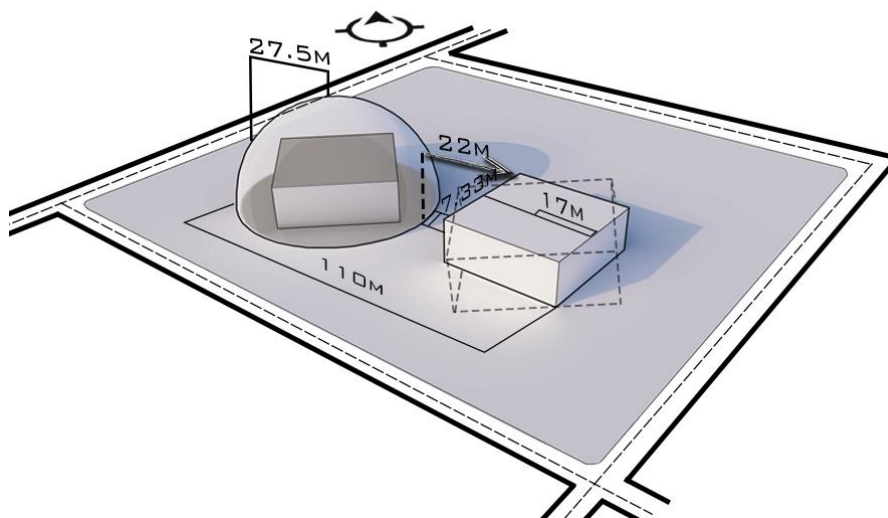


Figure 5. 8: Développement de la forme Opération 02 (proportion).

Source : Auteur.

Phase 02 :

- ✓ Les deux formes (cube/géode) sont coupées verticalement dans leurs axes médians, et puis décalés verticalement, pour créer un jeu de volume, afin d'unifier et créer une liaison entre les deux volumes qui sont en contraste par nature de leur géométrie.
- ✓ Aussi pour dynamiser le parallélépipède nous l'avons incliné par un angle de  $10^\circ$  verticalement et une rotation horizontalement de  $22.25^\circ$
- ✓ La proportion entre le décalage de la géode et du cube faite par le nombre d'or  $3/\phi = 1.80$  m, pour l'élancement du parallélépipède et  $1.8 * \phi = 5$  m.(fig 5.9)

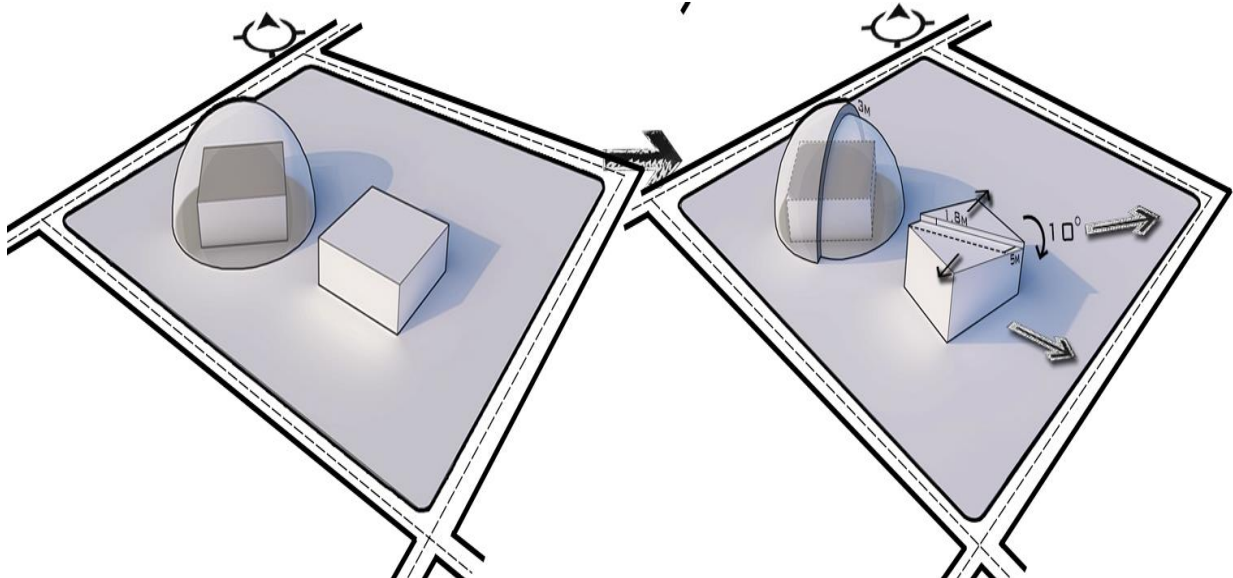


Figure 5. 9: Développement de la forme Opération 03 (coupée / décaler / incliné / rotation).  
Source : Auteur.

- ✓ Pour le cube nous avons créé un patio qui correspond au contexte de Laghouat.
- ✓ Pour la géode on a fait des perforations horizontales afin de minimiser l'effet de serre, ces ouvertures sont obtenues par un rythme géométrique propre de la coupole, qui participe à l'enrichissement du volume.
- ✓ Pour marquer l'entrée principale on a tronqué le cube dans l'arrêts proche au flux.(fig5.10)

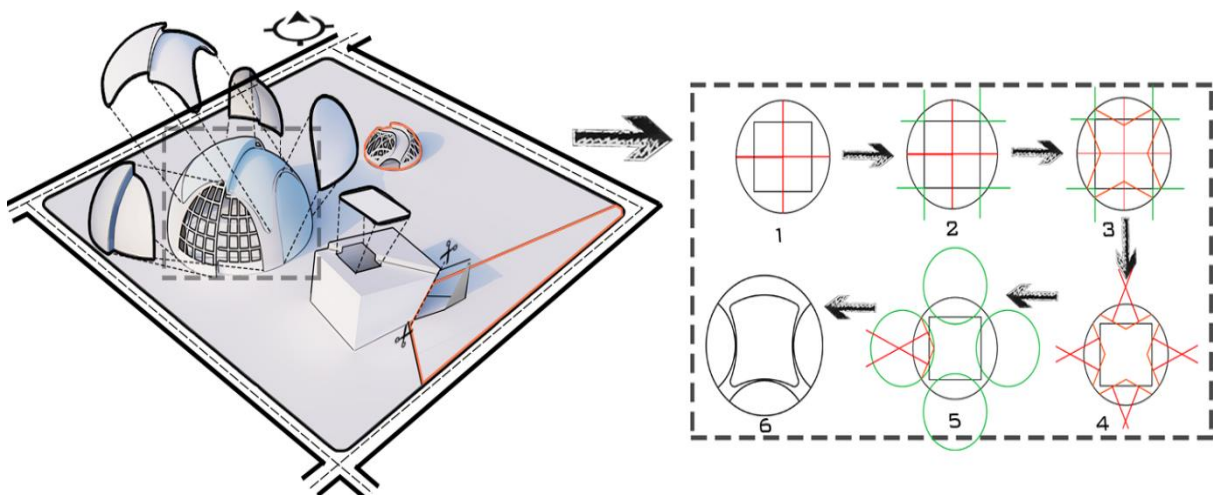


Figure 5. 10: Développement de la forme Opération 04 (perçement / perforation / patio / proportion / rythme géométrique).  
Source : Auteur.

✓ Ensuite on a implanté la deuxième partie de la sphère comme un cercle des chercheurs.

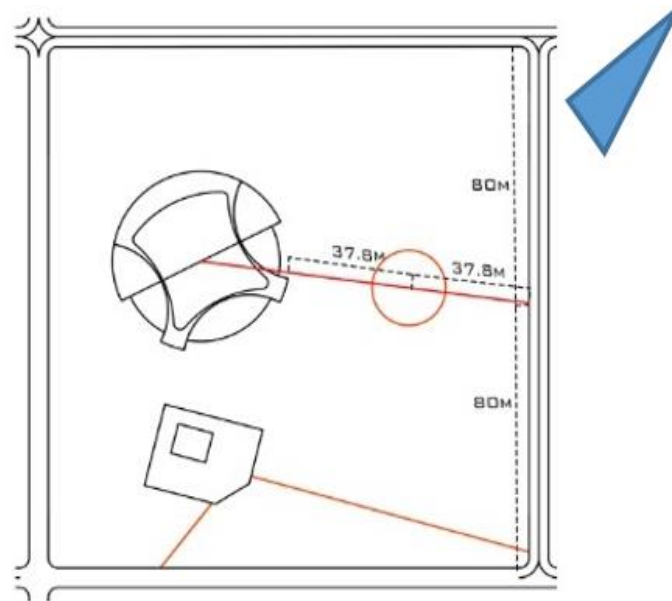


Figure 5. 11: Plan de masse Opération 01 (marquée / cercle des chercheurs).  
Source : Auteur.

**Phase 03 :**

Pour assurer l’articulation des deux volumes nous avons :

- ✓ Créer un carrée virtuelle entre les deux volumes qui va servir de guide pour un volume central, qui se traduit par un enchainement des prismes dégradés qui créent un scénario qui débute de puis le cube et termine à la limite de la géode.
- ✓ Et bien sûr cet enchainement est maîtrisé par la proportion mathématique entre eux le grand prisme est réalisé selon le 1/2 de la hauteur de la géode qui lui donne une hauteur de 13.75m.
- ✓ Et la proportion d’or pour  $13.75 / \phi = 8.3 \text{ m}$  c’est la partie basse de même.( fig 5.12)

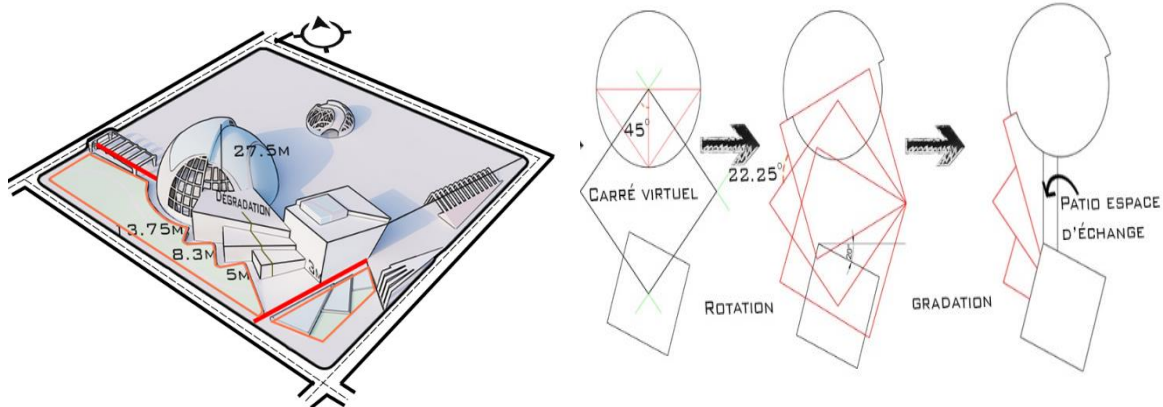


Figure 5. 12: Développement de la forme Opération 05 (enchainement / proportion / prisme / rythme géométrique).  
Source : Auteur.

Pour la partie extérieure du projet :

- ✓ Les principaux accès sont marqués par des passages couvert en pergola comme élément d’appel.(fig 5.13)
- ✓ L’espace vert est créé par le tracé de la volumétrie et nous avons créé un plan d’eau au Sud près du bâtiment pour le rafraîchissement, qui prend le rythme de l’articulation.

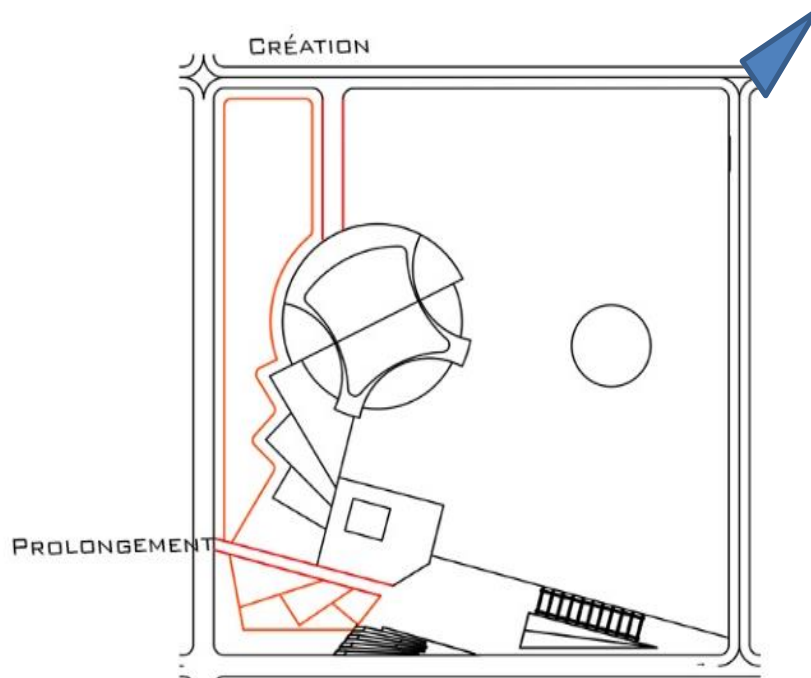


Figure 5. 14: Plan de masse Opération 02 (marquée / espace vert / plan d'eau).  
Source : Auteur.

**Phase 04 :**

Pour équilibrer la volumétrie, nous avons choisi une partie de cylindre qui se marie très bien avec la géode et qui partagent le même centre, ce dernier une a toiture inclinée vers le cube, avec la partie la plus haute est de 13.75m et la partie basse faite selon la proportion d'or  $\phi = 8.3$  m. Avec une courbure qui aide à maximiser l'éclairage naturel dans le nord.(fig 5.14)

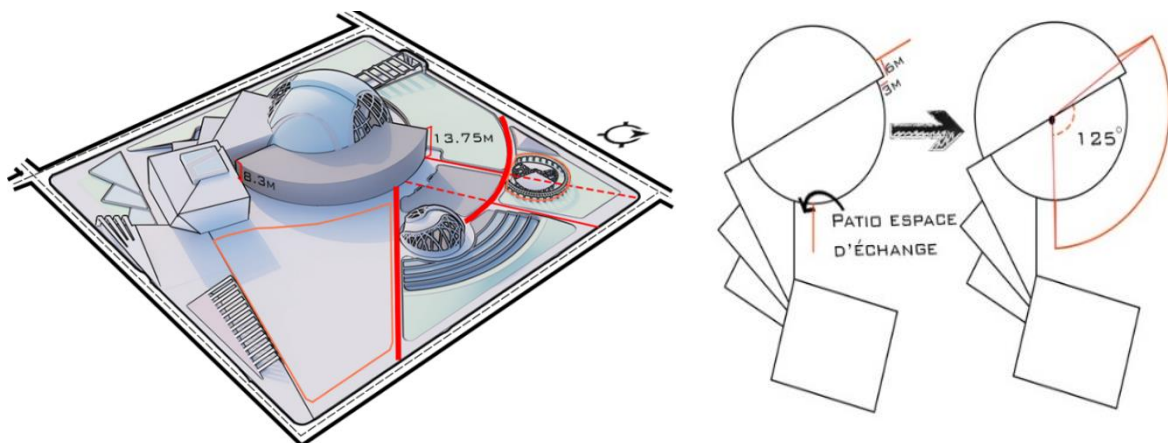


Figure 5. 15: Développement de la forme Opération 06 (équilibrée / partie de cylindre / proportion).  
Source : Auteur.

Pour la partie extérieure du projet :

- ✓ La zone tampon se divise en deux parties par un parcours linéaire qui se traduit par la connexion du 1/4 du partie inférieure du site et 1/3 supérieur de la courbure.
- ✓ L'espace détente d'étudiant implanter sur la 1/2 de la distance apparue par le prolongement de la volumétrie et le terrain. ( fig 5.15)

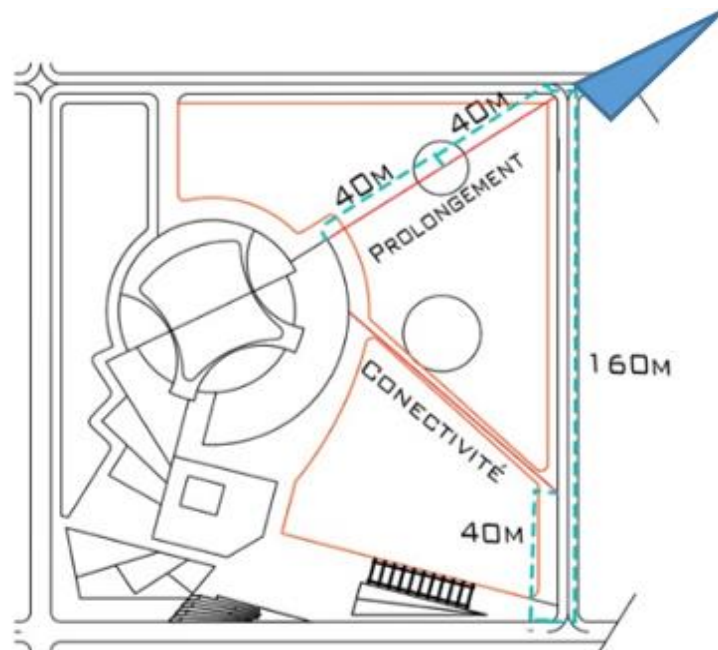


Figure 5. 16: Plan de masse Opération 03 (divisé / espace d'échange).  
Source : Auteur.

- ✓ Ensuite, création d'un parcours oblique pour donner une perception visuelle pour tout le projet se réalise à partir du rayon conclus par la connexion entre le centre de la géode et le cercle des chercheurs, (fig 5.16)

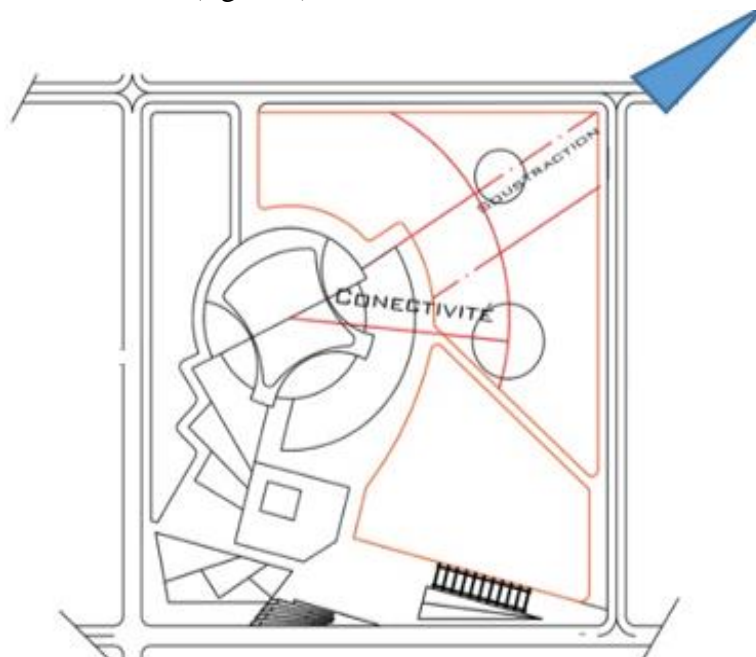


Figure 5. 17: Plan de masse Opération 04 (parcours oblique).  
Source : Auteur.

- ✓ La réalisation d'un autre parcours linéaire par symétrie du premier parcours linéaire qui s'arrête jusqu'au l'intersection avec le parcours oblique aussi pour la ligne prolonge pour créer des séquences visuelles et mieux comprendre le bâtiment. (fig 5.17)

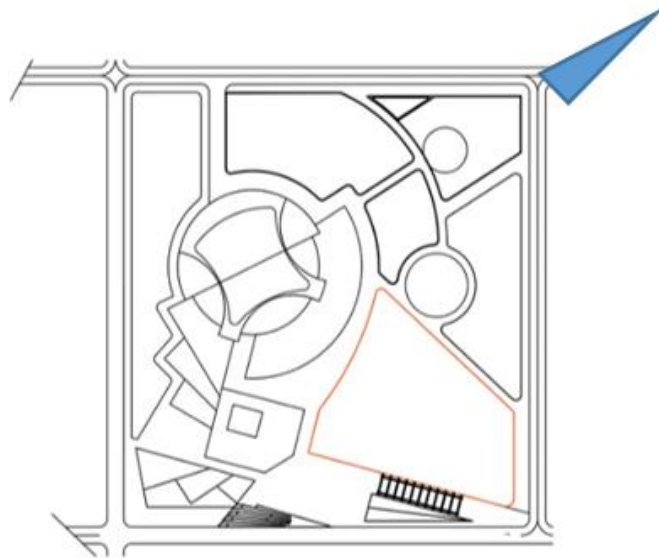


Figure 5. 18Plan de masse Opération 05 (parcours linéaire).  
Source : Auteur.

**Phase 05 :**

- ✓ Pour enrichir la forme courbée avons diviser en deux parties et surélever une partie sur pilotée, afin de créer une coursive qui protège les usagers du soleil, et qui s’ouvre sur l’espace d’exposition extérieur en donnant une vue orientée vers ce dernier et faire des dégradations de la deuxième partie afin d’intégrer une serre bioclimatique.
- ✓ Et l’intégration d’un support au-dessus de la forme courbée pour intégrer les panneaux photovoltaïques, il est réalisé par 1/4 du deux côtés du cube et la projection perpendiculaire de ces derniers afin d’obtenu un centre du support, ensuite une connexion entre le centre de la géode et le centre obtenu se faite après.
- ✓ On a prolongé ce résultat de connexion jusqu’au le volume courbée, à partir de ca la grande largeur du support se réalise selon une proportion du nombre d’or entre la largeur du volume courbé et  $\phi$  donc :  $15.5/ \phi = 9.3m$ .(fig 5.18)

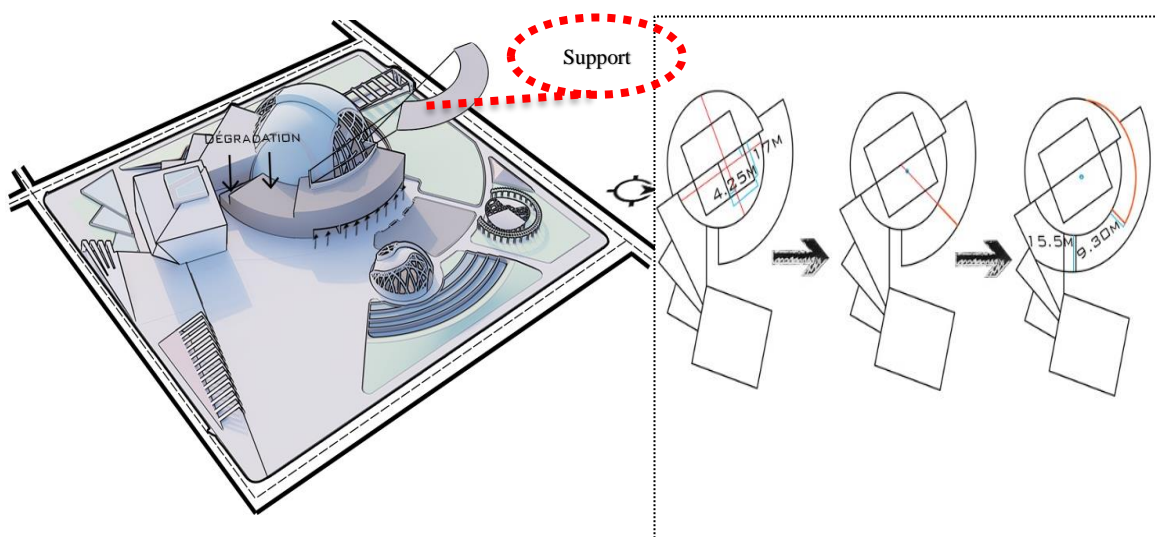


Figure 5. 20: Développement de la forme Opération 07 (enrichir / pilotée / support / proportion / forme courbée).  
Source : Auteur

**Phase 06 :**

Pour renforcer l'articulation nous avons :

- ✓ Créé un volume courbé a base (origine) de cylindre en forme de pente qui assure la connectivité de l'ensemble de volumétrie qui se traduit par une transition depuis la géode jusqu'au le cube
- ✓ Afin de porter la forme envolée nous avons créé une forme prismatique qui joue le rôle de pilonne et abrite l'espace de circulation (escalier) cette forme réalise selon les étapes que la figure montrée. ( fig 5.19)

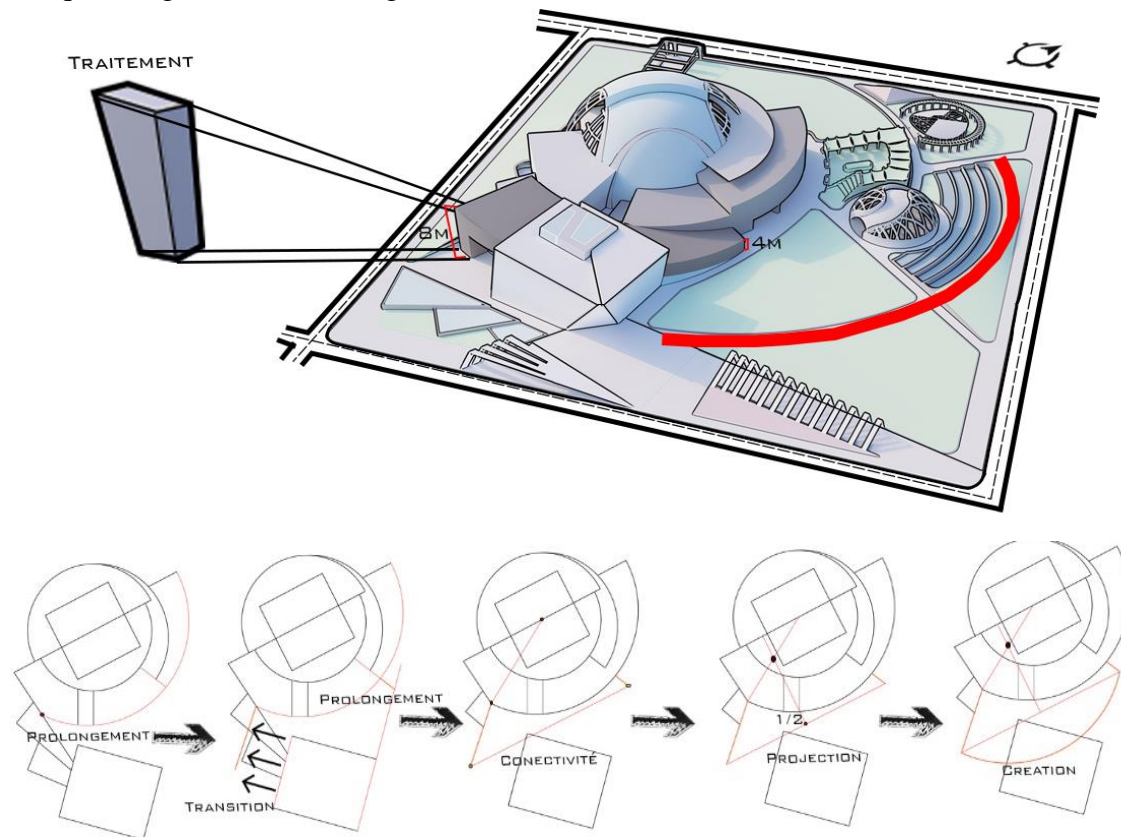


Figure 5. 21: Développement de la forme Opération 08 (pilon /volume courbée / proportion).  
Source : Auteur.

Le parcours oblique crée à partir d'un rayon réaliser par la connectivité de deux points et la projection sur le coin en face de l'entité d'accueil pour faciliter la circulation et la relation entre les différent composant du projet. ( fig 5.20)

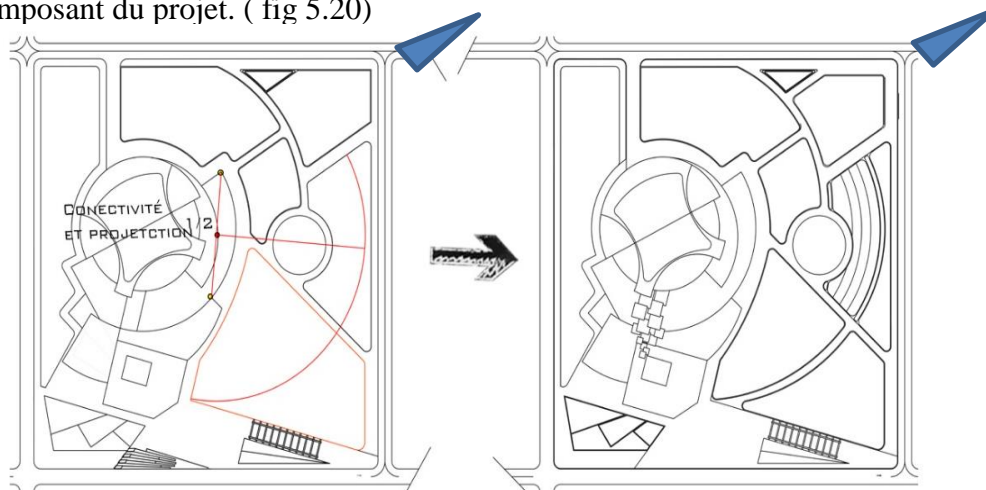


Figure 5. 23: Plan de masse Opération 06 (parcours oblique).  
Source : Auteur.

**Formulaire final du projet :**

Pour finaliser une articulation entre la géode et le cube se réalise avec un rythme et gradation de volume qui donne une sensation d'un sens et aussi il est pour objectif de protection l'espace d'échange du rayon solaire.( fig 5.21 )

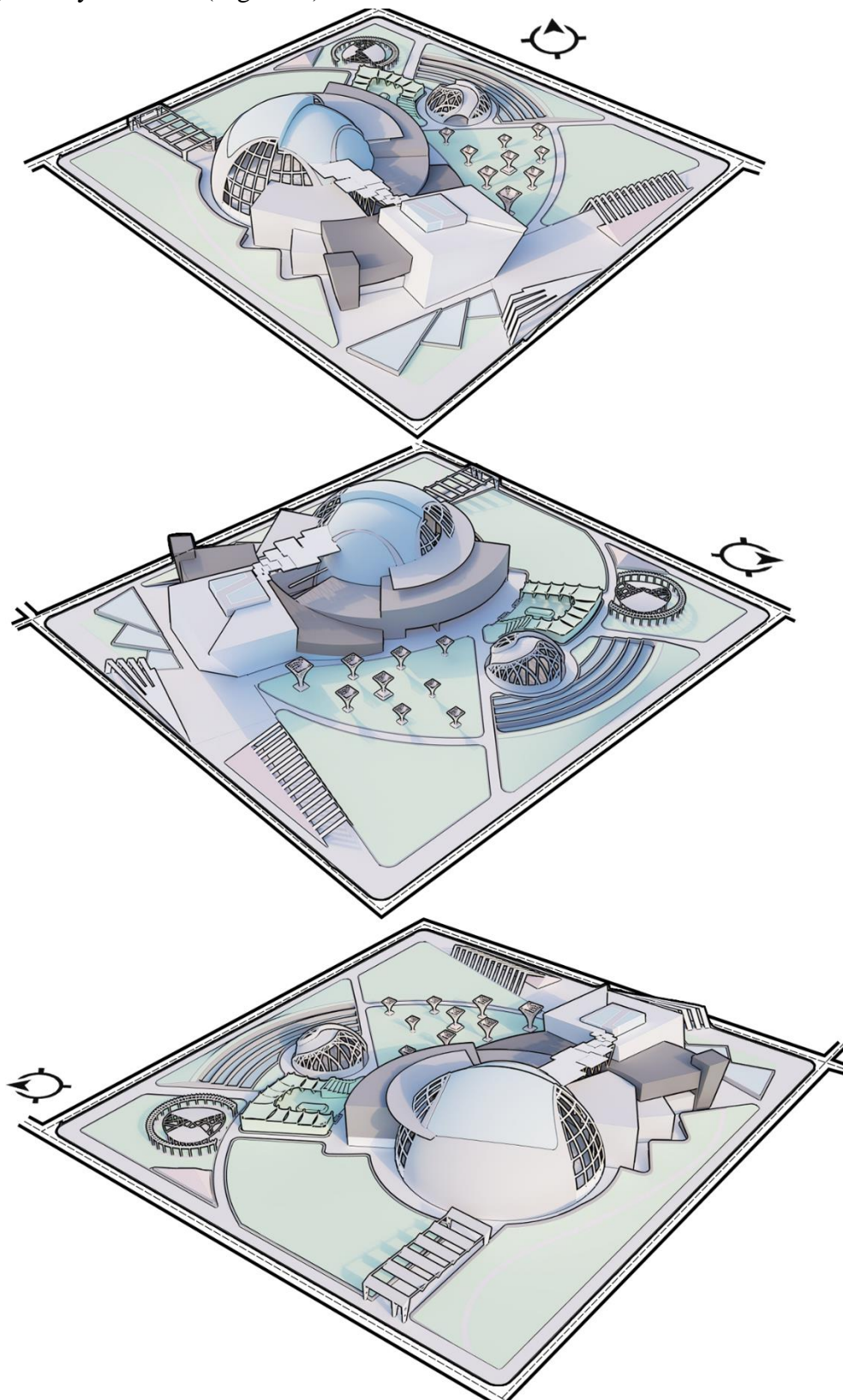


Figure 5. 24: résultat finale.  
Source : Auteur.

5.3 Affectation des espaces extérieur :

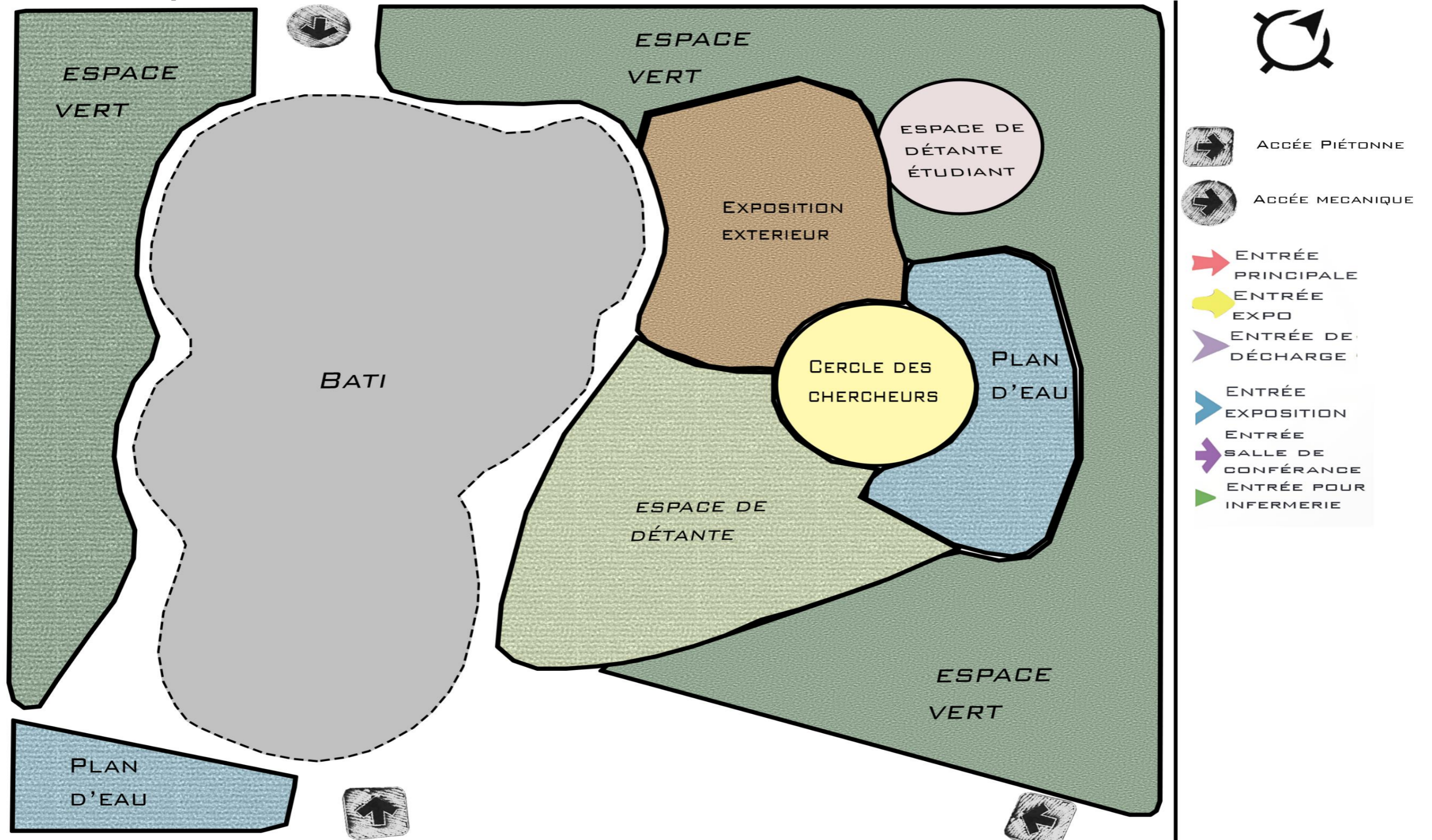


Figure 5. 25: L'organigramme spatiale et fonctionnelle de riez de chaussée. Source : Auteur.

### 5.3.1 Conception des espaces extérieur :

L'aménagement extérieur est conçu d'une façon de faciliter le déplacement entre le projet et les espaces extérieurs qui l'entourent (espace vert, espace de détente ...) par des parcours.

✓ Et les espaces extérieurs sont composés par :

- Espace de circulation (les parcours),
- Espace d'attente, cercle des chercheurs,
- Végétation et lacs d'eaux.

✓ Le Pourcentage d'occupation de sol du projet d'un laboratoire d'architecture et génie civil :

- Espace bâti : 5258 m<sup>2</sup> (21.9%)
- Espace non bâti : 18734.3 m<sup>2</sup> (78.1%).

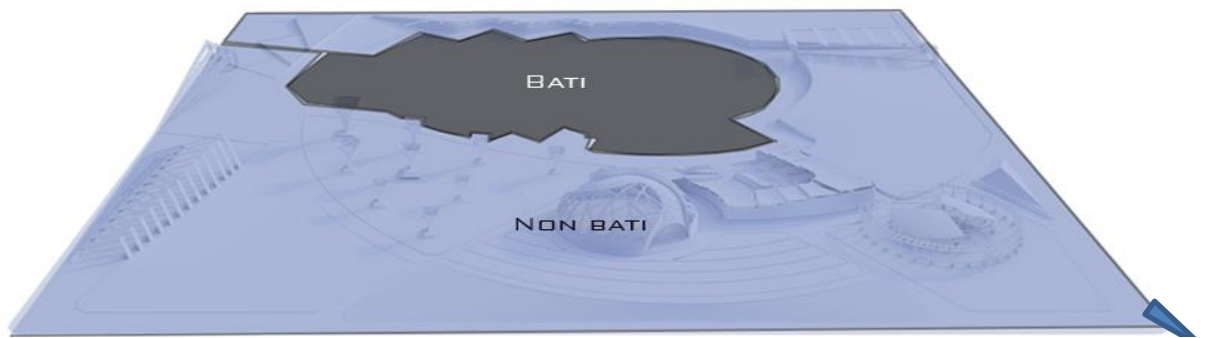


Figure 5. 26: l'occupation de sol.  
Source : Auteur.

#### 5.3.1.1 Espace de végétation et plan d'eaux

- ✓ Pour la végétation on a un pourcentage de 37.5% et les plans d'eaux 5.11%.
- ✓ Et pour les types de végétation utilise on a démontré dans ce tableau (voir annexe 4).

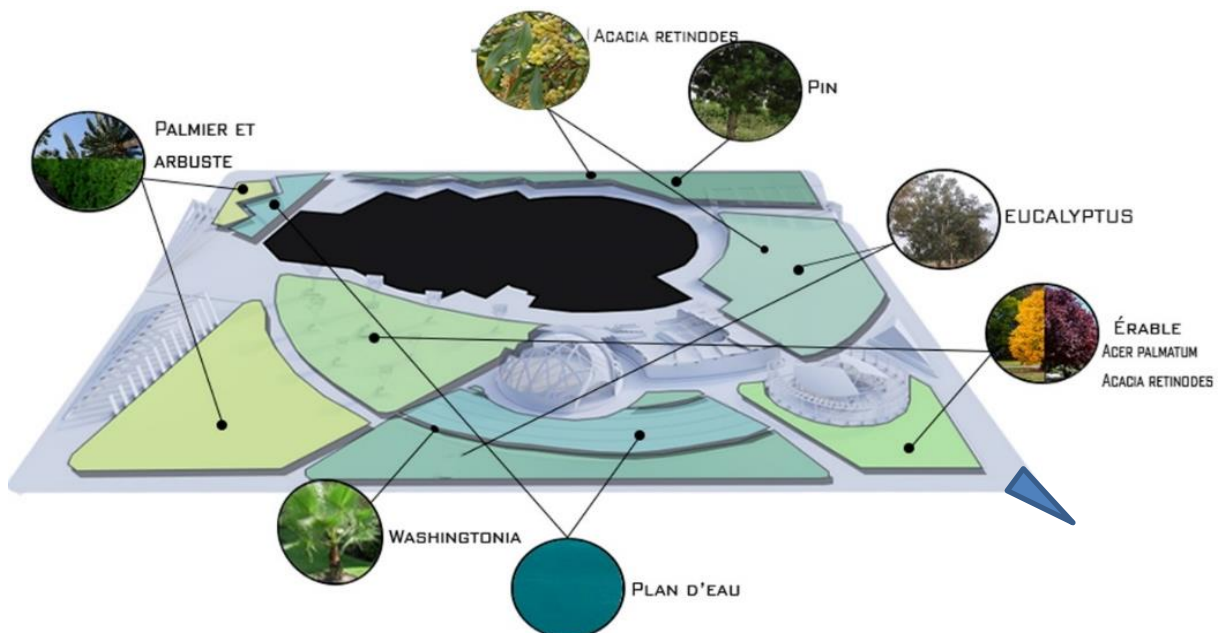


Figure 5. 29: type des végétations.  
Source : Auteur.

5.3.1.2 Aménagement extérieur

- ✓ Pour les espaces extérieurs on a réservé un pourcentage de 14.9% pour les aménagements qui représente la conduite des espaces intérieur comme aménagement on a :

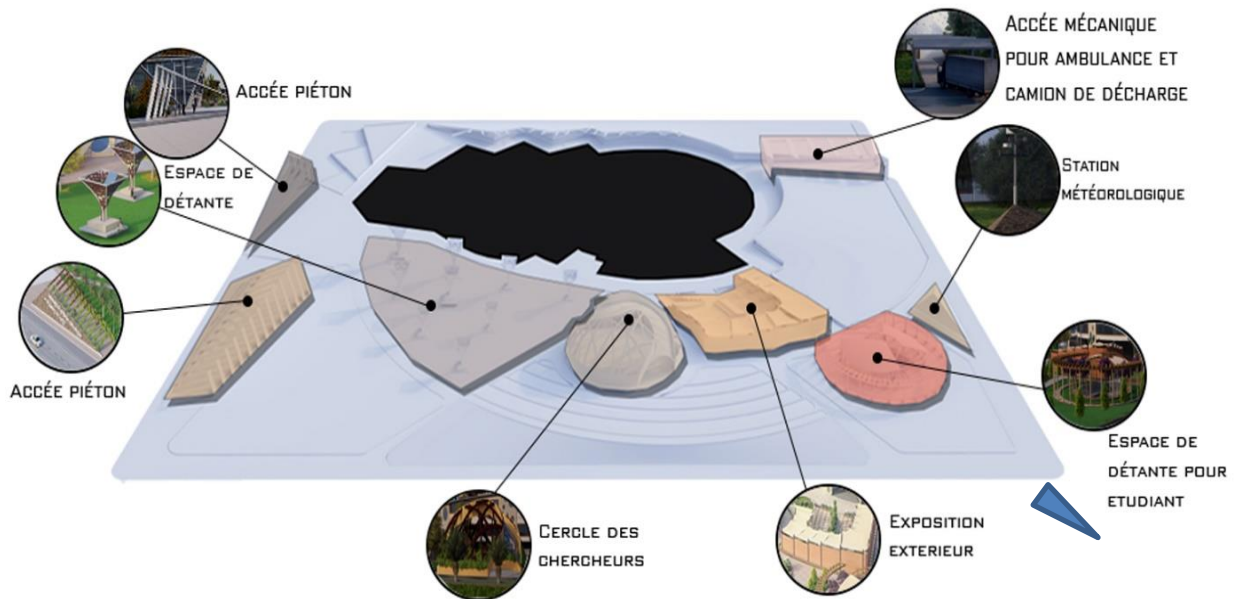


Figure 5. 32: aménagements extérieurs.  
Source : Auteur.

- ✓ Pour les accès piétons sont réalisé à partir des proportions mathématiques et par la géométrie.
  - Pour l'accès 1 :  
Un prolongement à partir de l'atrium se fait et par une proportion du nombre d'or se déterminer la hauteur :  $3 * \phi = 5 \text{ m}$ .
  - Pour le deuxième accès :  
On prend la distance de 28.75m pour déterminer le point de départ de l'accès partir la toiture du bâtiment et on fait une projection.

Le traitement des passages crée afin de donnée des séquences visuelles pour les utilisateurs et public et les deux passages donnent une vue directe vers l'entrée.

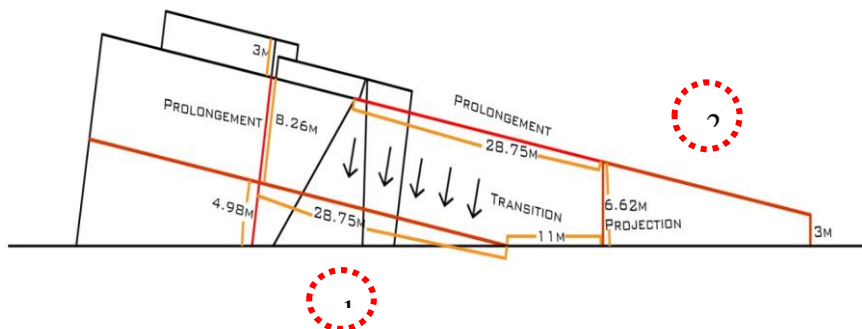


Figure 5. 33: principe de conception élément d'accès d'entrée.  
Source : Auteur.

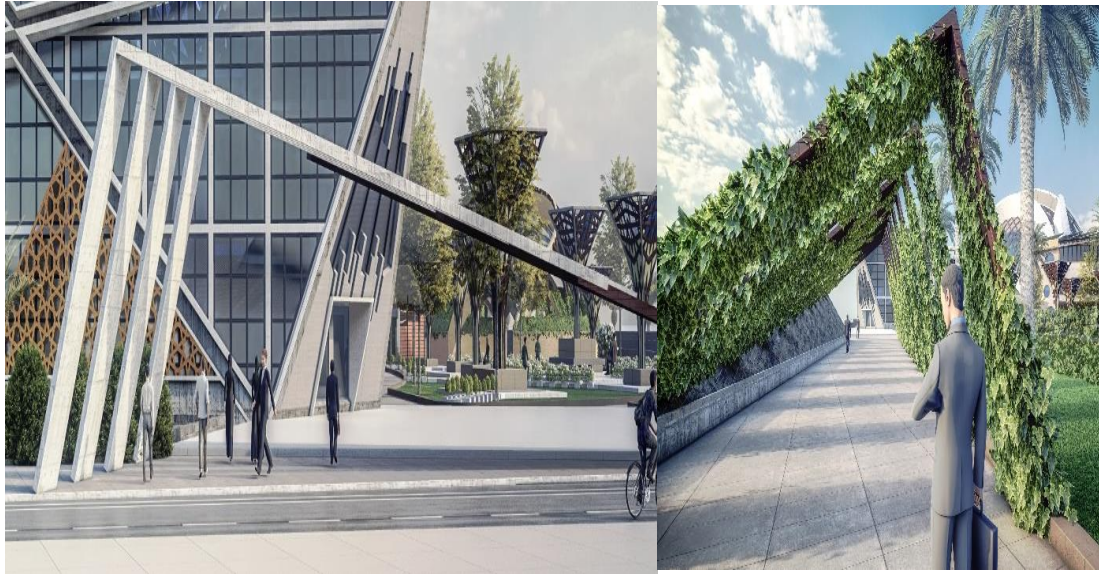


Figure 5. 35: vue 3D des éléments entées.  
Source : Auteur.

**5.3.1.2.1 L'Espace de détente :**

- ✓ Est inspiré par des palmiers qui symboliser les oasis de Laghouat et compose par 9 placettes.



Figure 5. 38: vue 3D de l'espace d'échange.  
Source : Auteur.

**5.3.1.2.2 Cercle des chercheurs :**

- ✓ C'est destiné pour être un espace d'échange et de détente des chercheurs.



Figure 5. 41: vue 3D de cercle d'chercheurs.  
Source : Auteur.

**5.3.1.2.3 Exposition extérieure :**

- ✓ Situé en face de l'exposition intérieur pour donner une continuité visuelle et fonctionnelle entre eux et pour être un espace d'échange extérieur. Elle prend la forme de son îlot avec dégradation qui reflète les montagnes.



Figure 5. 42: vue 3D de l'exposition extérieur.  
Source : Auteur.

**5.3.1.2.4 Espace de détente pour étudiant :**

- ✓ Inspirer de la casse-tête qui reflète l'étudiant et son objectif pour l'apprentissage.

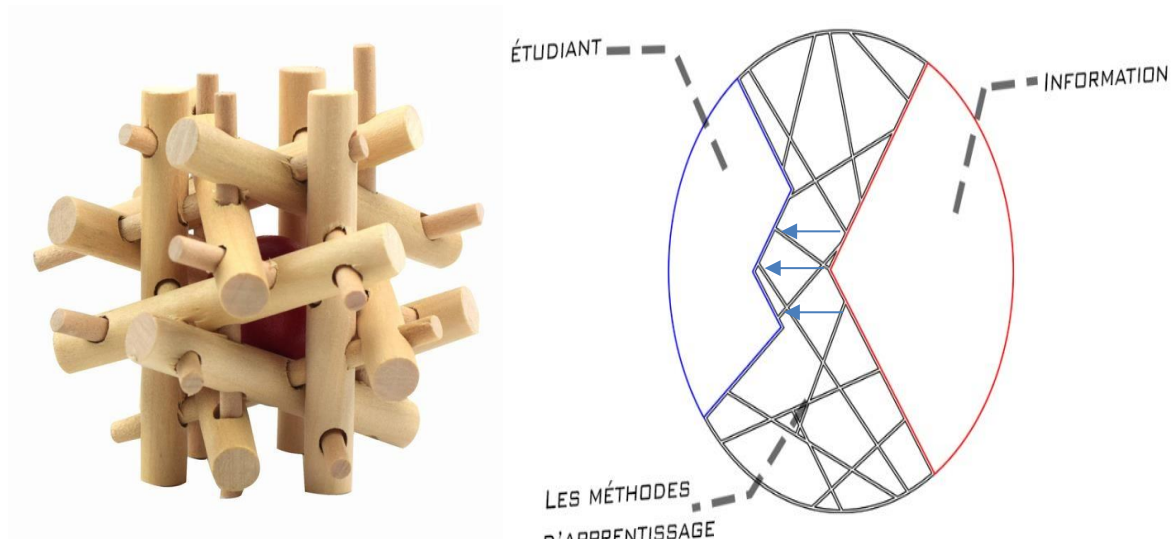


Figure 5 45: principe de conception d'espace détente.  
Source : Auteur.



Figure 5. 46: vue 3D de l'espace détente.  
Source : Auteur.

**5.3.1.2.5 La station météorologique :**

- ✓ Elle implante sur une stèle du côté Nord du terrain dans la partie plus exposé donnée climatiques.



Figure 5. 47: vue 3D de la station météorologique.  
Source : Auteur.

**5.3.1.2.6 L'Accès mécanique :**

- ✓ C'est pour la décharge et l'ambulance sa forme est optée à travers le tracé du plan de masse.



Figure 5. 48: vue 3D de l'accès mécanique.  
Source : Auteur.

5.3.1.2.7 Traitement des parcours :

✓ Les parcours sont traités de la manière différent pour donner à chaque parcours une fonction ils ont présenté un pourcentage de 20.6%.

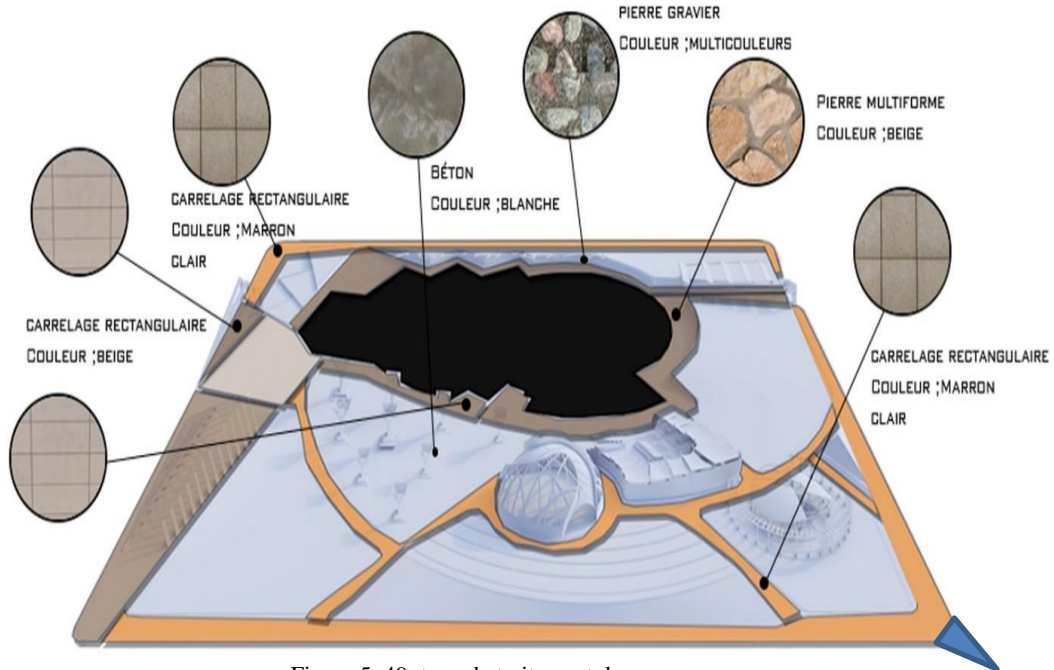


Figure 5. 49: type de traitement des parcours.

Source : Auteur.

5.3.1.2.8 Eclairage extérieur :

✓ Et pour les types Eclairage extérieur utilise on a démontré dans ce tableau (voir annexe 4).

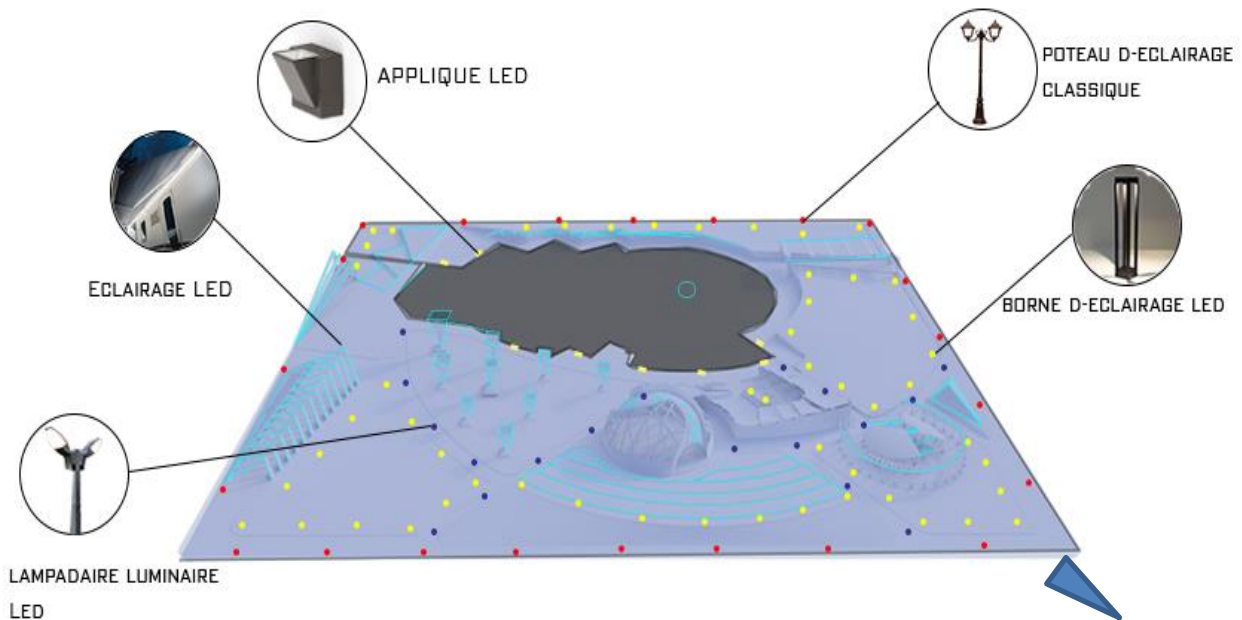


Figure 5. 50: type de Eclairage extérieur.

Source : Auteur.

5.4 Plan de masse :

Le plan de masse c'est le résultat d'interaction entre le bâti et non bâti, une symbiose et aussi établie pour créer un environnement favorable intérieur et extérieur pour la mission de la recherche.



Figure 5. 51: plan de masse.  
Source : Auteur.

**5.5 Organisation intérieure :**

L'équipement est conçu en un gabarit de R+2 avec différentes hauteurs compose de 5 blocs compacte autour d'un patio qui assurent l'éclairage et l'aération pour les espaces intérieurs et joue un rôle d'un espace d'échange.(fig 5.38)

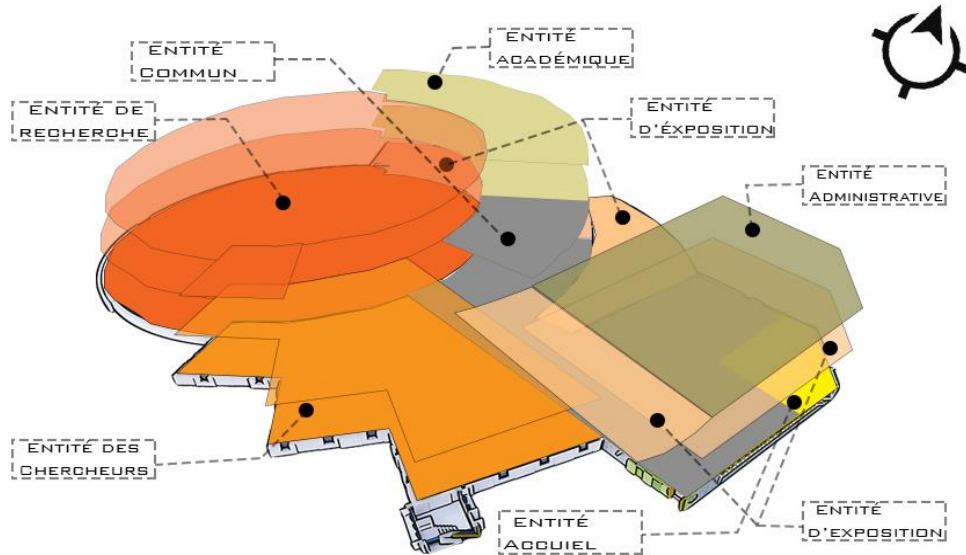


Figure 5. 52: organisation intérieure.  
Source : Auteur.

- ✓ Ce bâtiment est contenu sept entités situe comme la figure montre.
- ✓ L'organisation intérieur qu'on propose répons aux besoins des espaces suivants :
  - La hiérarchisation des espaces.
  - Le type d'utilisation.
  - La relation entre entité et les espaces.

**5.5.1 La hiérarchisation des espaces :**

- ✓ Nous avons hiérarchisé notre laboratoire horizontalement de Publique (le cube) vers le privé (la géode).
- ✓ Et pour le cube en a utilisé la même configuration mais verticalement dès l'accueil vers l'administration. (fig 5.39)

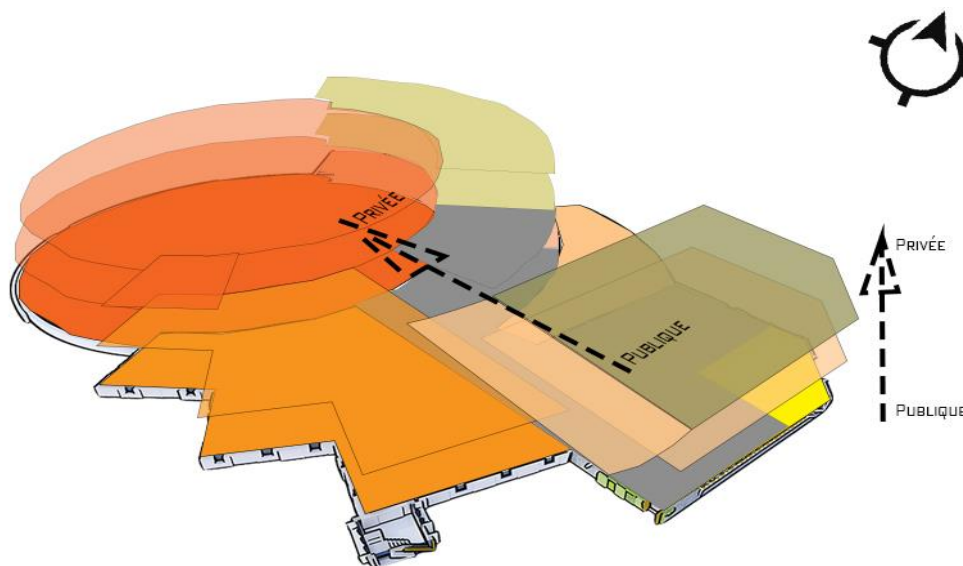


Figure 5. 53: hiérarchisation des espaces.  
Source : Auteur.

### 5.5.2 Le type d'utilisation :

On a pensé aussi à un autre système d'organisation, c'est à travers le type d'usage et utilisation des espace, afin de préserver le bon fonctionnement entre les espaces et les relations entre eux.

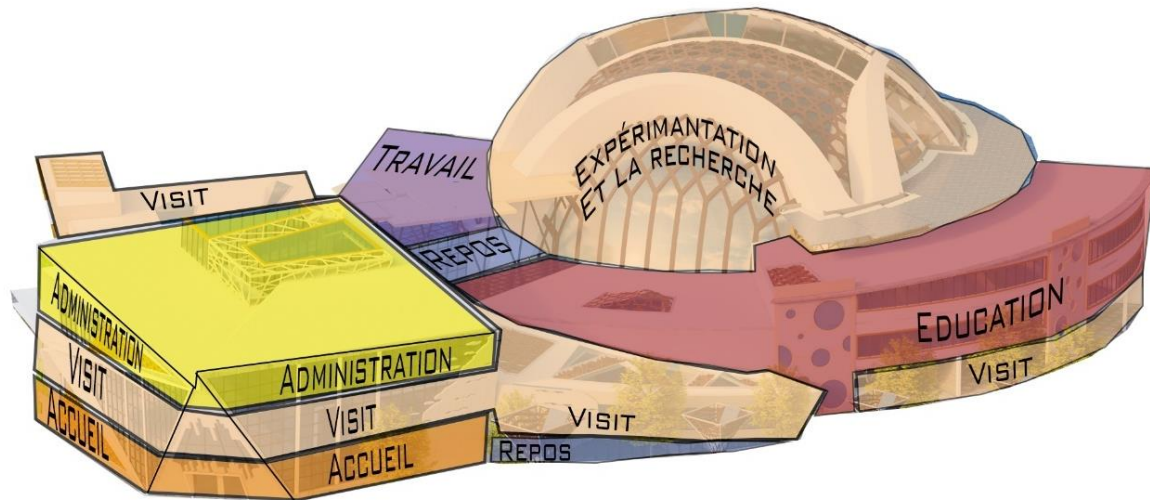


Figure 5. 54: Le type d'utilisation.  
Source : Auteur.

### 5.6 Les plans :

#### Le rez de chaussée :

En RDC on trouve cinq entités chacune caractérisée par une organisation et par des espaces qui assurent le bon fonctionnement. Ce sont l'entité d'accueil qui contient l'entrée principale du côté Est avec une organisation radiale et elle a une relation directe avec l'entité commune qui est une entité de secours du côté Nord-est et un accès pour la décharge du côté Sud et un accès de l'infirmerie et elle a une organisation composite (centrale, linéaire bilatérale, linéaire curviligne latérale), le patio cœur du projet est un espace de l'entité commune qui sert vers l'entité des chercheurs qui a une organisation radiale et une relation forte avec l'entité de recherche qui contient les laboratoires de recherche et l'espace d'expérimentation du côté sécurité et protection et un accès pour la décharge, elle a une organisation en boucle.

L'entité d'exposition est accessible directement de l'extérieur ou à travers l'entité d'accueil qui compose d'une exposition extérieure. Juste à côté de l'entité commune et l'exposition intérieure avec une organisation linéaire curviligne. (fig 5.41, 5.42, 5.45)

#### Le premier étage :

L'étage est abrité cinq entités, l'exposition qui se situe au-dessus de l'entité d'accueil a une organisation centrale, l'entité des chercheurs avec une salle de réunion composée d'une organisation radiale et une relation forte avec l'entité de la recherche qui a une organisation en boucle, cette dernière a une relation moyenne avec l'entité académique destinée pour les laboratoires académiques qui contient une organisation linéaire curviligne bilatérale continue par la même organisation pour l'entité commune. (fig 5.41, 5.43, 5.45)

#### Le deuxième étage :

Contient l'administration composée des bureaux qui ont une organisation centrale avec une terrasse accessible par une rampe, l'entité académique avec une relation moyenne avec l'entité de la recherche qui contient un espace de stockage qui se situe au-dessus de l'entité des chercheurs. (fig 5.41, 5.44, 5.45)

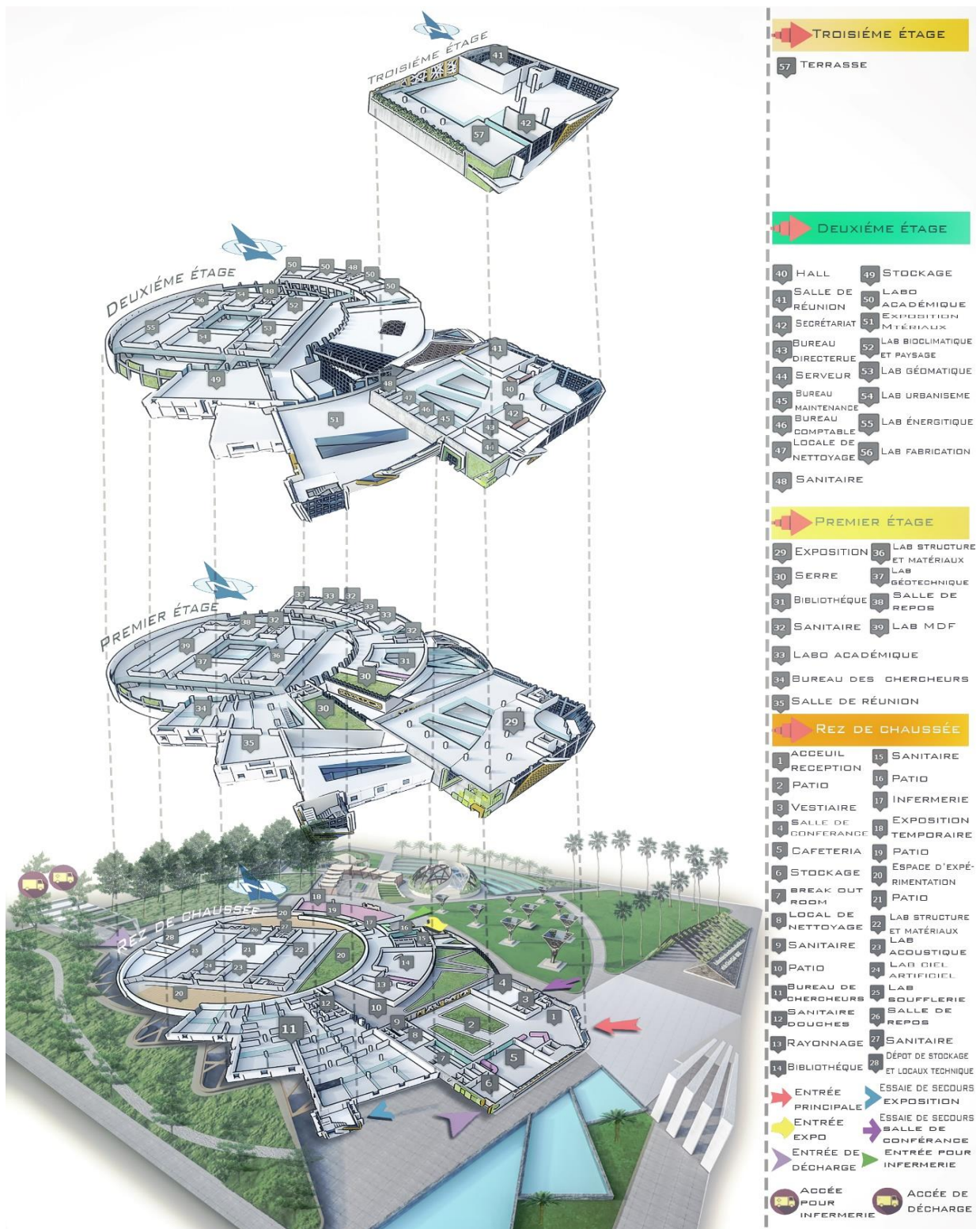


Figure 5. 55: les plans de différent niveau.  
Source : Auteur.

Rez de chaussée :

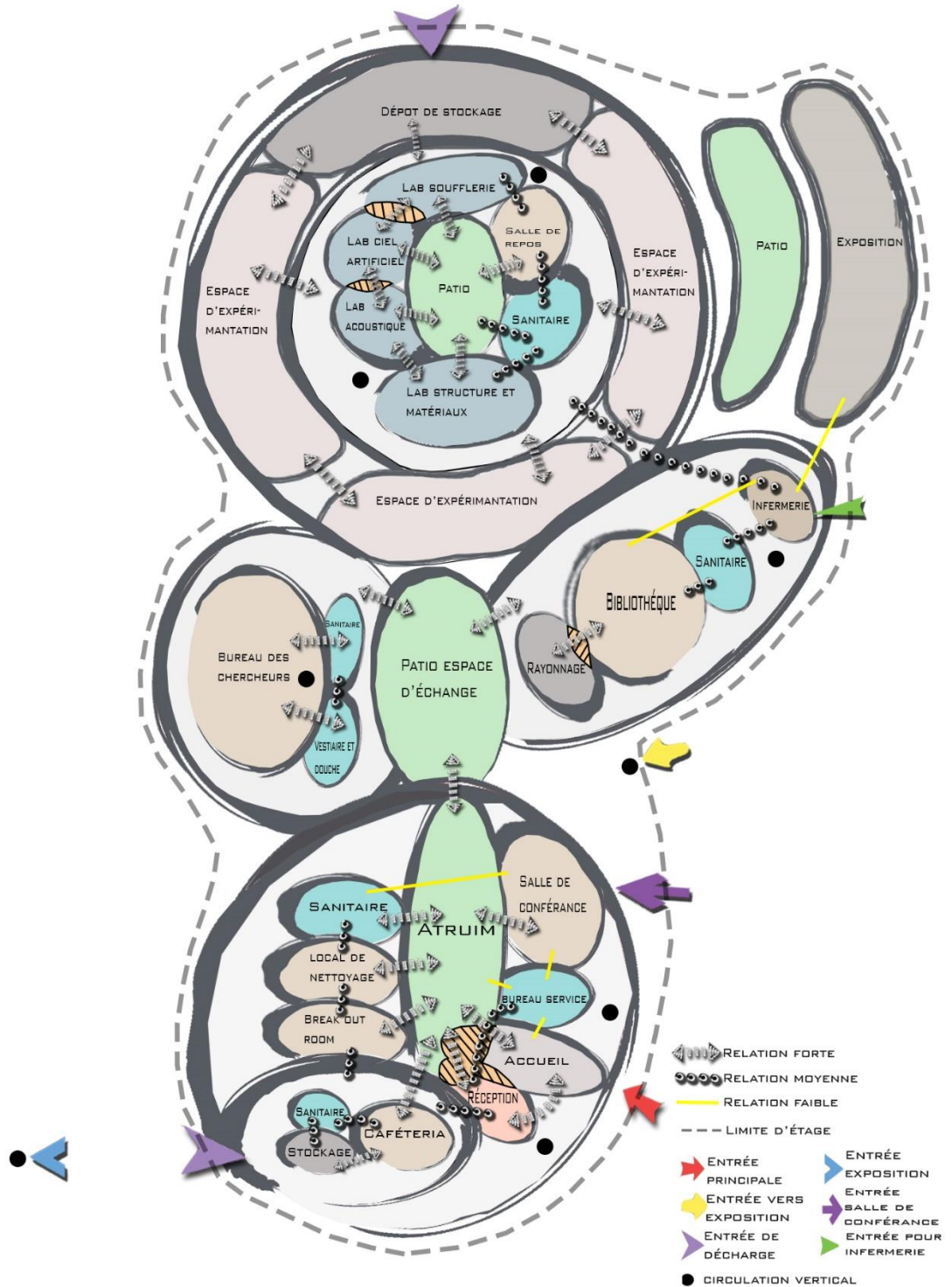


Figure 5. 56: Zoning spatiale et fonctionnelle de rez de chaussée.

Source : Auteur.



5.7 Organisation intérieure :

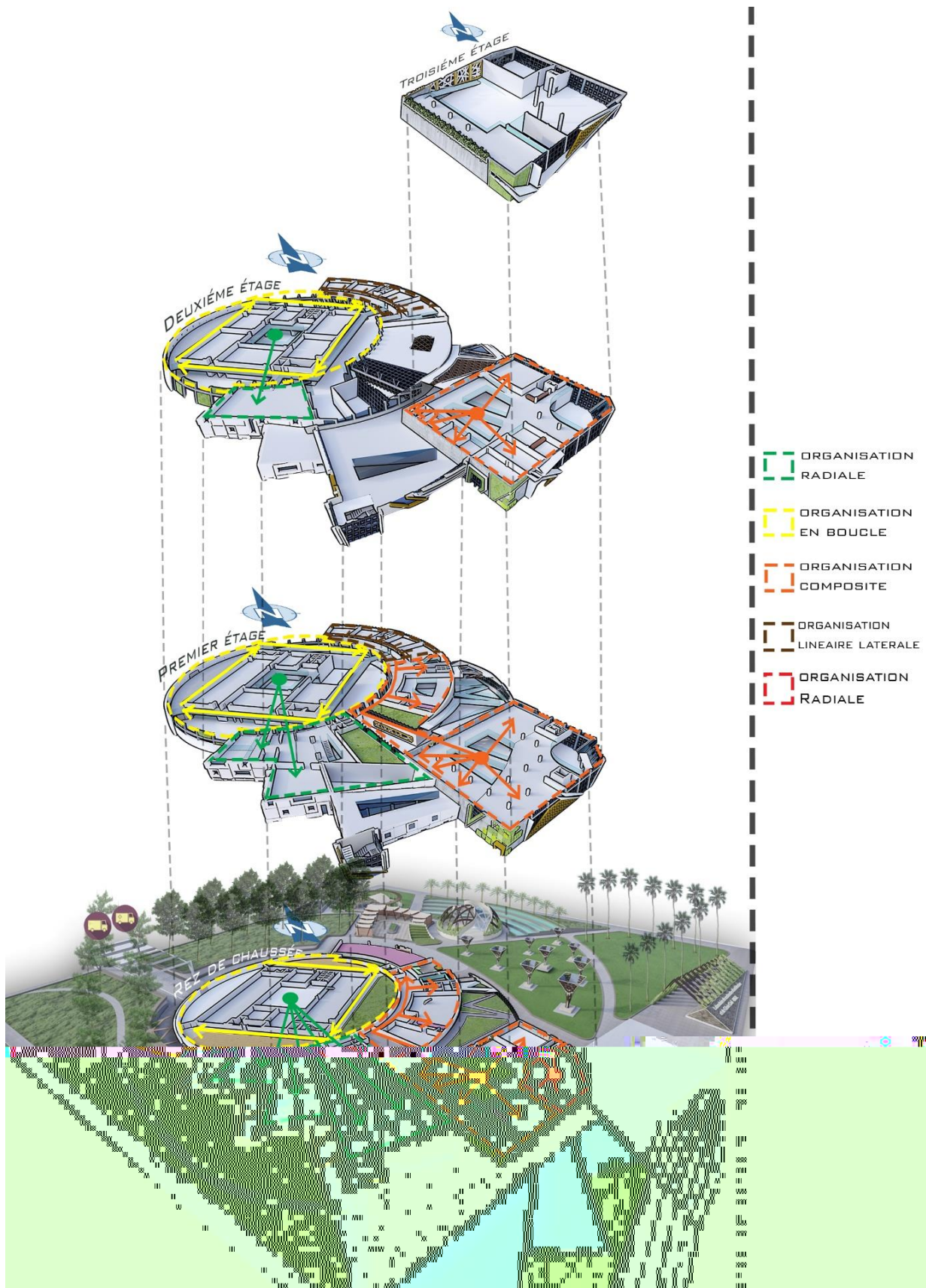


Figure 5. 59: organisation intérieure de différents niveaux.  
Source : Auteur.

5.8 Les circuits :

Ce projet utilise par trois types d'utilisateurs :

- Les chercheurs.
- Personnels.
- Etudiants.

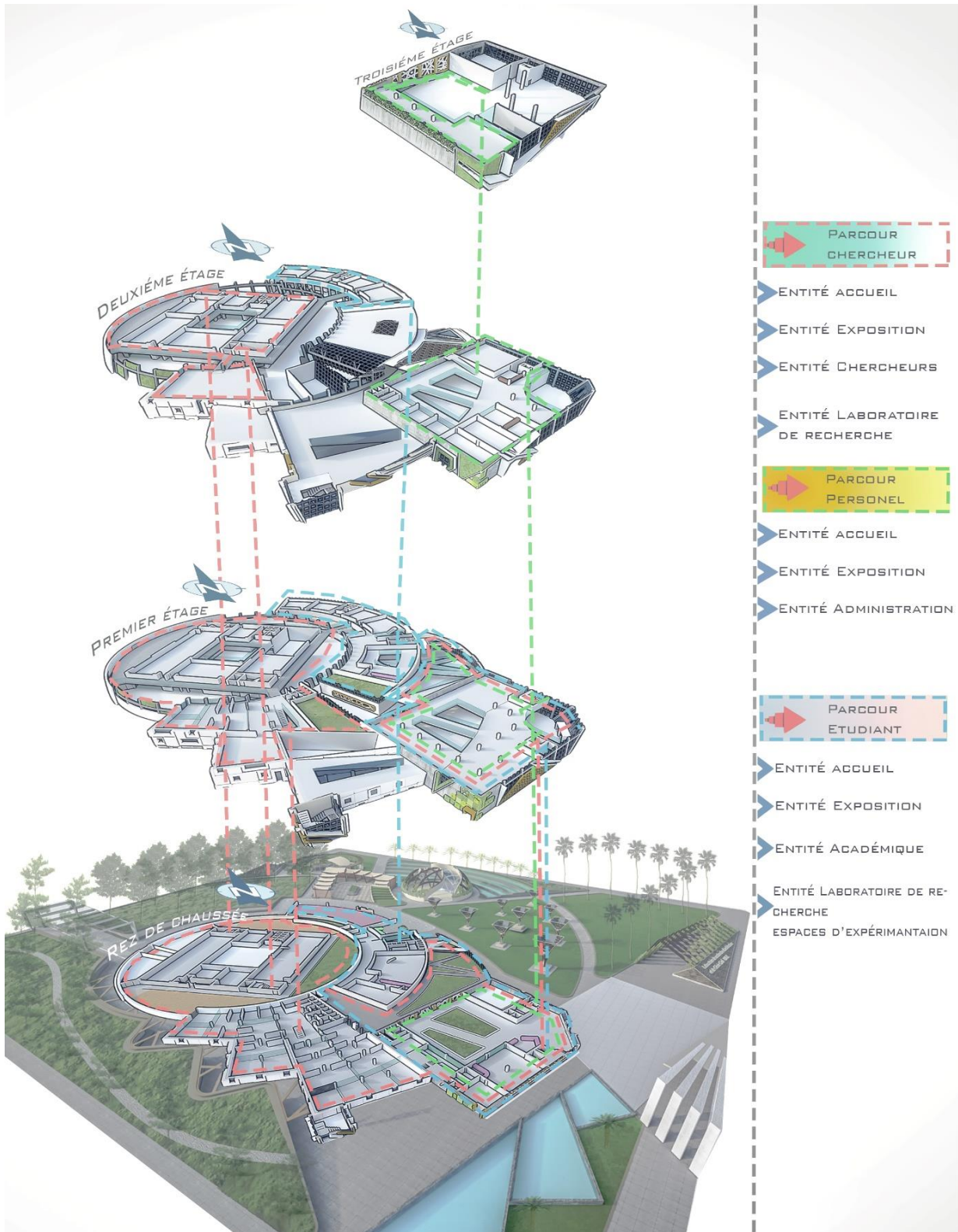


Figure 5. 60: les circuits.

Source : Auteur.

5.9 La circulation :

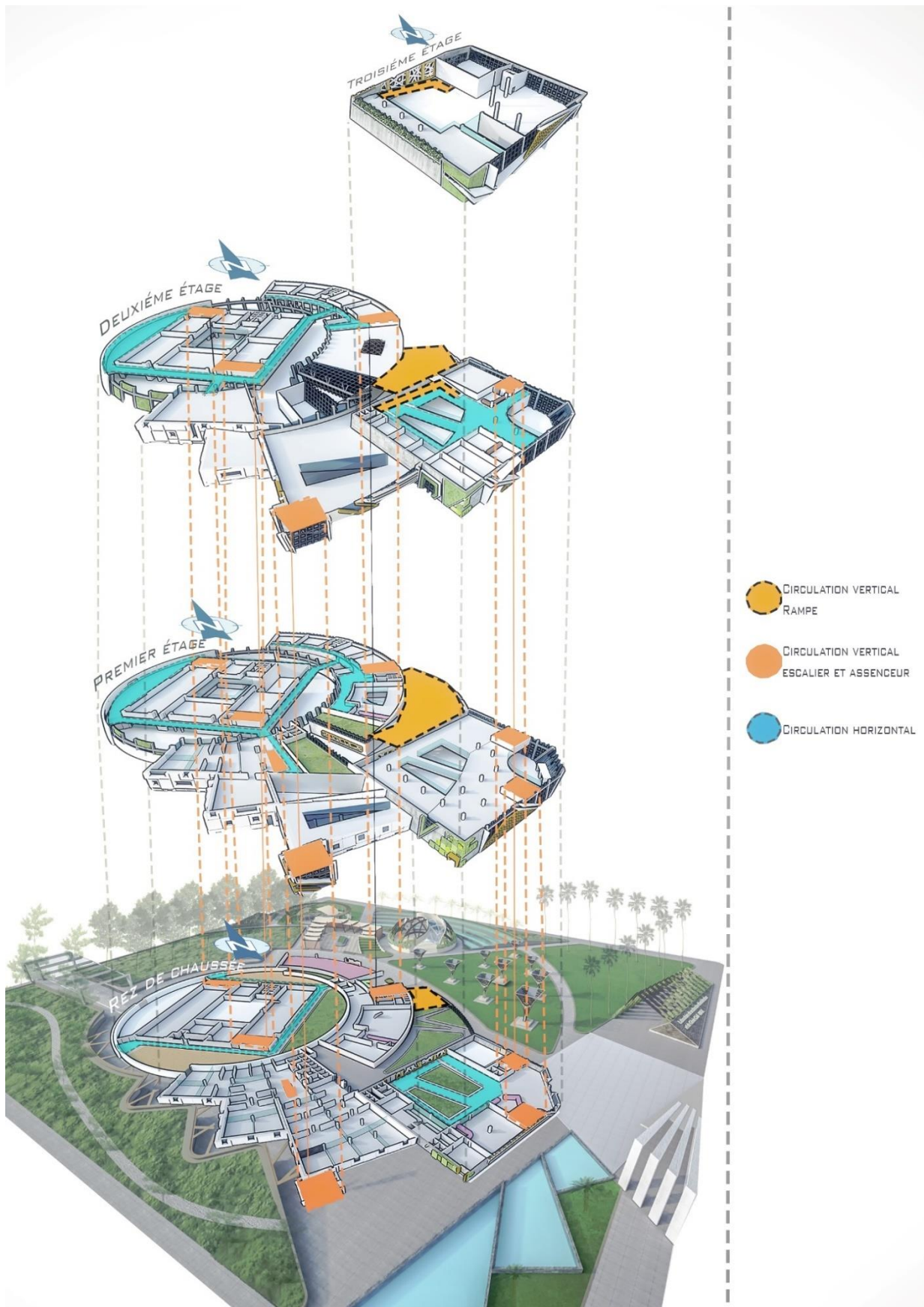


Figure 5. 61: la circulation verticale et horizontale.  
Source : Auteur.

**5.10 Les coupes :**

- ✓ Le bâtiment des laboratoires de recherches en architecture et génie civil composé de deux étages avec différentes hauteurs.
- ✓ La différence entre les étages 4m.
- ✓ Le point le plus haut est dans la géode d'un niveau de 27.80m et le cube 17.05m. Le point haut et basse de 15.85m avec séparation entre les deux par le patio qu'est protégé par une articulation entre les deux volumes pour la protection solaire caractérisé par la hauteur la plus basse entre les trois de 15.40m se créer un effet de Skyline et un retrait de façade. (02)
- ✓ Un élancement présent dans la géode c'est les gaines de ventilation naturelle et jeux un autre rôle c'est la protection solaire. (01).

Comme montrée à la figure 5.48

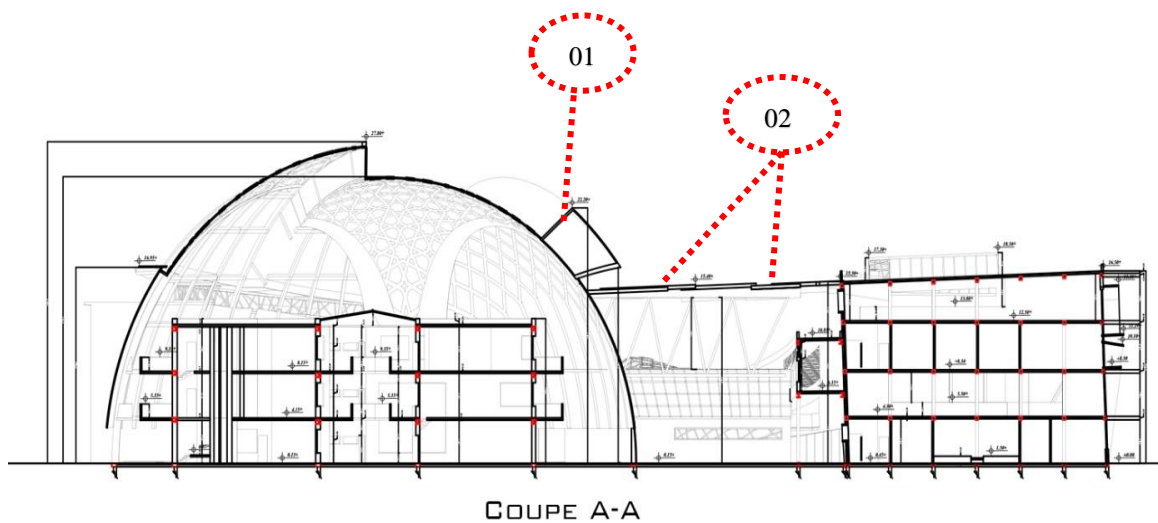


Figure 5. 63: coupe A-A ECH / 1/500.  
Source : Auteur.

- ✓ Deux éléments (01) et (02) destinés à la production d'Énergie intégré à la géode.
- ✓ L'aile (01) caractérisé par une hauteur de 15.50m et l'autre élément (02) se situe dans la géode au-dessus des Laboratoires de recherche commence du niveau 12.85m et termine au niveau 27.80m, aussi elle montre les perforations au niveau de la géode dans les deux faces.

Comme montrée à la figure. 5.49

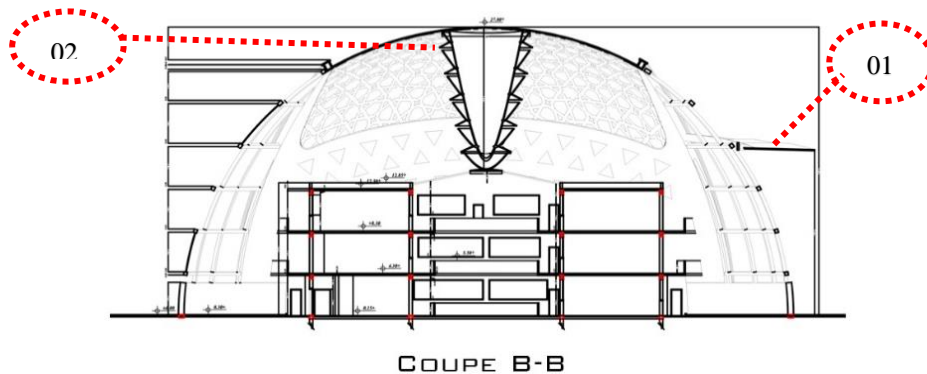


Figure 5. 65: coupe B-B ECH / 1/500. Source : Auteur.  
Source : Auteur.

- ✓ Aussi pour le cube il existe une autre inclinaison d'une différence de niveau 5.20m et une inclinaison 10° vers l'entrée principale afin de la marquer. ( voir la figure 5.50)



COUPE C-C

Figure 5. 66: coupe C-C ECH / 1/500. Source : Auteur.

### 5.11 Les façades et les vue 3d :

Les traitements des façades dans ce projet sont la continuité de la volumétrie dans les façades et selon les besoins des espaces et l'orientation afin de déterminer chaque façade a besoin de quoi avec la diversité des styles architecturaux pour refléter la nature du projet.

L'entrée principale :

- ✓ Elle est située au niveau du cube extérieur qui caractérisé par un style architecturale déconstructiviste et brutalisme, ces styles reflète l'architecture par les processus utilisés et le génie civil dans les matériaux structure apparentes, une toiture inclinée avec le tracé du Skyline.
- ✓ L'entrée marquée par la concavité et l'inclinaison qui donne une sensation d'instabilité ce que reflète le comportement de la structure.
- ✓ Le traitement utilisé au-dessus de l'entrée est un Skyline des bâtiments qui reflété l'architecture et l'inversement de ce dernier donne la sensation de ces deux éléments va rassembler parfaitement ce reflète l'ingénierie, avec la transparence entre eux pour l'éclairage de l'accueil et exprimer la cohérence entre les deux.



Figure 5. 67: vue rendu réaliste de l'entrée principale.  
Source Auteur.

**La façade Sud-Est :**

- ✓ Caractérisé par un style architectural contemporaine et des retraits de façade pour crée l'ombrage, la protection du rayonnement solaire et un Skyline.
- ✓ Cette façade compose du cube incliné qui donne une direction vers l'entrée principale
- ✓ Atrium pour l'éclairage et aération naturelle. (Cercle en rouge).
- ✓ Transparence pour assurer la continuité visuelle entre l'intérieur et l'extérieur et l'éclairage (Cercle en jaune), pour l'Est, moucharabié islamique reflète la région utilise pour filtrer les rayon solaire (bureaux, cafeteria) et transparence totale pour exposition et l'accueil parce que l'intensité du rayonnement solaire réduite.
- ✓ L'utilisation de la structure apparente et la couleur brute des matériaux reflète le brutalisme et des retraits de façade pour la protection contre soleil au côté sud l'utilisation du mur végétalisé (en vert) afin de diminuer la température pour le serveur et le dépôt de stockage.
- ✓ Et l'exposition, qu'est une inclinaison parallèle du cube (en bleu) et elle est démarrer à partir du sol en aval avec le cube et termine par un prisme qu'est un élément d'appel, jeux le rôle de la tour a vent et un auvent pour la protection des bureaux des chercheurs destinés à la circulation verticale, le traitement de façade est la continuité des cube.
- ✓ Ce bloc caractérise par une façade moderne des baies vitré en longueur et en largeur pour la protection contre les rayons solaires par des brises soleil horizontal.

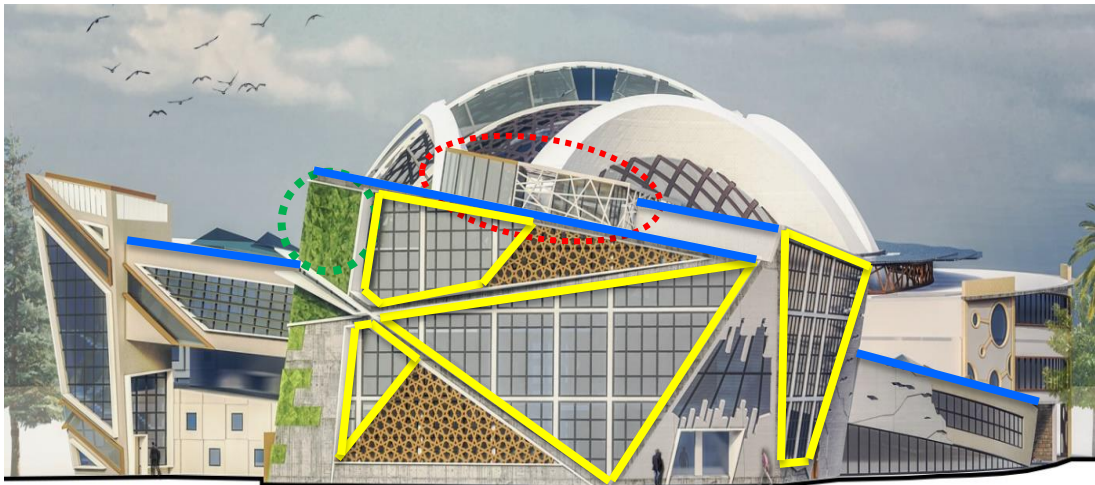


Figure 5.68 Façade rendue réaliste Sud-Est.  
Source : Auteur.

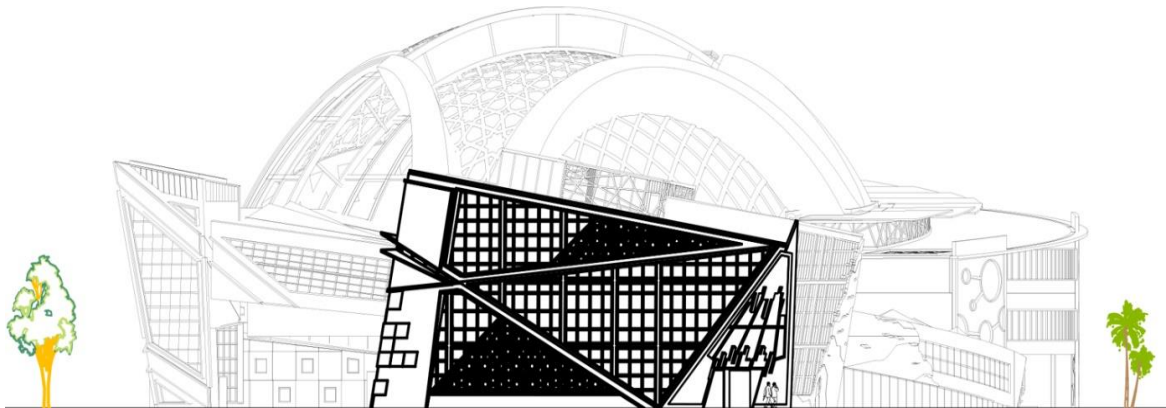


Figure 5. 68: façade Sud Est au trait.  
Source Auteur.

**La façade Nord-Est :**

- ✓ Caractérisé par la transparence pour assurer la continuité entre le projet et l'extérieur à cause de son orientation la (lumière).
- ✓ Traitement spécifique pour le cube utilise représente un phénomène de fissuration (en bleu) et sa continuité pour l'exposition qu'ai soubassement transparent du patio.
- ✓ Pour le volume courbé un style moderne appliqué (façade simple), vitrage en longueur (en vert), pilotis, avec deux éléments représente la verticalité son traitement inspirer des atomes compose les matériaux (en orange).
- ✓ La géode et caractérise par la transparence et les retrait de façades, utilisation des moucharabiés islamique pour la filtration du rayon solaire, perforation au côté nord pour la ventilation la réduction de l'effet de serre (en jaune).
- ✓ Un élancement au niveau de la géode pour la ventilation naturelle et l'ombrage et le retrait entre les deux demi géode compose de la transparence et la bouche de dépression de l'air.



Figure 5.69 Façade rendu réaliste Nord-Est.  
Source : Auteur.

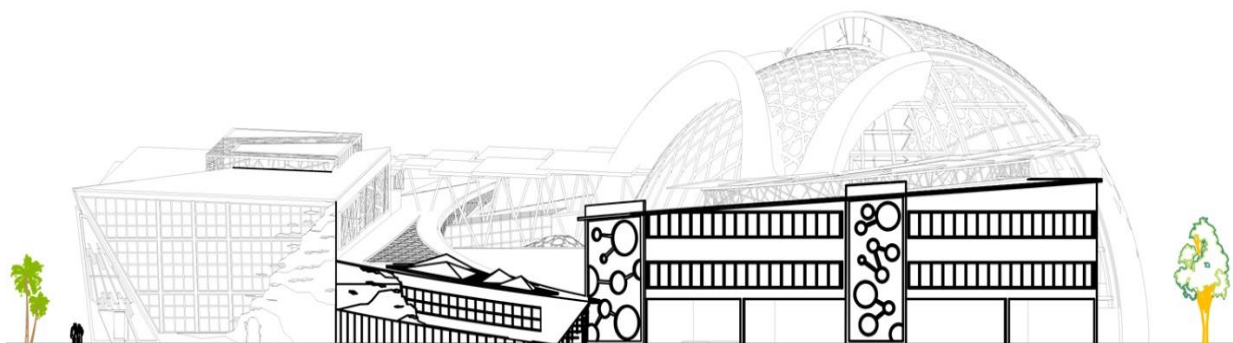


Figure 5. 69: façade Nord Est au trait.  
Source Auteur.

**La façade Sud-Ouest :**

- ✓ Mur végétalisé dans le cube avec traitement cubique afin d'assurer la continuité avec le traitement des prismes en gradation (en vert).
- ✓ Des petites fenêtres reflète le contexte du projet avec l'utilisation de la couleur claire pour la réflexion du rayonnement solaire du côté sud. (En bleu).
- ✓ Les bureaux des chercheurs caractérisent par jeu de volumes en haussée vers la géode, traitement de façade cubique
- ✓ La cage d'escalier et l'exposition se sont la réflexion du traitement du cube parce qu'ils sont imbriqués l'un a l'autre (en jaune).
- ✓ La protection solaire assurée par la brise soleil horizontale et les retrait des façades, ces volumes jouent un rôle d'un auvent pour les bureaux des chercheurs (en rouge).
- ✓ La géode est blanche pour réfléchir le rayon solaire joue un rôle d'une double enveloppe qui englobe les laboratoires des recherches qu'ont un volume qui reflète le contexte de la ville du Laghouat un cube couleur beige, la pierre, le patio, texture.
- ✓ Cette géode est perforée aussi du côté sud avec des plaques végétalisées pour la ventilation, création d'un micro climat et la réduction de l'effet de serre (en orange).

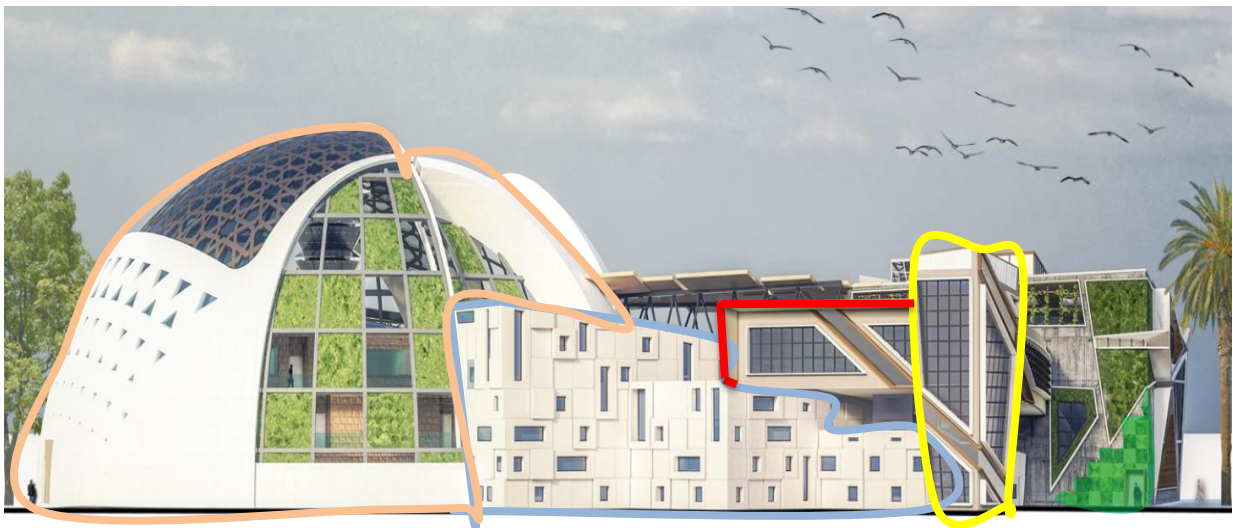


Figure 5.70 Façade rendu réaliste Sud-Ouest.  
Source : Auteur.

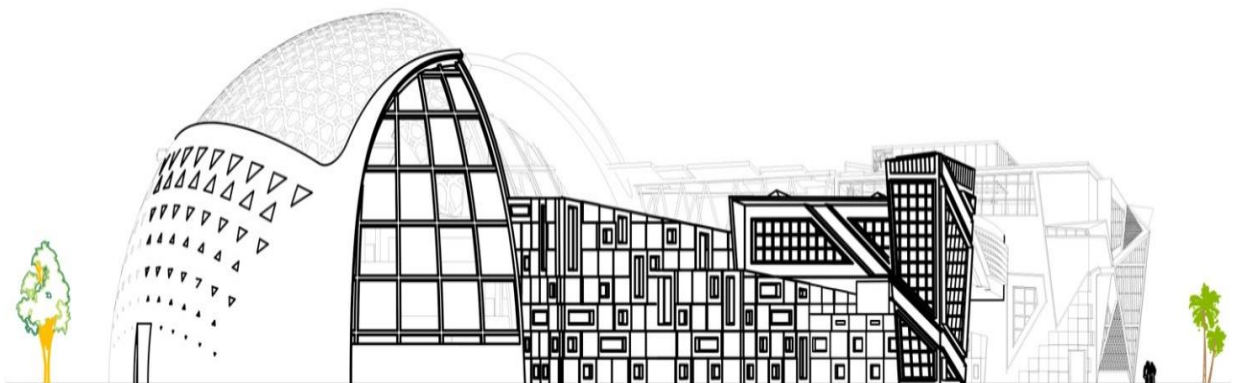


Figure 5. 70: façade Sud-Ouest au trait.  
Source Auteur.

**La façade Nord-Ouest :**

- ✓ Cette façade caractérise par la diminution de vide par rapport au plein.
- ✓ Le volume courbé qui contient les laboratoires académiques est aveugle du côté ouest (en vert).
- ✓ La géode divisée en deux parties la partie supérieur et transparente avec mausharabia islamique pour laisser les rayons solaires pénétré vers l'élément de la production énergétique (en jaune), et la partie inférieure par des petites fenêtres en forme triangulaire (en bleu), ce rythme est réduit la longue du point bas de la partie inférieure pour la protection contre les rayons solaires intense du ouest.



Figure 5.71 Façade rendu réaliste Nord-Ouest.  
Source : Auteur.

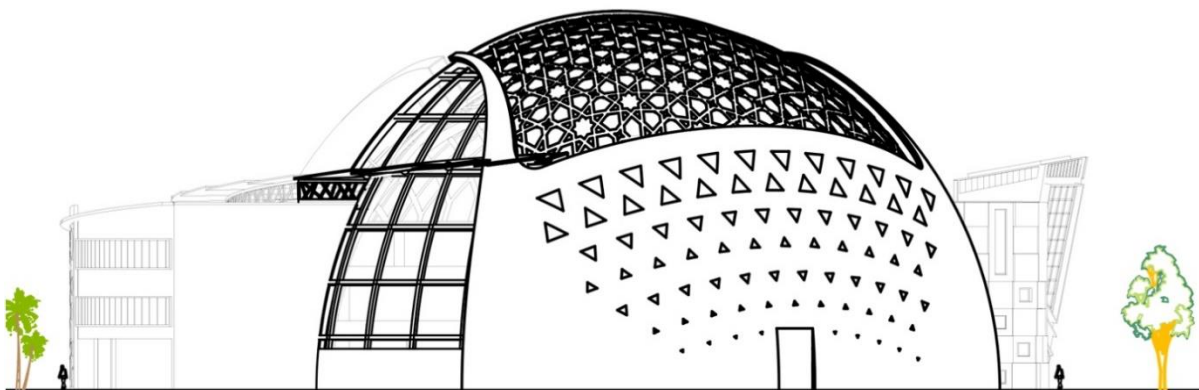


Figure 5.71: façade Nord-Ouest au trait.  
Source Auteur.

5.12 Technique bioclimatique utilisée :

Nous avons utilisé plissure technique environnementale qui va profiter notre environnement et la même temps il adapte au climat (chaud et aride) qui reprisent dans la figure : (et voire annexe 4).

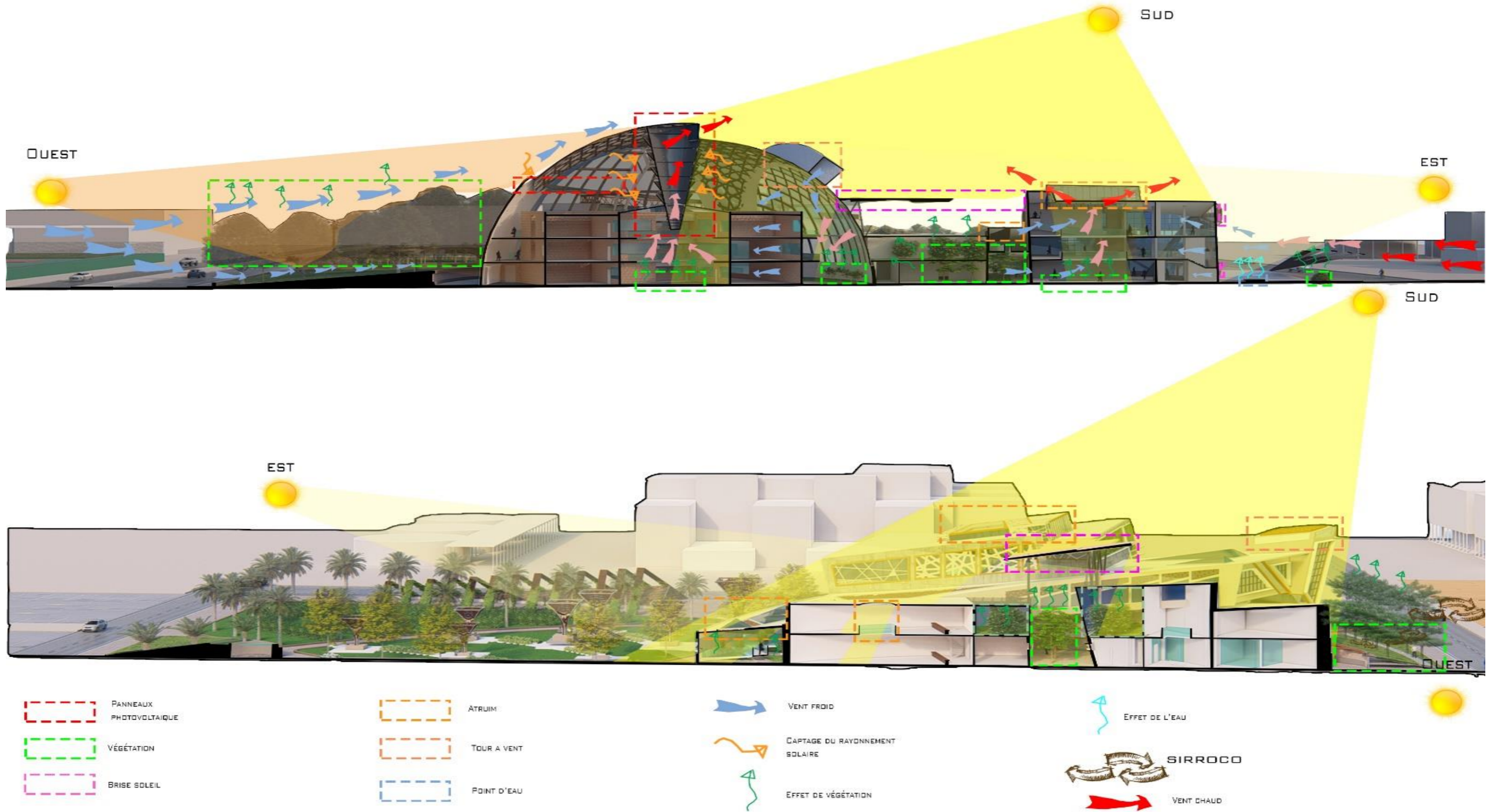


Figure 5. 72: les techniques bioclimatiques utilisée.  
Source : Auteur.

**PARTIE**  
**INDIVIDUELLE**

**L'impact de système  
double enveloppe géode  
sur le confort thermique  
et la consommation  
d'Énergie**



**Hassani Yahia  
Sofiane**

## Partie individuelle

### 6.1 Confort thermique

#### Introduction :

Laghouat c'est une ville caractérisée par un climat chaud et aride, très chaude et sec en été qui représente la période la plus longue de l'année et froide en hiver c'est la période la plus courte par rapport au période estivale partir de ce point, une stratégie de froide utilisé (protection des espaces clefs du bâtiment contre les rayonnements directs, par effet de double enveloppe (la géode), pour protéger le cube, afin de minimiser le réchauffement du bâtiment.

Pour vérifier l'efficacité de l'enveloppe au terme du confort thermique, et énergétique, il est nécessaire d'utiliser les logiciels de simulation, dans ce cas ont utilisé pléiades pour la consommation énergétique et Energie plus pour vérifier la température intérieure de l'espace choisi qu'est le laboratoire d'urbanisme.

#### 6.1.1 Objectif :

La réduction de consommation des charges de climatisation et chauffage, et aussi pour le confort thermique.

#### 6.1.2 Problématique spécifique :

Après l'analyse contextuelle nous avons remarqué que notre contexte d'étude caractérisé par 3 mois de froids et 6 mois de chauds, donc en besoin de stratégie d'été.

Pour le cas de la géode, il existe un problème de gêné dans la période estivale c'est : l'effet de serre.

**Donc comment à travers le double enveloppe en va diminuer l'effet de serre pour l'espace simulé, et assure une température intérieur agréable ; avec une réduction de la consommation énergétique ?**

#### 6.1.3 Hypothèses :

- ✓ Favoriser la ventilation naturelle par la perforation de la membrane de la géode.
- ✓ Augmentation de l'inertie par l'utilisation de la pierre naturel.
- ✓ Utilisation de la végétation (mur végétalisé- toiture végétalisé).

#### 6.1.4 Recherche thématique :

##### 6.1.4.1 Définition du CONFORT:

L'homme désire en général des conditions autres que celles de son climat environnant. La construction d'un bâtiment crée alors un climat intérieur propre à satisfaire le confort de l'homme lui-même (habitations, bureaux, ...) ou de ses activités (usines, entrepôts, ...). Un climat intérieur est satisfaisant lorsque, simultanément, il assure :

Le confort hygrothermique.

le confort olfactif.

le confort visuel.

le confort acoustique.<sup>53</sup>

##### 6.1.4.2 Définition du confort thermique :

Le confort thermique est une sensation liée à la chaleur qui est propre à chacun. En hiver, un bon confort thermique doit garantir une sensation suffisante de chaleur. En été, il doit limiter cette chaleur pour éviter les surchauffes.

<sup>53</sup> Architecture climatique équilibré J.-P. Eggimann p 38.

Le confort thermique est défini comme "un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique".<sup>54</sup>

### 6.1.4.3 Les 6 paramètres du confort thermique :

1. Le métabolisme est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7 °C. Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.
2. L'habillement représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.
3. La température ambiante de l'air  $T_a$ .
4. La température des parois  $T_p$ . De façon simplifiée, on définit une température de confort ressentie (appelée aussi température résultante sèche) :  $Trs = (T_a + T_p) / 2$ .
5. L'humidité relative de l'air (HR) est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la température  $T_a$ .
6. La vitesse de l'air influence les échanges de chaleur par convection. Dans l'habitat, les vitesses de l'air ne dépassent généralement pas 0,2 m/s.<sup>55</sup>

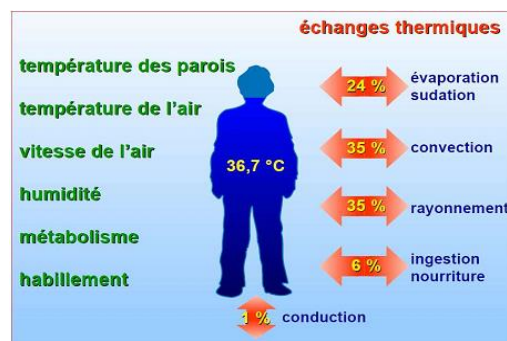


Figure 6. 1: Les pertes thermique dépendent de 6 paramètres physiques  
Source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

On constate que c'est six paramètres se divisent par des paramètres liés à l'individu, notamment le métabolisme et l'habillement, et des paramètres liés à l'ambiance thermique, dont la température des parois et de l'air, la vitesse de l'air, et l'humidité relative de l'air.

### 6.1.4.4 La température d'environnement (aire et paroi) :

#### La température ambiante de l'air (ou de consigne) :

C'est le premier critère qui vient à l'esprit, qui même s'il est déterminant, n'est pas le seul. Pour obtenir un confort thermique satisfaisant, il faut paramétrer une température de consigne suffisante.

On a l'habitude de dire que la température ambiante de confort se situe entre 19°C et 20°C. Attention à ne pas surchauffer car passer de 20°C à 21°C entraîne une surconsommation d'énergie d'environ 7%. La nuit et en période d'inoccupation, cette température pourra être abaissée de 2 à 3°C grâce à la régulation du chauffage.<sup>56</sup>



Figure 6. 2: la température ambiante de confort se situe entre 19°C et 20°C  
Source : conseils-thermiques.org.

<sup>54</sup> <https://conseils-thermiques.org>.

<sup>55</sup> Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique p 27a

<sup>56</sup> <https://conseils-thermiques.org>.

### 6.1.4.4.1 La température des parois :

La température des parois a une grande influence sur la température ressentie. Pour calculer simplement la température ressentie, il faut faire la moyenne entre la température des parois et la température ambiante. Par exemple, pour une température d'ambiance de 20°C :  
Cas n°1 : Température de paroi de 16°C : la température ressentie sera de 18°C  
Cas n°2 : Température de paroi de 19°C : la température ressentie sera de 19,5°C Pour une même température de consigne, le confort thermique sera insuffisant dans le cas 1 et satisfaisant dans le cas 2. Pour augmenter la température des parois, il convient d'isoler correctement son logement en limitant le plus possible les ponts thermiques. Il faut également mettre en place des vitrages performants dont la pose aura été soignée.<sup>57</sup>



Figure 6. 3: Effet de température des parois sur la température de l'espace  
Source : <https://conseils-thermiques.org>.

### 6.1.4.4.2 L'humidité relative :

L'humidité relative ambiante influence la capacité de notre corps à éliminer une chaleur excédentaire.<sup>58</sup>

### 6.1.4.4.3 L'impact de l'humidité relative dans un bâtiment :

L'humidité a relativement peu d'impact sur la sensation de confort d'un individu dans un bâtiment. Ainsi, un individu peut difficilement ressentir s'il fait 40 % ou 60 % d'humidité relative dans son bureau.

L'inconfort n'apparaît que lorsque :

- L'humidité relative est inférieure à 30 %
- L'humidité relative est supérieure à 70 %

De faibles niveaux d'humidité (en deçà de 30 %) donnent lieu à certains problèmes :

- Augmentation de l'électricité statique
- Gêne et irritation accrue à la fumée de tabac
- Augmentation de la concentration en poussières dans l'air

De hauts niveaux d'humidité (au-delà 70 % HR) donnent lieu à une croissance microbienne importante et à des condensations sur les surfaces froides.<sup>59</sup>

<sup>57</sup> <https://conseils-thermiques.org>.

<sup>58</sup> <https://conseils-thermiques.org>.

<sup>59</sup> <https://conseils-thermiques.org>.

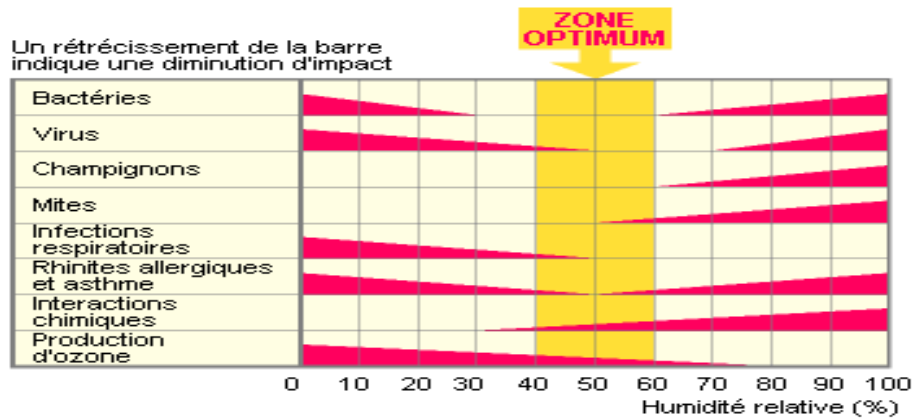


Figure 6. 4: précisant la plage de taux d'humidité ambiante optimale d'un point de vue hygiénique  
Source : www.energieplus-lesite.be.

#### 6.1.4.4 La vitesse de l'air :

La vitesse de l'air (et plus précisément la vitesse relative de l'air par rapport à l'individu) est un paramètre à prendre en considération, car elle influence les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau.

A l'intérieur des bâtiments, on considère généralement que l'impact sur le confort des occupants est négligeable tant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,2 m/s.

A titre de comparaison : se promener à la vitesse de 1 km/h produit sur le corps un déplacement de l'air de 0,3 m/s.

Le mouvement de l'air abaisse la température du corps, facteur recherché en été, mais pouvant être gênant en hiver (courants d'air).<sup>60</sup>

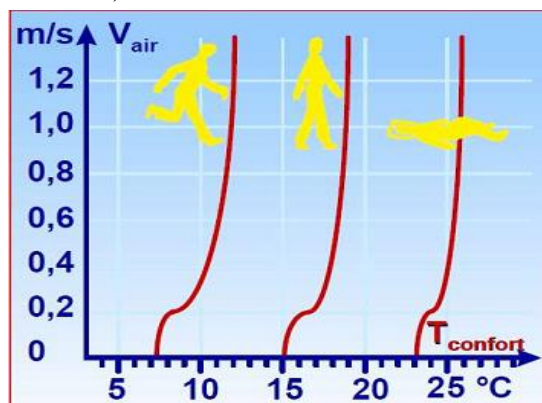


Figure 6. 5: Températures de confort pour différentes vitesses relative de l'air  
Source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique.

#### 6.1.4.5 Le métabolisme :

Le métabolisme, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C.

Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.<sup>61</sup>

<sup>60</sup> www.energieplus.com.

<sup>61</sup> www.energieplus.com.

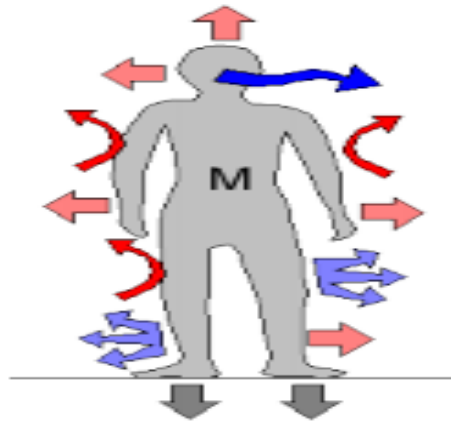


Figure 6. 6:Le métabolisme  
Source : www.csbat.net

#### 6.1.4.4.6 L'habillement :

Le niveau d'habillement des occupants est caractérisé par une valeur relative, exprimée en "clo", l'unité d'habillement.<sup>62</sup>

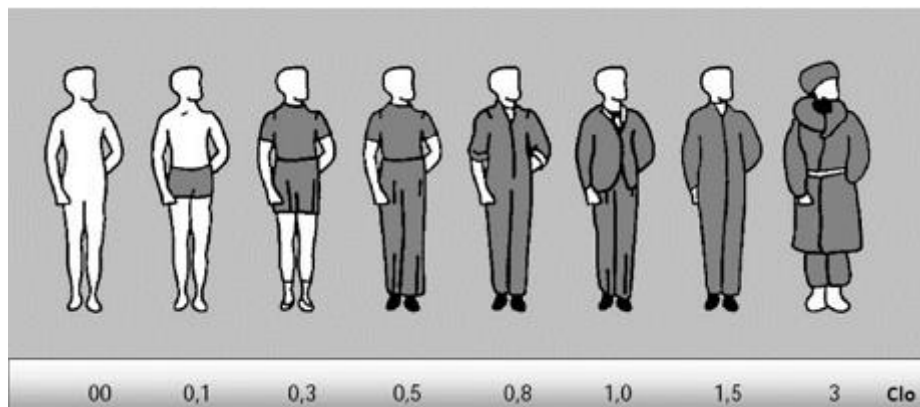


Figure 6. 7:valeur exprimée des tenues vestimentaire  
Source : Cours confort thermique -univ-biskra.dz

#### 6.1.4.4.7 L'activité physique :

Diverses valeurs du métabolisme sont indiquées ci-après pour diverses activités.

| Activité  | W/m <sup>2</sup> | Met |
|---|------------------|-----|
| Repos, couché   | 45               | 0.8 |
| Repos, assis  | 58               | 1   |
| Activité légère, assis (bureau, école)                  | 70               | 1.2 |
| Activité légère, debout (laboratoire, industrie légère) | 95               | 1.6 |
| Activité moyenne, debout (travail sur machine)          | 115              | 2.0 |
| Activité soutenue (travail lourd sur machine)           | 175              | 3.0 |

Tableau 6. 1 : valeur exprimée en Clo des tenues vestimentaire  
Source : www.energieplus-lesite.be

### 6.1.5 Notion et principe du confort thermique :

Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud capter la chaleur du rayonnement solaire, la stocker dans la masse, la conserver par l'isolation et la distribuer dans le bâtiment tout en la régulant.

<sup>62</sup> www.energieplus.com.

Au confort d'été répond la stratégie du froid : se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, minimiser les apports internes, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement.<sup>63</sup>

### 6.1.6 La conception bioclimatique du détail :

Pour tirer profit de l'environnement il faut capter et stocker l'énergie, et la conserver et la contrôler, il faut une maîtrise et une parfaite connaissance des performances thermiques des matériaux de construction, et des propriétés thermiques du vitrage.<sup>64</sup>

### 6.1.7 Les performances thermiques des matériaux de construction :

Le choix des matériaux de construction se fait principalement par ces critères :

#### 6.1.7.1.1 La conductivité thermique ( $\lambda$ ) :

La conductivité thermique est la propriété qu'a un matériau de transmettre la chaleur par conduction, exprimée en watt par mètre Celsius ( $W/m^{\circ}C$ ), cette caractéristique propre à chaque matériau permet de choisir l'isolation, plus elle est grande plus le matériau est conducteur, et de faible isolation.

Les facteurs qui influent la conductivité sont le poids volumique, la porosité, la teneur en eau.

La constante C dépend de l'épaisseur matériau et de la conductivité thermique  $C = e / \lambda$

#### 6.1.7.1.2 La capacité thermique (Pc) :

La capacité thermique c'est la capacité de stocker la chaleur, exprimée en watt heure par mètre cube Kelvin ( $Wh/m^3 \cdot K$ ), plus elle est grande plus la chaleur prend du temps à la traversée et plus le matériau stocke la chaleur.

#### 6.1.7.1.3 L'effusivité thermique (b) ou (Ef) :

L'effusivité c'est la rapidité d'absorber les calories par un matériau, exprimée en watt racine carré d'heure par mètre carré Kelvin ( $W \cdot h^{1/2} / m^2 \cdot K$ ) plus elle est grande plus le matériau absorbe les calories sans se réchauffer.

$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c}$  ( $\lambda$  Conductivité thermique), ( $\rho$  Masse volumique), ( $c$  Chaleur massique).

#### 6.1.7.1.4 L'inertie thermique :

L'*inertie thermique* d'un matériau représente sa capacité à absorber ou à restituer de la chaleur. Plus un matériau est inerte, plus il met du temps pour se chauffer ou pour se refroidir. Généralement ce sont les corps les plus massifs (lourds) qui sont les plus inertes. La conception des parois des bâtiments doit prendre en compte cette caractéristique pour améliorer le confort thermique. Un mur inerte (lourd) chauffé par le soleil mettra plus de temps après le coucher du soleil à diffuser la chaleur accumulée durant la journée. Ce décalage de temps s'appelle *déphasage thermique*.

$Q = r \cdot V \cdot C \cdot \Delta T = m \cdot C \cdot \Delta T$

- Q : Flux thermique (en  $J=W.s$ ).
- r : Masse volumique ( $kg/m^3$ ).
- V : Volume ( $m^3$ ).
- C : Capacité thermique massique ( $J \cdot Kg^{-1} \cdot K^{-1}$ ).
- $\Delta T$  : Ecart de température (K).<sup>65</sup>

<sup>63</sup> Cours Stratégies pour un environnement construit durable Dhaina K.

<sup>64</sup> Cours Stratégies pour un environnement construit durable Dhaina K.

<sup>65</sup> Cours Stratégies pour un environnement construit durable Dhaina K.

## 6.1.8 La modélisation et la simulation numérique :

### 6.1.8.1.1 Les programmes de simulations dynamique :

Par le terme logiciel de simulation du comportement dynamique des bâtiments, on entend un programme qui calcule, pour certains intervalles de temps, toutes les grandeurs déterminantes du bilan énergétique.<sup>66</sup>

### 6.1.8.1.2 Pléiades :

Pléiades est un logiciel complet pour l'écoconception des bâtiments et des quartiers. À partir d'une saisie graphique ou d'une maquette numérique, différents types de calculs sont accessibles : simulation thermique et énergétique, vérification réglementaire, dimensionnement des équipements ou analyse statistique.<sup>67</sup>



Figure 6. 8:photo de logiciel pléiades.

Source : <http://www.izuba.fr>.

### 6.1.8.1.3 Energy plus :

Energy Plus est un programme de simulation énergétique des bâtiments que les ingénieurs.

Energy Plus offre une analyse de l'énergie et une de simulation de la charge thermique. Sur la base de la description d'un utilisateur d'un bâtiment à partir de la perspective de la constitution physique du bâtiment et des systèmes mécaniques et d'autres associés, Energy Plus calcule le chauffage et le refroidissement des charges nécessaires pour maintenir consignes de régulation thermique.<sup>68</sup>



EnergyPlus

Figure 6. 9:photo pou logiciel l'Energy plus

Source : [www.energieplus.com](http://www.energieplus.com).

## 6.1.9 Présentation du cas d'étude :

Le projet se compose de plusieurs fonction (principale et secondaire) et parmi ces fonctions principales la recherche. Donc on choisit un laboratoire d'urbanisme comme un cas d'étude. Cette espace est caractérisé par :

- ✓ Sa surface : 113.5 m<sup>2</sup> (13.2m\*8.6m).
- ✓ Hauteur sous plafond : 3.8 m.
- ✓ Sa forme : rectangulaire.

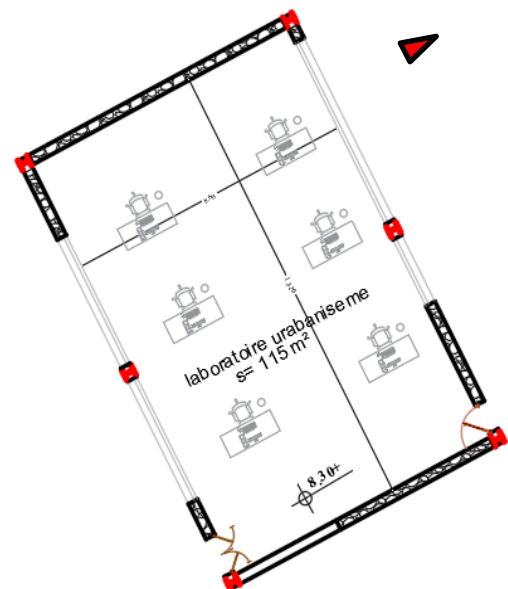
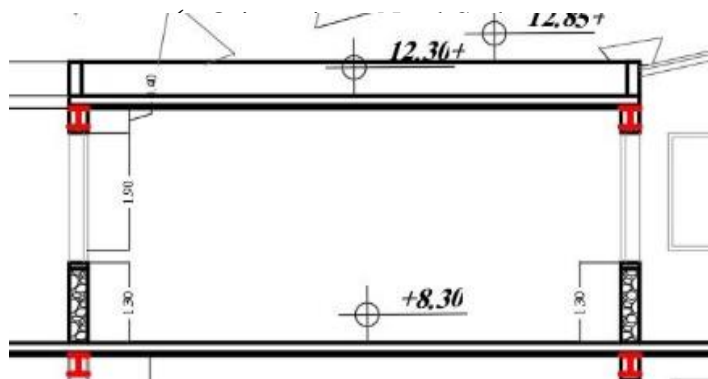


Figure 6. 10:espace simulé. Source : Auteur.

<sup>66</sup> <https://www.ademe.fr>.

<sup>67</sup> <http://www.izuba.fr>.

<sup>68</sup> [www.energieplus.com](http://www.energieplus.com).

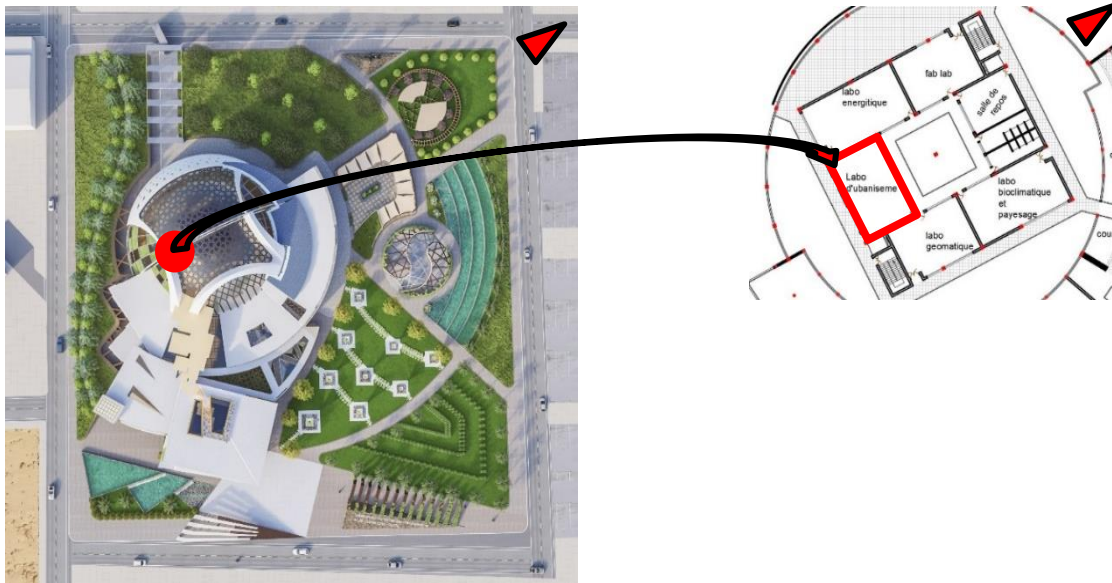


Figure 6. 11: positionnement d'espace d'étude.  
Source : Auteur.

### 6.1.10 Paramètre de simulation du cas d'étude :

| Les paramètres fixée   | Les paramètres variables   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Orientation (Nord-Sud).</li> <li>- Surface d'espace 113.5 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Matériaux (Pierre).</li> <li>- Vitrage (double vitrage).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technique appliquée :</li> <li>- Espace unique sans enveloppe.</li> <li>- Addition de la géode.</li> <li>- Percement de la géode côté Nord et Sud.</li> <li>- Addition de la végétation.</li> </ul> |

Tableau 6. 2 : : tableau des paramètres des cas d'étude.  
Source : Auteur.

### 6.1.11 Les jours de simulation :

Pour la simulation on a choisi deux jours le plus chauds et le plus froid qui sont caractérisé par :

| Jour                    | 21 juillet | 13 janvier |
|-------------------------|------------|------------|
| T max (C°)              | 42.3       | 8.5        |
| T min (C°)              | 28.4       | -3.1       |
| T range (C°)            | 13.9       | 11.4       |
| Vitesse des vents (m/s) | 3.9        | 5.7        |
| Direction des vents     | Sud-ouest  | Nord       |

Tableau 6. 3 : tableau représenté la température des jours chaud et froide.  
Source : Auteur.

**6.1.12 Caractéristique des matériaux utilisés :**

| Matériaux      | Conductivité thermique (W/m. k) | Chaleur spécifique (j/kg. K) | Densité (Kg/m3) | Epaisseur (m) |
|----------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------|---------------|
| Simple vitrage | 1.046                           | 836                          | 2300            | 0.006         |
| Pierre         | 1                               | 940                          | 1100            | 0.50          |
| Simple vitrage | 1.046                           | 836                          | 2300            | 0.006         |
| Argon          | 0.017                           | 519                          | 2               | 0.03          |
| Simple vitrage | 1.046                           | 836                          | 2300            | 0.006         |
| Béton          | 2.4                             | 1000                         | 2000            | 0.025         |
| Polystyrène    | 0.126                           | 1423                         | 1050            | 0.05          |
| Acier          | 45                              | 480                          | 7800            | 0.01          |
| Plâtre         | 0.43                            | 1088                         | 1250            | 0.01          |
| Béton          | 2.4                             | 1000                         | 2000            | 0.025         |
| Acier          | 45                              | 480                          | 7800            | 0.01          |
| Plâtre         | 0.43                            | 1088                         | 1250            | 0.01          |

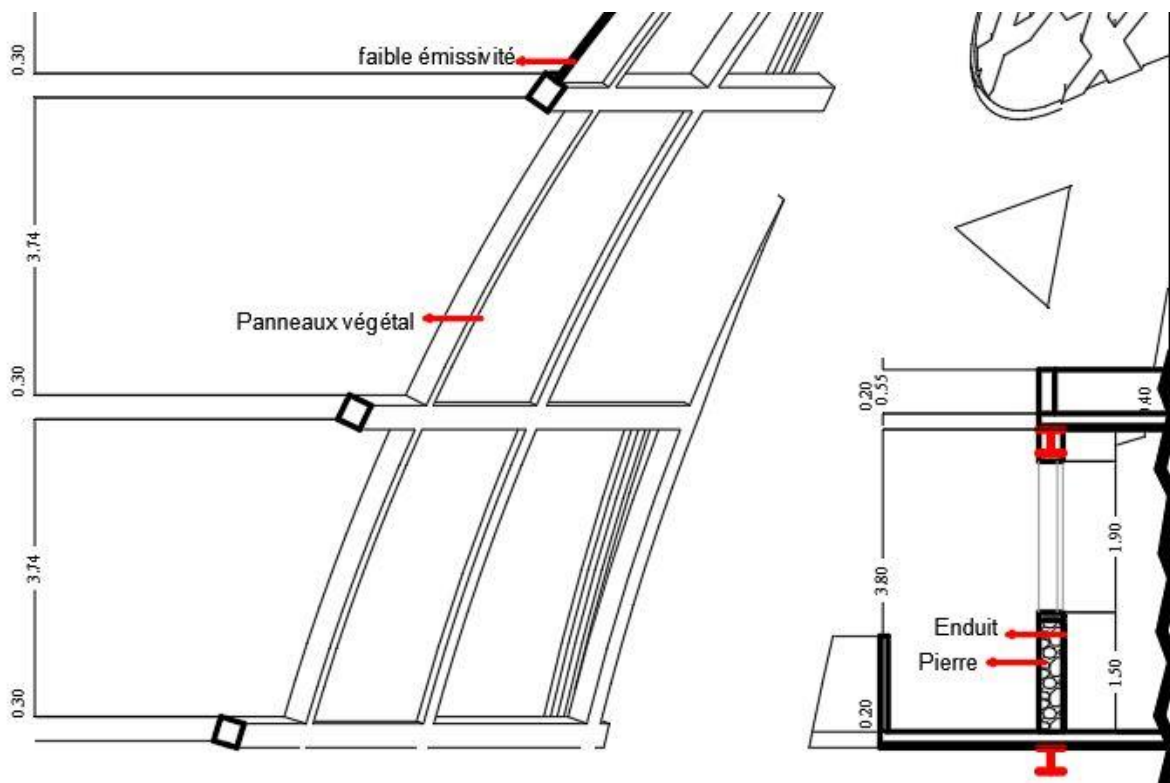


Tableau 6. 4 : tableau représenté les matériaux utilisés avec une coupe schématique.  
Source : Auteur.

**6.1.13 La phase de simulation :**

**La première variante :** l'espace de simulation uniquement sans enveloppe avec la configuration du mur en pierre.

**Cas été (21 juillet) :**

Par l'utilisation de la pierre la courbe de température de l'espace simulée est presque stable, avec une variation minimale de 32.34 C° et maximum 37.06 C°, A cause du temps de déphasage du matériau.

La température du laboratoire d'urbanisme est loin de la plage de confort

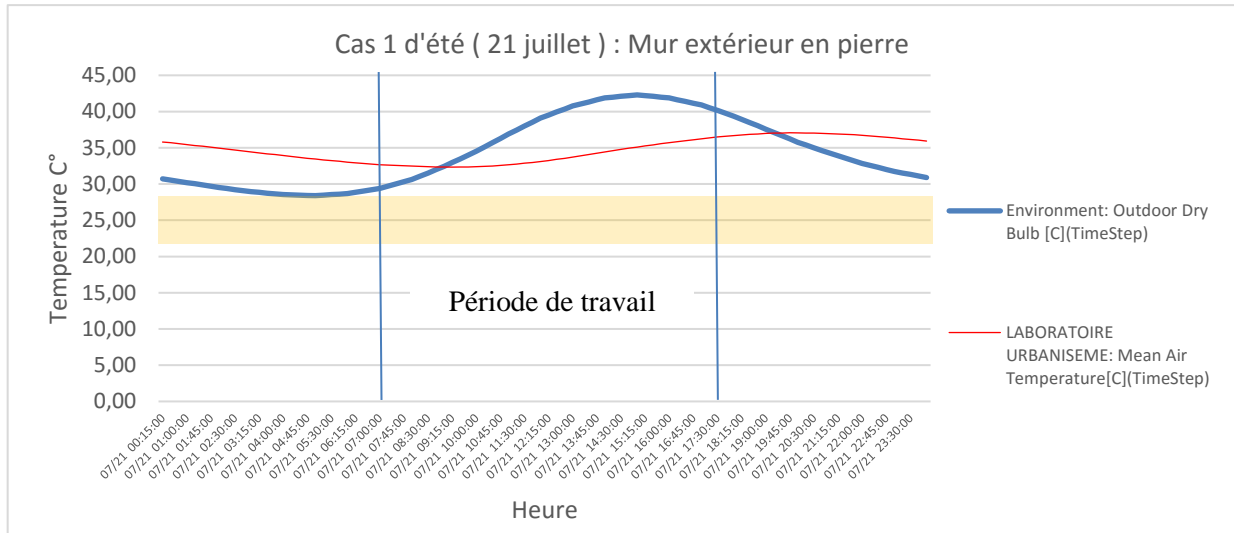


Figure 6. 12: Cas 1 d'été ( 21 juillet ) : Mur extérieur en pierre  
Source : Auteur

**Cas hiver (13 janvier) :**

La température de l'espace simulée varie entre 6.01 C° et 10.66 C°, avec un écart de 4.65 C°.

La température du laboratoire d'urbanisme est inférieure de la plage de confort.

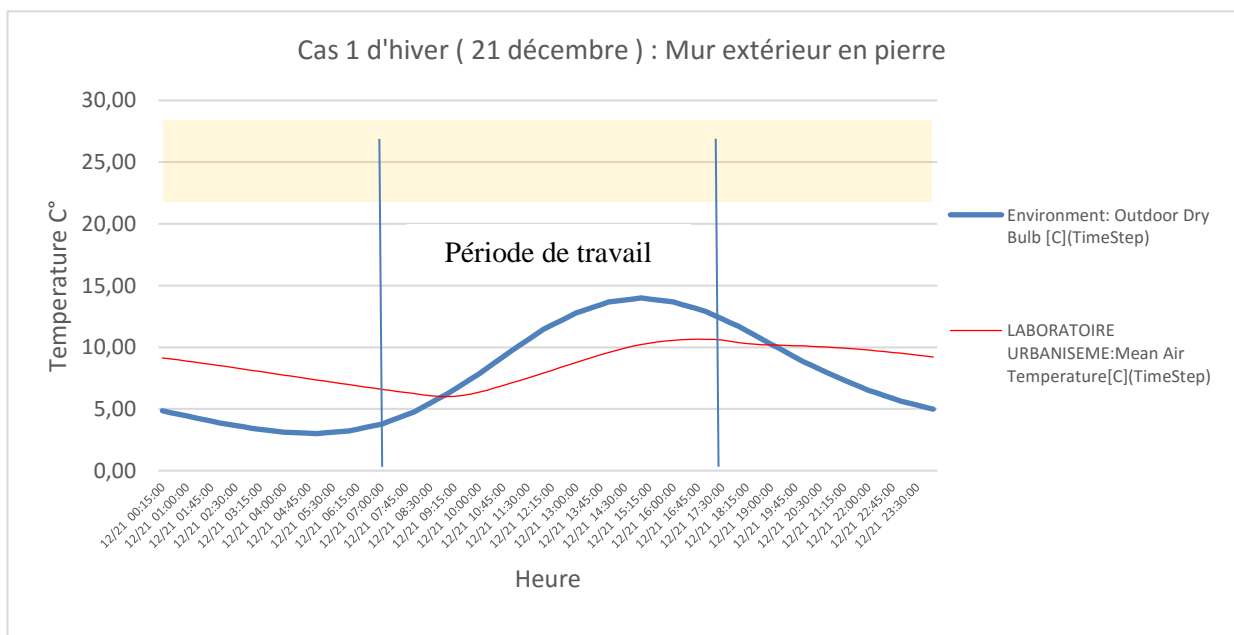


Figure 6. 13:Cas 1 d'hiver ( 21 décembre ) : Mur extérieur en pierre  
Source : Auteur

**Besoins mensuels :**

**Besoins mensuels mensuel de rafraichissement en (KWh) :**

|                         | Jan | Fév. | Mars | Avr. | Mai  | Juin | Juil | Aout | Sep  | Oct. | Nov. | Déc |
|-------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Laboratoire d'urbanisme | 0   | 26   | 354  | 820  | 2679 | 4477 | 5597 | 5410 | 3269 | 4    | 0    | 0   |

Tableau 6. 5 : Besoins mensuels mensuel de rafraichissement en (KWh). Source : Auteur.

**Besoin mensuel de chauffage en (KWh) :**

|                         | Jan  | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct. | Nov. | Déc  |
|-------------------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|
| Laboratoire d'urbanisme | 5211 | 3699 | 363  | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 728  | 4625 |

Tableau 6. 6 : Besoin mensuel de chauffage en (KWh).Source : Auteur.

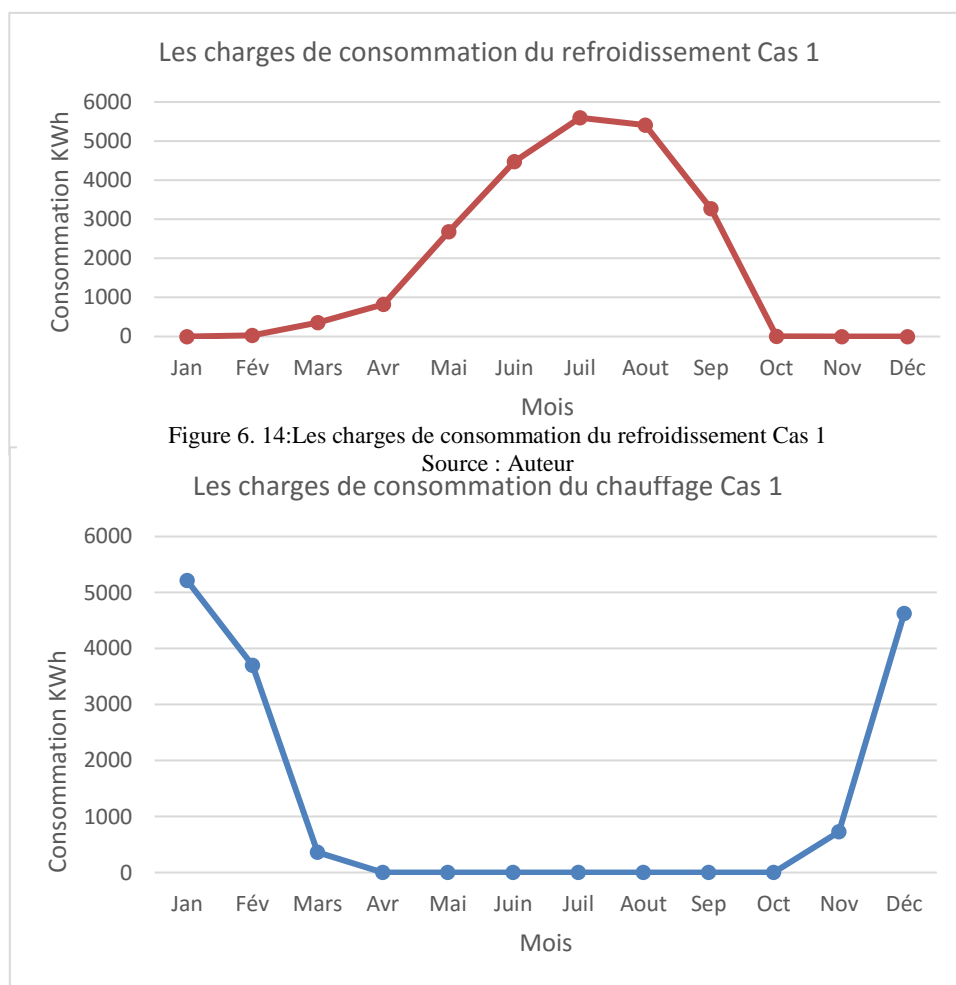


Figure 6. 15:Les charges de consommation du chauffage Cas 1  
Source : Auteur

**D'après le diagramme :**

- ✓ La période de climatisation est de mars jusqu'au septembre et les journées plus chaudes sont on juillet.
- ✓ La période de chauffage est moins que la période de climatisation de cinq mois, et cela traduit les besoins de climatisation qui est plus considérable que pour le chauffage.

- ✓ Le maximum de consommation de la climatisation et de 5597 KWh et pour chauffage 5211 KWh.
- ✓ Le mois de mars caractérisé par des jours qu'ont besoin de climatisation.

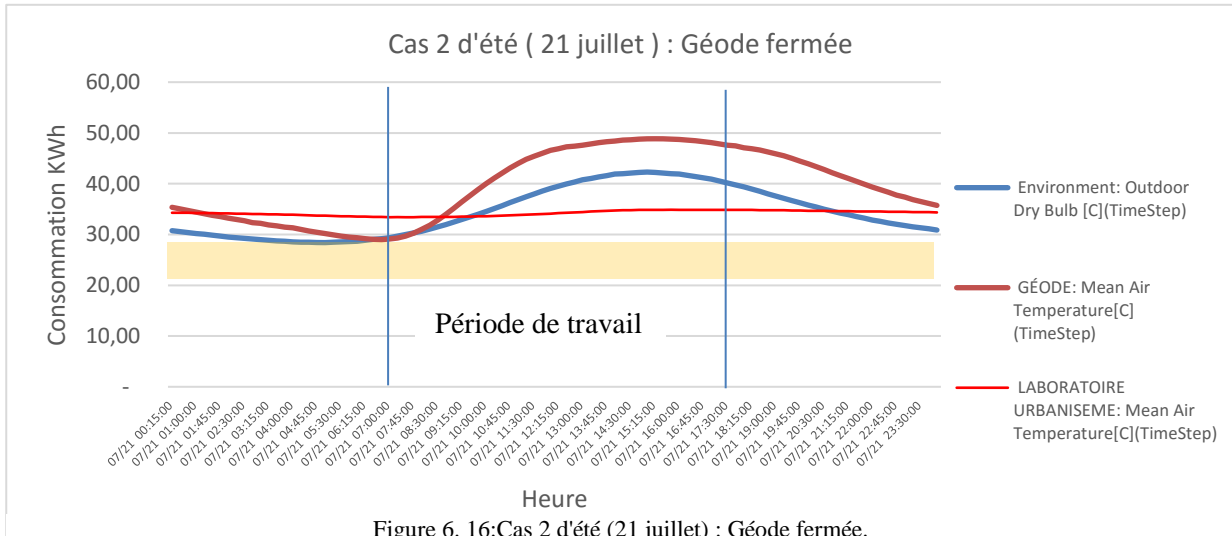
**La deuxième variante :** compose par une géode fermée et complètement en vitrage qui englobe l'espace de simulation.

### Cas été (21 juillet) :

Avec l'addition de la géode la température intérieure est plus stable d'une variation de 33.43 C° et 34.88C°, et un écart de 1.45C°, il est augmenté par rapport au cas de la pierre.

Mais l'espace est toujours en température élevée loin du confort à cause de l'effet de serre.

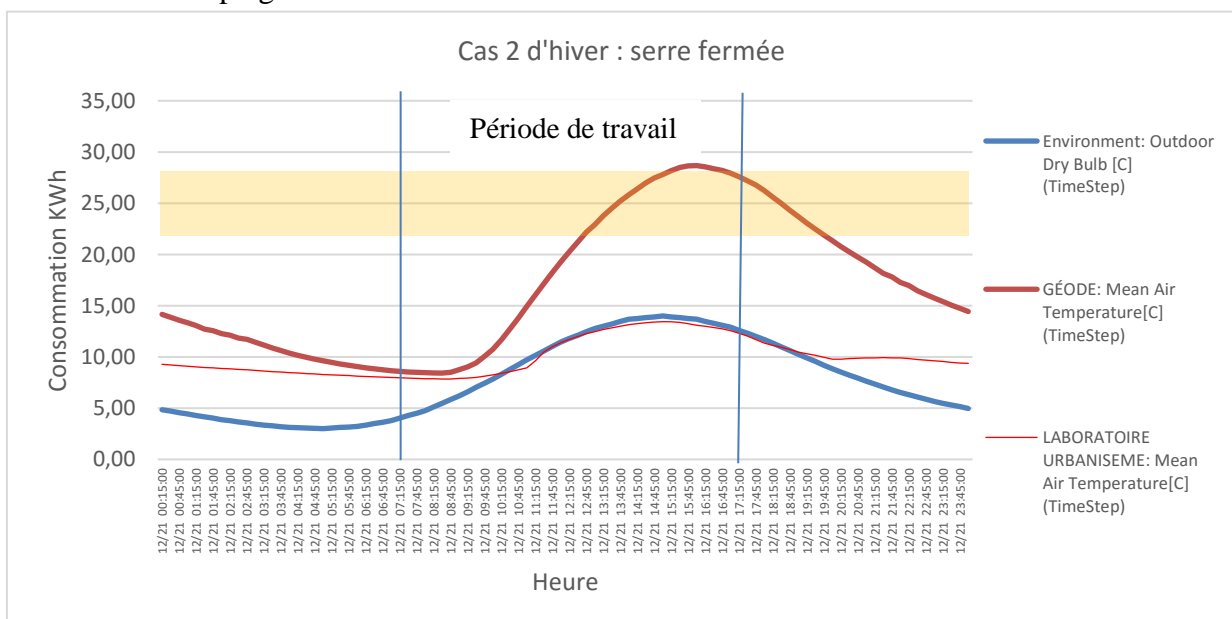
La température du laboratoire d'urbanisme est loin de la plage de confort.



### Cas hiver (13 janvier) :

La température de l'espace simulée augmentée par une valeur minimale de 1.83 c° et maximum 2.78 c°.

Et variation de température intérieur du 7.84 c° et 13.44 c° avec un écart de 5.60 c° cette augmentation est à causer par effet de serre. La température du laboratoire d'urbanisme est inférieure de la plage de confort.



**La troisième variante :** des percements au niveau de la géode du côté Nord et Sud, pour démunir l'effet de serre et aussi pour la ventilation naturelle.

Et mettre la partie ouest de la géode opaque.

**Cas été (21 juillet) :**

Le percement et fait pour diminuer l'effet de serre, on a opté pour une stratégie de froid, à cause de la longue période estivale, Cette opération aide plus à la stabilité de la température intérieure par la diminution de l'écart du température Minimés et maximum, par 1.21C°, et aussi diminuer la température intérieure jusqu'au 29.20C° à 30.41C°, par un écart de 4.47C° du cas précédant. La température du laboratoire d'urbanisme approche la plage de confort.

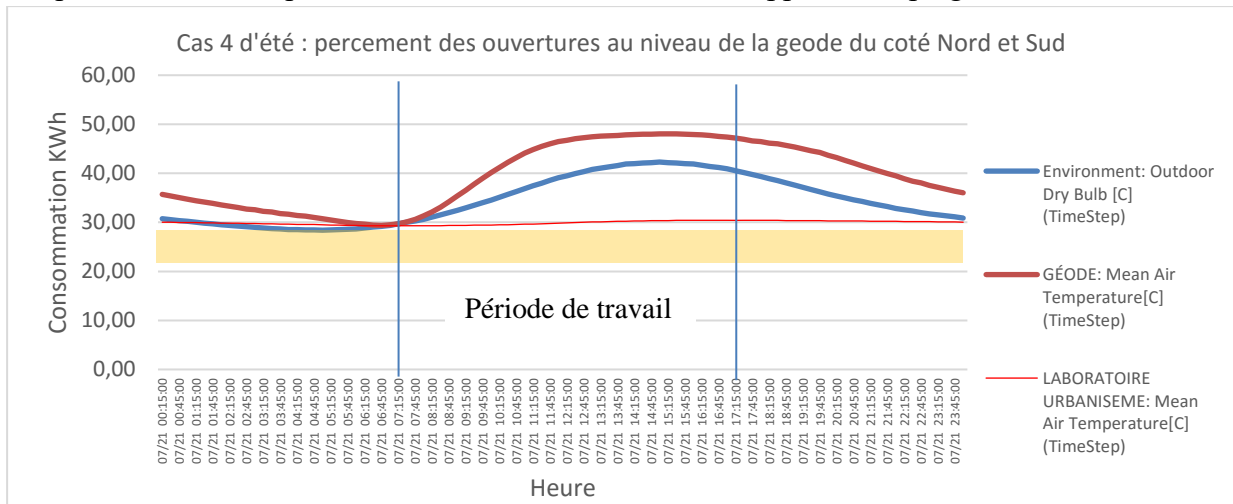


Figure 6. 18: Cas 3 d'été : percement des ouvertures au niveau de la géode du côté Nord et Sud.

Source : Auteur.

**Cas hiver (13 janvier) :**

La température intérieure est augmentée par rapport au cas précédant par faible augmentation de la température minimés de 7.84C° vers 8.27C° et maximés de 13.44 vers 13.67 C°.

La

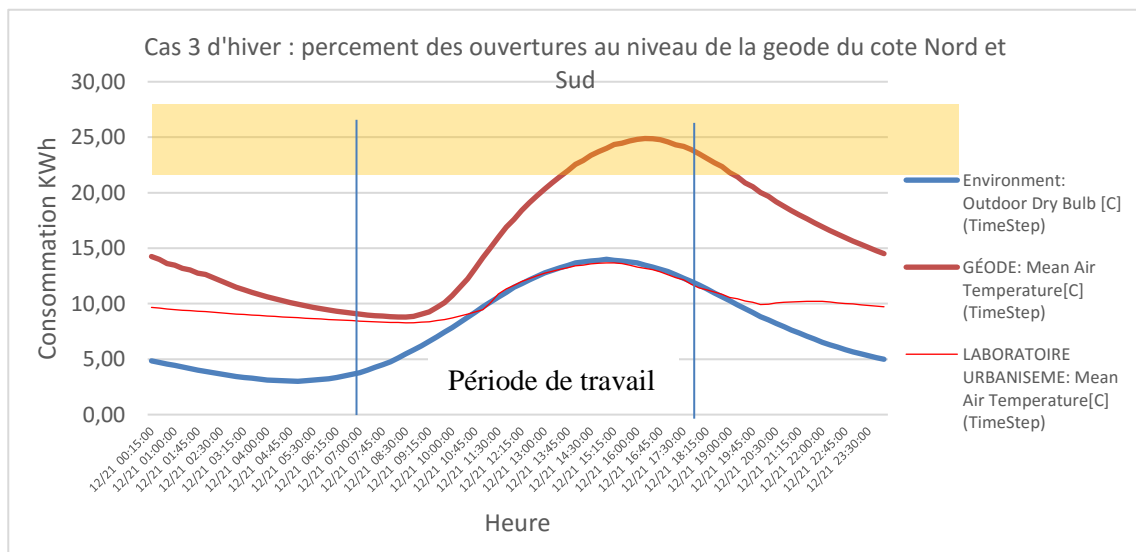


Figure 6. 19: Cas 3 d'hiver : percement des ouvertures au niveau de la géode du cote Nord et Sud

**La quatrième variante :** ajouter de la végétation au niveau de la géode du côté Sud dans le percement et aux toitures des laboratoires pour plus rafraîchir l'air.

**Cas été (21 juillet) :**

Après l'addition de la végétation en voie une diminution de la température intérieure de 29.20C° à 30.41C° au 26.99 C° à 28.47 C°, par un écart de 1.94 C° à 2.20C°.

C'est à cause l'effet de rafraîchissement de la végétation.

La température du laboratoire d'urbanisme on a presque atteint la plage de confort.

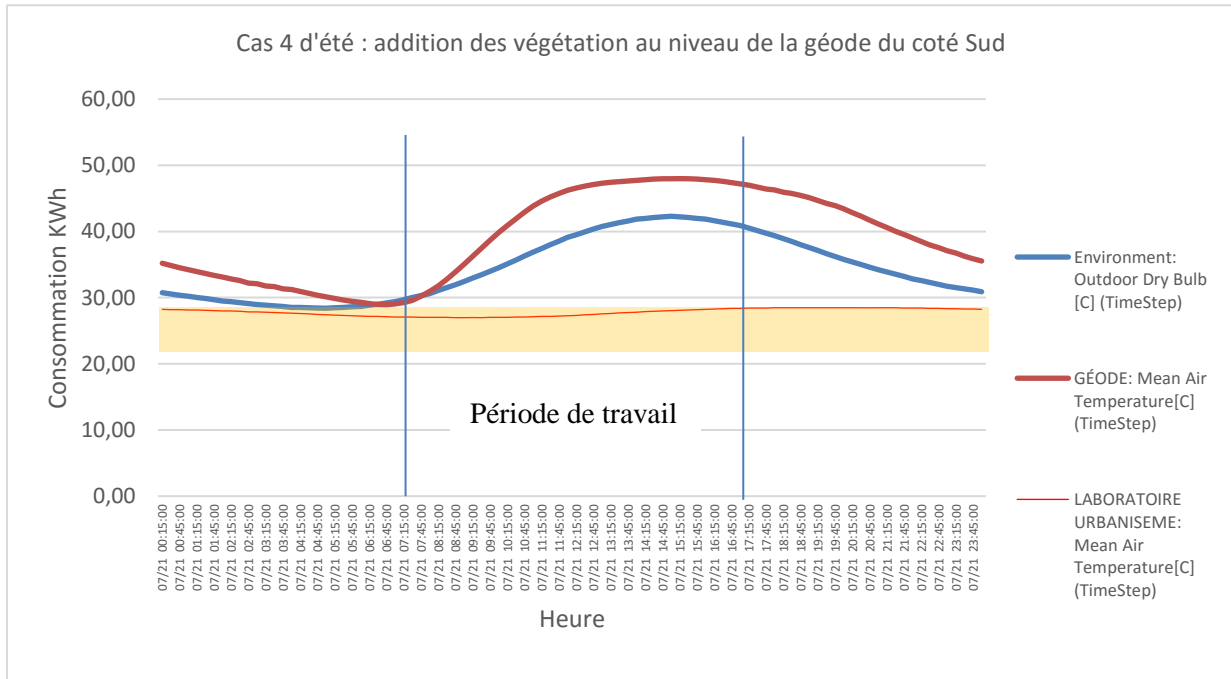


Figure 6. 20:Cas 3 d'été : percement des ouvertures au niveau de la géode du côté Nord et Sud.  
Source : Auteur.

**Cas hiver (13 janvier) :**

La température de l'aire simulée et diminuer par 1.03 C° a 7 :00h du matin, et par augmentation par 0.44C° dans la période de 14 :45h au 15 :30h, à cause de l'effet de végétation.

La température du laboratoire d'urbanisme est inférieure de la plage de confort.

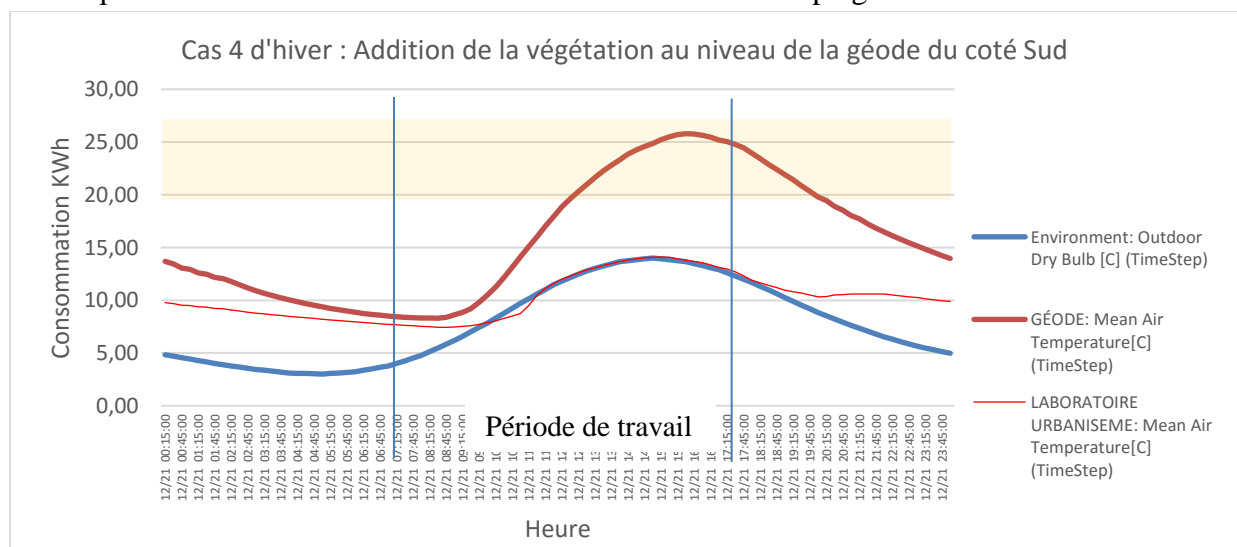


Figure 6. 21:Cas 4 d'hiver : Addition de la végétation au niveau de la géode du côté Sud.  
Source Auteur.

**Besoin mensuel :**

**Besoin mensuel de refroidissement en (KWh) :**

| Zone                                    | Jan | Fév. | Mars | Avr. | Mai  | Juin | Juil | Aout | Sep  | Oct. | Nov. | Déc |
|---|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Laboratoire d'urbanisme refroidissement | 0   | 0    | 0    | 0    | 1093 | 2447 | 2762 | 2762 | 1833 | 1    | 0    | 0   |

Tableau 6. 7 : Besoin mensuel de refroidissement en (KWh). Source : Auteur.

**Besoin mensuel de chauffage en (KWh) :**

|                                   | Jan  | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct. | Nov. | Déc  |
|-----------------------------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|
| Laboratoire d'urbanisme chauffage | 2687 | 2320 | 282  | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 430  | 2590 |

Tableau 6. 8 : Besoin mensuel de chauffage en (KWh). Source : Auteur.

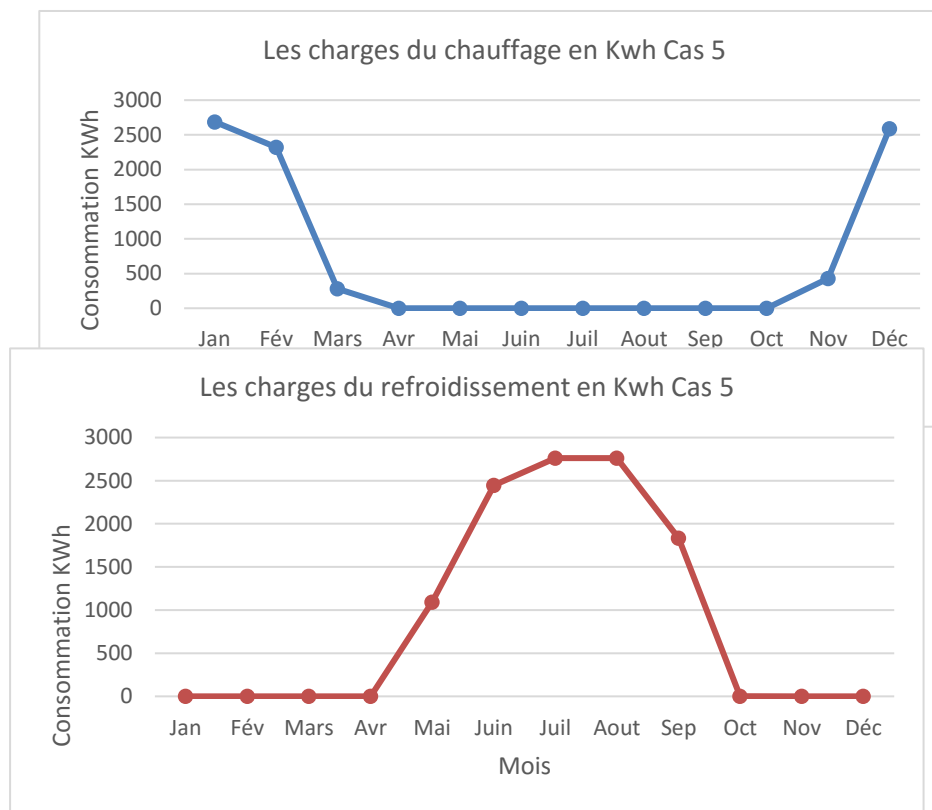


Figure 6. 22:refroidissement et chauffage mensuelles.  
Source : Auteur.

**D’après le diagramme :**

A partir les résultats de la simulation énergétique du logiciel pléiades on a optée Les améliorations montrée dans les graphes suivantes, on remarque un effet très remarquable dans la diminution des charges de refroidissement et de chauffage aussi on est arrivé éliminer la consommation de refroidissement pour le mois mars et avril, et allégé les consommations pour les autres mois en refroidissement ainsi que le chauffage.

Comparaison :

- **Simulation thermique** : comparaison entre le premier cas et le cas final.

**Cas été (21 juillet)** : L'écart entre le premier cas et dernier cas est considérable par une différence min de 6.08 C° et max de 9.84C°.

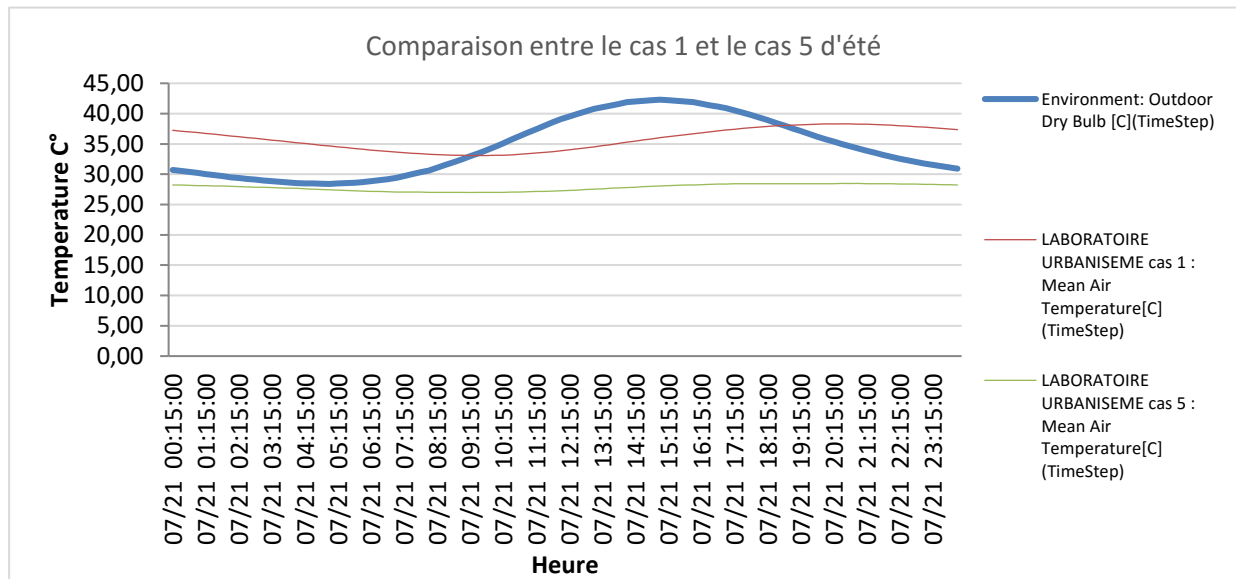


Figure 6. 23:Comparaison entre le cas 1 et le cas 5 d'été.  
Source : Auteur.

**Cas hiver (13 janvier)** : L'écart entre le premier cas et dernier cas est d'une différence min de 0.57 C° et max de 4.10C°, pour la période du jour on voit une augmentation importante, à cause de l'effet de serre.

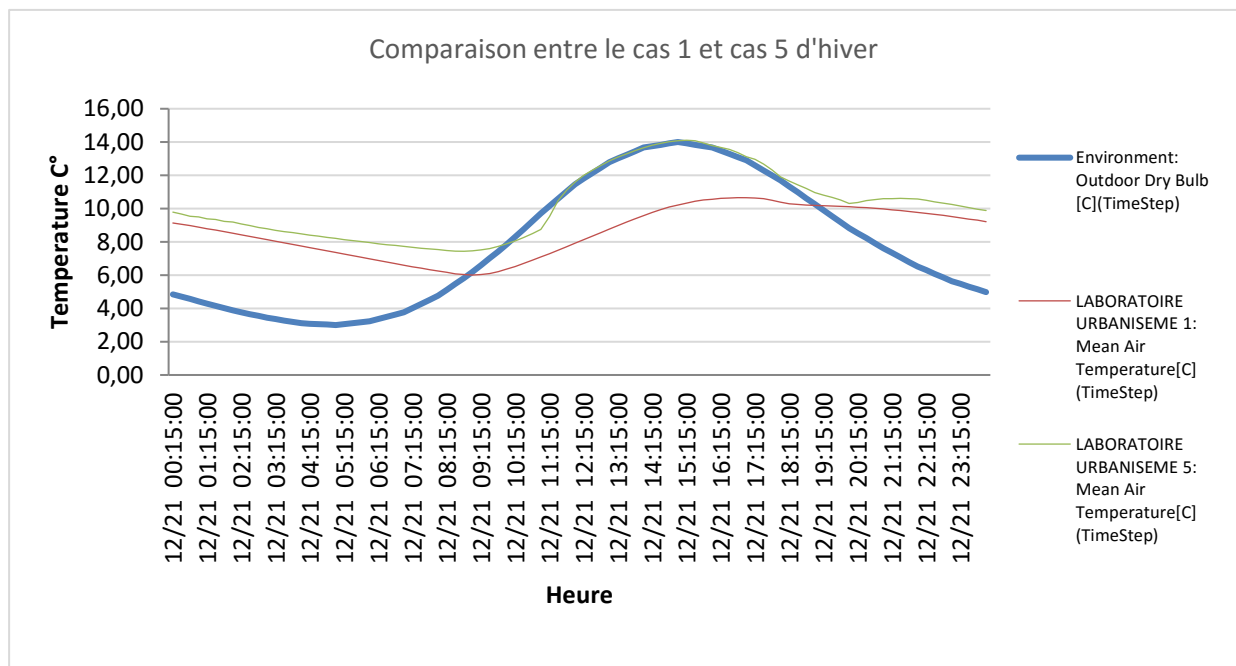


Figure 6. 24:Comparaison entre le cas 1 et cas 5 d'hiver.  
Source : Auteur.

**6.1.14 Simulation énergétique :**

Comparaison entre les charges de refroidissement et chauffage dans le cas initial avec les charges de refroidissement et chauffage du cas final.

A partir de ce tableau nous voyons une chute de consommation entre les deux cas.

| Zones                                 | Besoins Ch.<br>KWh | Besoins Ch.<br>KWh/m <sup>2</sup> | Besoins Clim.<br>KWh | Besoins Clim.<br>KWh/m <sup>2</sup> | Puiss. Chauff.<br>W | Puiss. Clim.<br>W |
|---------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------|
| <b>Laboratoire d'urbanismes cas 1</b> | <b>14 666.00</b>   | <b>116.00</b>                     | <b>22 700.00</b>     | <b>180.00</b>                       | <b>12 825.00</b>    | <b>7 723.00</b>   |
| <b>Laboratoire d'urbanisme cas 5</b>  | <b>8 331.00</b>    | <b>71.00</b>                      | <b>10 927.00</b>     | <b>94.00</b>                        | <b>3 612.00</b>     | <b>3 712.00</b>   |
| <b>Différence</b>                     | <b>6 335.00</b>    | <b>45.00</b>                      | <b>11 773.00</b>     | <b>86.00</b>                        | <b>9 213.00</b>     | <b>4 011.00</b>   |

Tableau 6. 9 : Simulation énergétique. Source : Auteur.

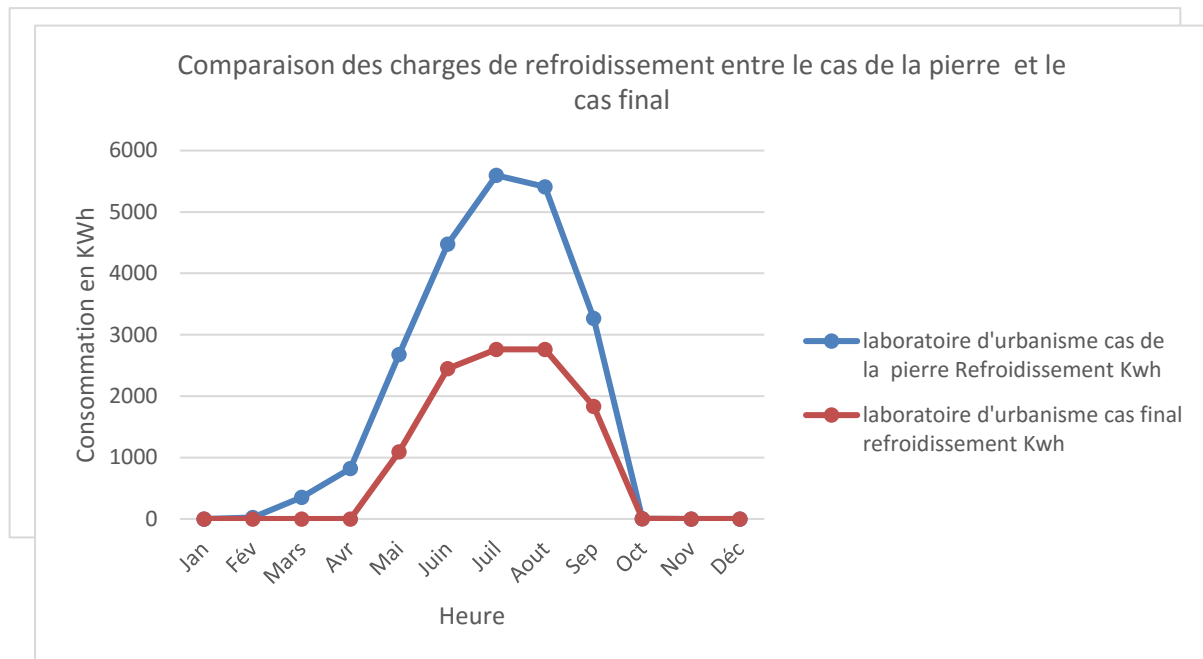


Figure 6. 25: Comparaison des charges de refroidissement et chauffage entre le cas de la pierre et le cas final. Source Auteur.

D'après les graphes :

Les charges de chauffage :

- Réduction importante des charges de chauffage globale de 5938 KWh pour les mois de Janvier, Février et Décembre.
- Pour les mois Mars et Novembre une faible diminution de consommation de 758 KWh.

Les charges de refroidissement :

- Pour Mars et Avril la consommation est nul.
- Pour le mois de juillet, la réduction de la consommation c'est la plus grande de 2835 KWh.

### **Synthèse :**

Par l'utilisation des végétations et la perforation pour la ventilation naturelle on a gain maximal dans le cas d'été et de 9.84°C durant la période la plus chaude, et un gain minimal de 6.08°C, cette amélioration nous faisons d'atteindre la plage du confort.

Dans le cas d'hiver ou la température extérieur et de 14°C, la température intérieure augmenté de 0.01°C au 5.36 C° par rapport à l'extérieur, pour ce cas on a loin de confort par 9.25°C.

### **6.1.15 Conclusion partielle :**

Le climat de la ville de Laghouat est caractérisé une longue période de 6/12 mois de chaud, et la technique utilisée nous a permis de diminuer la température intérieure de 15.31°C par rapport à l'extérieur (42.30 C°), dans la journée la plus chaude de l'année, ce qui est considérable pour une stratégie passive, et qui répondre à nos besoins d'une stratégie de froid.

Et aussi cette diminution participée a la réduction de consommation des charges de refroidissement de 22700 KWh par 11773 kWh c'est plus que 1/2, et le chauffage de 14666KWh par 6335 KWh presque le 1/2, de la consommation initiale.

A Partir de ces résultats, les charges de refroidissement sont diminuées par une somme considérable ce que traduit que cette stratégie passive et la conception utilisé de la géode à un effet sur la consommation de l'espace et ses ambiances intérieur, dans la période estivale de plus que la période hivernale.

Mais cette résultat presque suffisante pour assurer la température confortable du laboratoire dans la période estivale et insuffisante pour la période hivernale Pour assurer cette température confortable il faut chercher des autres solutions sans oublier l'objectif environnemental On renforcer les solutions passive par des solutions actives et environnementales.

# **CONCLUSION GENERALE**

### CONCLUSION GÉNÉRALE :

Notre objectif à travers cette étude été de concevoir un laboratoire d'architecture et de génie civil au milieu aride chaud, l'étude consistait à évaluer en second lieu les ambiances intérieurs (visuel et thermique) tout en visant à réduire la consommation d'énergie.

L'utilisation de technique passive a été élaborer suivant une stratégie de chaud afin d'assurer le confort thermique qu'il faut rechercher dans ces zones, d'où l'utilisateur d'une géode comme élément dominant et de base votre projet, et cela dans le but de son impact sur les ambiances intérieur.

A travers des simulation dynamique les résultats de l'utilisation de ce système ont permis de produire des températures intérieures du laboratoire choisi comme cas d'étude, nous avons enregistrer d'un gain de 9.84 C° en période estivale avec une plage de température intérieur de 26C°-27C°, ce qui a très apprécier et se forme aux normes ashrea.

En revanche le confort visuel dans le même espace et dans la même période frôlait la norme requise (500lux) qui de 439 lux. De ce fait l'hypothèse énoncé au début et confirmée, la géode avec une certaine manipulation peut assurer le confort d'ambiance en milieu chaud et aride, et aussi avoir une réduction de matière de consommation d'énergie électrique.

Nous espérons que ce modeste travail puisse stimuler la curiosité scientifique pour certain projet de conception pour les futures promotions et peut être contribuera à créer des axes de recherches dans le domaine de l'architecture environnemental.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

### OUVRAGE, ARTICLE ET THESE :

- ✓ THESE DE DOCTORAT EN COTUTELLE Discipline : Sciences de l'Architecture et de Génie civil  
Préparé par: Kamel LABBEN,
- ✓ C. TERRIER et B. VANDEVYVER 1999.
- ✓ Cours Stratégies pour un environnement construit durable Dhaina K.
- ✓ Cours HQE, Mr Hadjoudja Morad, Département d'architecture, Université Amar Télidji  
Laghouat, Année universitaire 2016/2017.
- ✓ Cours Stratégie du chaud / Stratégie du froid (les grand principe), A. Misse, Novembre 2011,  
ENSAG. -Architecture climatique équilibré J.-P. Eggimann p 38.
- ✓ Bechara Helal and Enrique Ramirez- Recent Mutations of the Archi-tectural Laboratory.
- ✓ Mémoire de Ben namia et Ben lahrach d'un Conception d'un Centre de loisir scientifique  
durable à Djelfa 2017.
- ✓ Construction écologique quelques définitions, CAUE de la Martinique Page 1.
- ✓ Guignard, S. 2010. Bernstein, D. et al 1997.
- ✓ L'écoconstruction page 4,5,8. -atba -Stéphane Fuchs architecte et collaborateurs - novembre  
2007 La maison écologique, Louise Ranck, Mai 2009, ÉDITIONS EYROLLES 61, bld Saint-  
Germain 75240 Paris Cedex 05, Page 5,6,7.
- ✓ Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde,  
décembre 2005, page 59a,31a,32a,148a,185a,77a,27a.
- ✓ Rapport Brundtland.

### SITE INTERNET :

- ✓ Mostefa zerouali <http://www.djazzairess.com/fr/lqo/5115058>.
- ✓ Futura Maison <https://www.futura-sciences.com>.
- ✓ <https://www.boiclimatik.pro>.
- ✓ Ventilatoin-naturelle-<https://www.habiter-autrement.org>.
- ✓ energie.wallonie.be.
- ✓ principes-architecture -et-constructoin-bioclimatique.<https://www.picbleu.fr>.
- ✓ architecture boiclimatique <https://maison-passive.ooreka.fr>.
- ✓ <http://www.ecohabitatoin.com/leed/systemes>.
- ✓ Définition du climatt <http://www.cndp.fr>.
- ✓ Relation entre le couvert vegetal et les conditoin edaphiques en zone a deficit hydrique  
[https](https://www.memoireonline.com).
- ✓ [www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com)
- ✓ <https://explorable.com/fr>.
- ✓ <http://www.2ift.ulaval.ca>.
- ✓ <http://www.cpp-sudmed2.fr>.
- ✓ <http://www.dgrsdt.dz>.
- ✓ <https://fr.scribd.com>.
- ✓ <https://www.archdaily.com>.
- ✓ <https://fr.climate-date.org>.
- ✓ <https://www.engr.psu.edu>.
- ✓ <https://www.quora.com>.
- ✓ <https://fr.inforandum.com>.
- ✓ <https://conseils-thermiques.org>.
- ✓ [www.energieplus.com](http://www.energieplus.com).

## ***REFERENCES ET BIBLIOGRAPHIE***

---

- ✓ <https://www.ademe.fr>
- ✓ <http://www.izuba.fr>.
- ✓ <http://thesis.univ-biskra.dz>. Leconfort visuel et l'ambiance lumineuse dans l'espace architectural.
- ✓ <https://www.colorimetrie.be>.
- ✓ <https://sites.uclouvain.be>.
- ✓ <http://www.prodware-innovatoin-design.fr>.
- ✓ <http://csidoc.insa-lyon.fr>.these de mamar.
- ✓ [www.indigo-group.be](http://www.indigo-group.be).

# **CONCLUSION GENERALE**

### **CONCLUSION GÉNÉRALE :**

Notre objectif à travers cette étude été de concevoir un laboratoire d'architecture et de génie civil au milieu aride chaud, l'étude consistait à évaluer en second lieu les ambiances intérieurs (visuel et thermique) tout en visant à réduire la consommation d'énergie.

L'utilisation de technique passive a été élaborer suivant une stratégie de chaud afin d'assurer le confort thermique qu'il faut rechercher dans ces zones, d'où l'utilisateur d'une géode comme élément dominant et de base votre projet, et cela dans le but de son impact sur les ambiances intérieur.

A travers des simulation dynamique les résultats de l'utilisation de ce système ont permis de produire des températures intérieures du laboratoire choisi comme cas d'étude, nous avons enregistrer d'un gain de 9.84 C° en période estivale avec une plage de température intérieur de 26C°-27C°, ce qui a très apprécier et se forme aux normes ashrea.

En revanche le confort visuel dans le même espace et dans la même période frôlait la norme requise (500lux) qui de 439 lux. De ce fait l'hypothèse énoncé au début et confirmée, la géode avec une certaine manipulation peut assurer le confort d'ambiance en milieu chaud et aride, et aussi avoir une réduction de matière de consommation d'énergie électrique.

Nous espérons que ce modeste travail puisse stimuler la curiosité scientifique pour certain projet de conception pour les futures promotions et peut être contribuera à créer des axes de recherches dans le domaine de l'architecture environnemental.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

### OUVRAGES, ARTICLES ET THESES :

- ✓ Kamel LABBEN, Discipline : Sciences de l'Architecture et de Génie civil, THESE DE DOCTORAT EN COTUTELLE
- ✓ Dhaina K. Cours Stratégies pour un environnement construit durable. Université Amar Thlidji Laghouat, Année universitaire 2016/2017.
- ✓ Mr Hadjoudja Morad, Département d'architecture, Université Amar Thlidji Laghouat, Cours HQE, Année universitaire 2016/2017.
- ✓ J.-P. Eggimann. Cours Stratégie du chaud / Stratégie du froid (les grands principes), Architecture climatique équilibrée, ouvrage, A Misse, Novembre 2011, ENSAG. PP 38.
- ✓ Bechara Helal and Enrique Ramirez, Recent Mutations of the Architectural Laboratory. THESE DE DOCTORAT
- ✓ Ben namia et Ben lahrach Mémoire d'une Conception d'un Centre de loisir scientifique durable à Djelfa 2017.
- ✓ CAUE de la Martinique, Construction écologique quelques définitions, ouvrage, PP 1.
- ✓ Guignard, S. 2010. Bernstein, D. et al 1997.
- ✓ L'écoconstruction. Ouvrage. PP 4,5,8.
- ✓ Louise Ranck, La maison écologique, ouvrage. ÉDITIONS EYROLLES 61, bld Saint-Germain 75240 Paris Cedex 05 Mai 2009, PP 5,6,7.
- ✓ Alain Liébard et André De Herde, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique. Ouvrage, Décembre 2005, PP 59a,31a,32a,148a,185a,77a,27a.
- ✓ Brundtland, Rapport.

### SITES INTERNET :

- ✓ Mostefa zerouali. site web <http://www.djazzairess.com/fr/lqo/5115058>.
- ✓ Futura Maison. site web <https://www.futura-sciences.com>.
- ✓ <https://www.boiclimatik.pro>.
- ✓ Ventilatoir-naturelle-site web <https://www.habiter-autrement.org>.
- ✓ energie.wallonie.be.
- ✓ Principes-architecture -et-constructoir-bioclimatique. site web <https://www.picbleu.fr>.
- ✓ Architecture boiclimatique. site web <https://maison-passive.ooreka.fr>.
- ✓ LEED système. site web <http://www.ecohabitatoir.com>.
- ✓ Définition du climatt. site web <http://www.cndp.fr>.
- ✓ [www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com)
- ✓ Explorable. site web <https://explorable.com/fr>.
- ✓ <http://www.2ift.ulaval.ca>.
- ✓ <http://www.cpp-sudmed2.fr>.
- ✓ dgrsdr. site web <http://www.dgrsdt.dz>.
- ✓ Scribd. site web <https://fr.scribd.com>.
- ✓ Archdaily. site web <https://www.archdaily.com>.
- ✓ Climate. site web <https://fr.climate-date.org>.
- ✓ <https://www.engr.psu.edu>.
- ✓ Quora. site web <https://www.quora.com>.
- ✓ Inforandum. site web <https://fr.inforandum.com>.
- ✓ Conseils thermique. site web <https://conseils-thermiques.org>.

## ***REFERENCES ET BIBLIOGRAPHIE***

---

- ✓ Energieplus. site web [www.energieplus.com](http://www.energieplus.com).
- ✓ Ademe. site web <https://www.ademe.fr>
- ✓ Izuba. site web <http://www.izuba.fr>.
- ✓ <http://thesis.univ-biskra.dz>. Leconfort visuel et l'ambiance lumineuse dans l'espace architectural.
- ✓ <https://www.colorimetrie.be>.
- ✓ <https://sites.uclouvain.be>.
- ✓ <http://www.prodware-innovatoin-design.fr>.
- ✓ <http://csidoc.insa-lyon.fr>. these de mamar.
- ✓ [www.indigo-group.be](http://www.indigo-group.be).

---

# **ANNEXE 01**

---

### Exemple 03 complémentaire :

#### Fiche technique :

Nom : école de planification et d'architecture de Vijayawāda - institut

Emplacement : Krishna Nagar, Vijayawāda, Andhra Pradesh, India.

Client : École de planification et d'architecture (financée par la Commission des subventions aux universités)

État du projet : 2012 -2018 (terminé)

Superficie du terrain : 38588,0 m<sup>2</sup>

superficie bâtie : 26477,3664m<sup>2</sup>

Logement étudiant : 16258,032m<sup>2</sup>, Logement de la faculté : 4180,6368 m<sup>2</sup>, l'institut : 6038,7044 m<sup>2</sup>.

Catégorie : Université

Contexte : urbaine



École de planification et d'architecture de Vijayawāda - institut  
Emplacement : Krishna Nagar, Vijayawāda, Andhra Pradesh, India.

#### Climat :

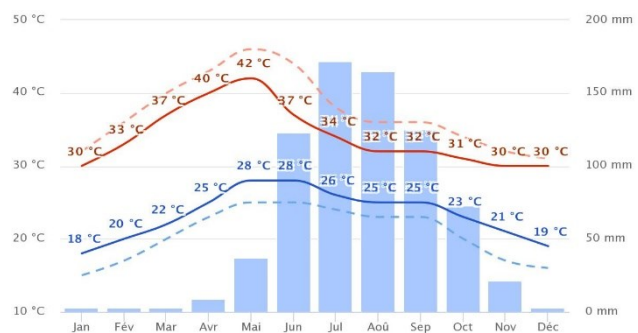
Vijayawāda a un climat de type tropical.

Par rapport à l'hiver, les étés ont beaucoup plus de pluie.

En moyenne la température à Vijayawāda est de 28.5 °C. La moyenne des précipitations annuelles atteints 1067 mm.

La saison très chaude dure 2,5 mois, du 14 mars au 31 mai, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 39 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 8 mai, avec une température moyenne maximale de 41 °C et minimale de 28 °C.

La saison fraîche dure 5,1 mois, du 15 août au 19 janvier, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 32 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 29 décembre, avec une température moyenne minimale de 18 °C et maximale de 30 °C.



Les données climatiques de la ville de Vijayawāda

## Situation :

L'institut de planification et d'architecture. Situé à Andhra Pradesh, Vijayawāda, dans le sud-est de l'Inde, est situé dans Krishna Nagar au nord-est de l'Andhra Pradesh, dans un milieu urbain.






Plan de Situation de l'institut

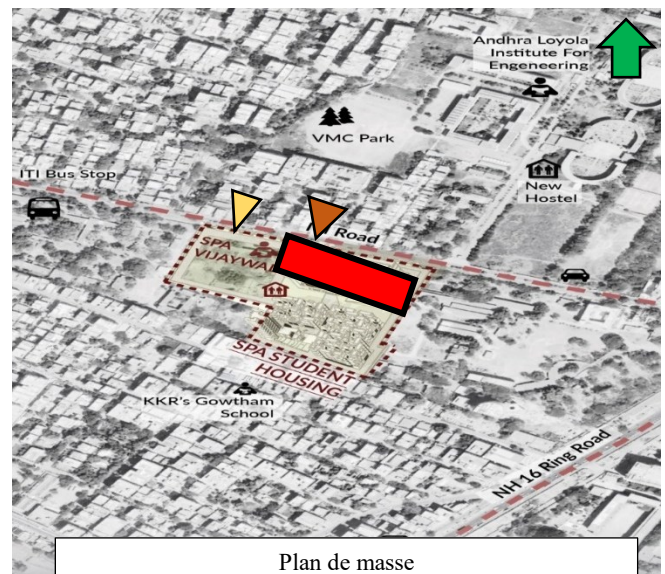
## L'accessibilité et les axes mécaniques :

L'institut de planification et d'architecture est accessible par une seule voie principale, L'entrée principale et secondaire orientée vers la voie principale.

## Plan de masse :

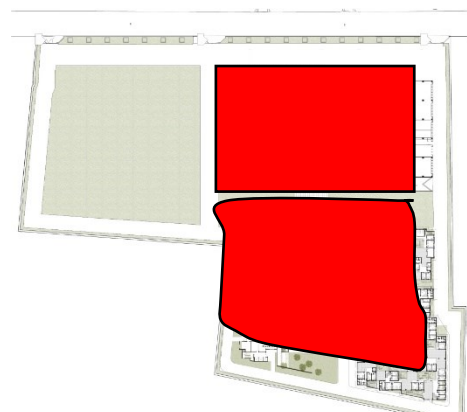
L'institut est implanté au milieu d'une zone végétale en alignement avec l'axe principale, L'institut de planification et d'architecture est une masse dominante située à l'extrémité nord-est du site prend son plan après le site de forme quelconque qui abrite l'école, les logements des étudiants et les profs avec un espace extérieur commun.

-  Accès secondaire.
-  Accès principaux.
-  L'institut



Plan de masse

- ✓ Bati représente 68% en rouge, et 32% de la surface non bâtie.
- ✓ Le bâtiment est orienté nord-est, sud-ouest, cette orientation et l'implantation et aussi le contexte se sont les critères du choix de la forme et les stratégies bioclimatique, matériaux utilisés par l'architecte.



L'occupation de sol

## La conception :

**Principe de conception :** les architectes intègrent les facettes sociale, culturelle et environnementale de la conception contextuelle.

Le projet reflète fortement leurs convictions en matière de conception et crée des espaces flexibles et évolutifs qui permettent de créer et de maintenir une atmosphère dynamique au sein d'un environnement éducatif.

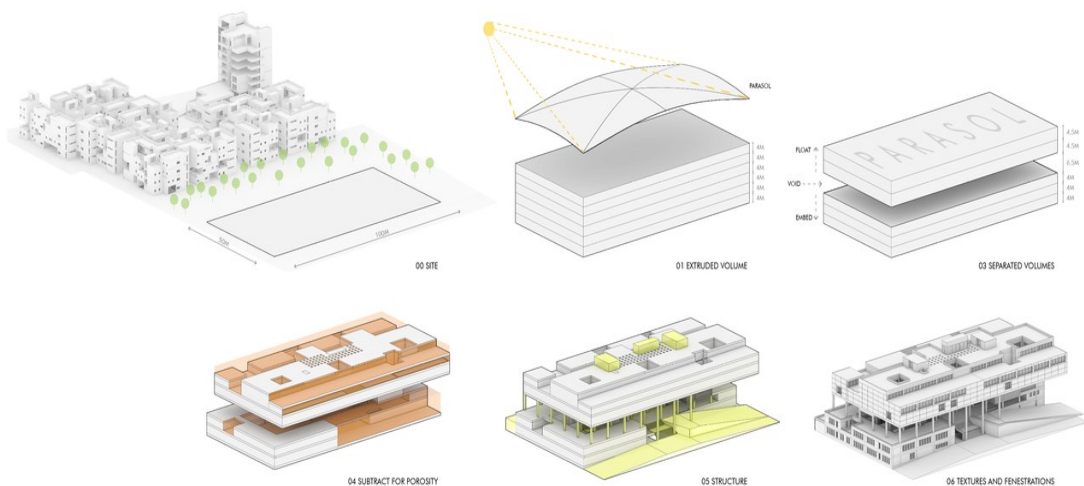
Alors que la conception du bâtiment de l'institut est influencée par les principes brutalistes (un mouvement florissant de 1951 à 1975 qui mettait l'accent sur la fonctionnalité et l'expression des matériaux sous leur forme brute / exposée).

Pour le contexte ceci a été réalisé par l'intégration des éléments de conception architecturale tels que des cours, paysages de rue et espaces de vérandas qui fonctionnent également à merveille pour répondre au contexte et au climat de Vijayawada. Par conséquent, un rapport solide / vide bien équilibré définit ce projet. "La forme évolue à partir de la création d'un parasol volumétrique, de l'extrusion et par conséquent des additions et des soustractions basées sur les exigences du programme"

MO-OFF / Mobile Offices



maquette



Principe de conception

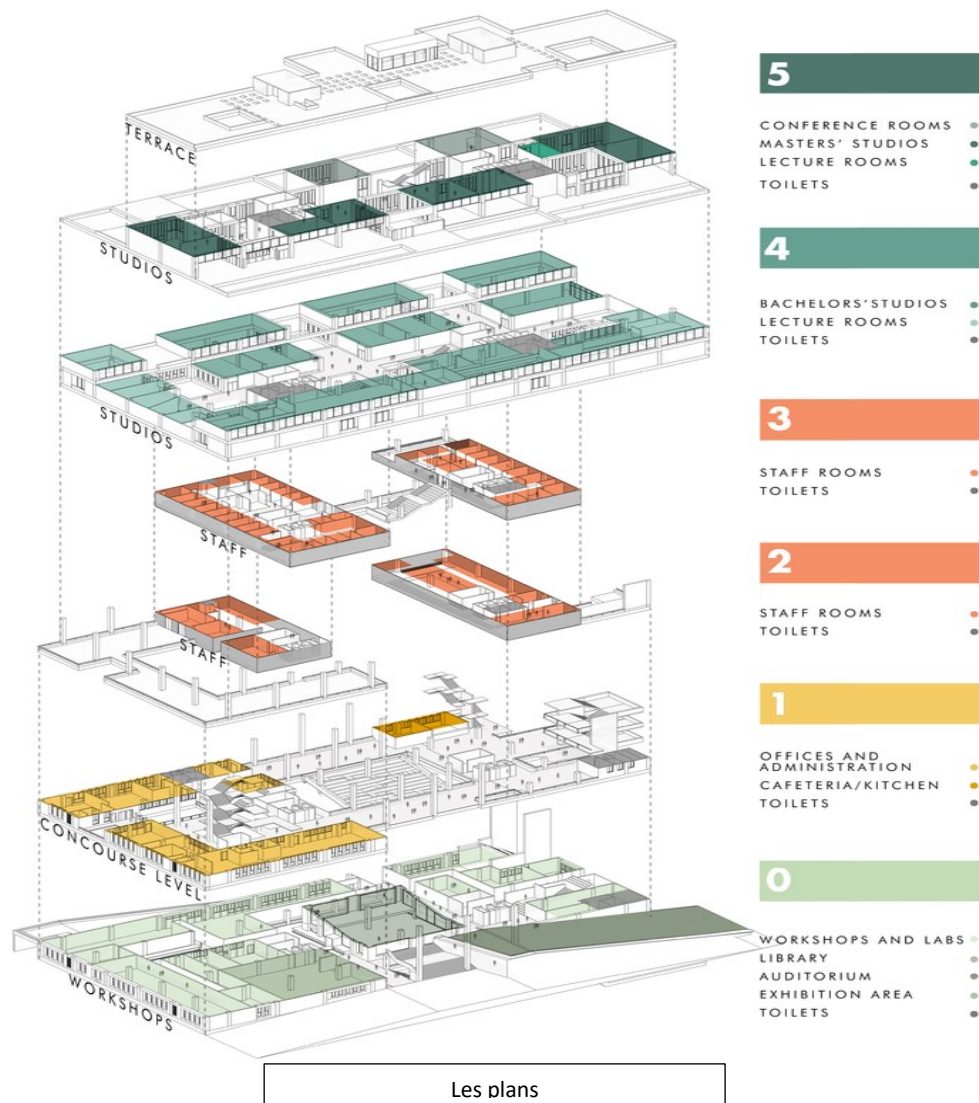
## Etude des plans :

La conception met l'accent sur la diversité des individus et l'immensité d'une communauté et crée des programmes interdépendants qui offrent une multitude d'espaces interactifs qui seraient bénéfiques pour une expérience communautaire.

Sa conception a été conçue spatialement en 3 composantes, à savoir, la plate-forme, le hall et le parasol, qui est perçue distinctement à travers sa section transversale.

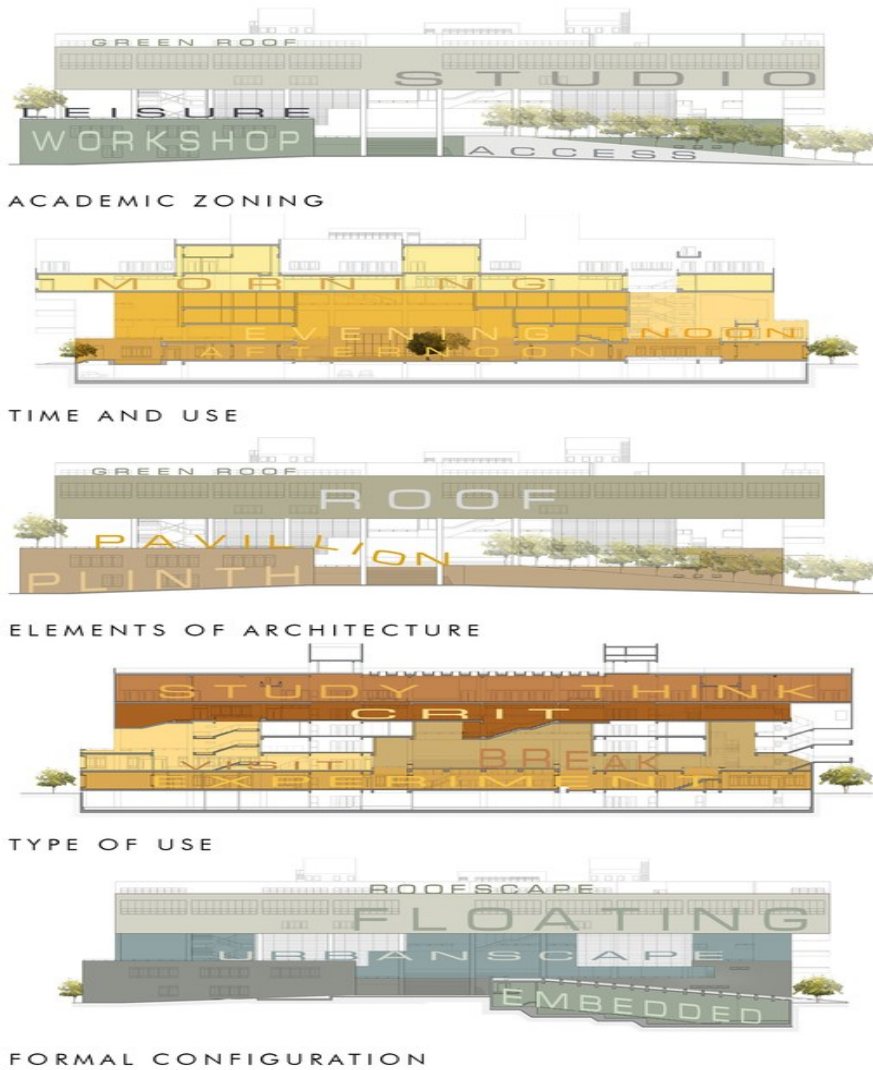
**La plate-forme** abrite des ateliers et des laboratoires.

**La partie centrale (hall)** abrite principalement des espaces de détente comme la cafétéria ainsi que les bureaux, les programmes administratifs et les locaux réservés au personnel.  
**La partie supérieure (Parasol)** abrite les salles de classe et les studios.



**Les relations entre trois sections** - Parasol, Concourse et la Plate-forme ont été structurées en une constellation tridimensionnelle informée par le mouvement et les divers niveaux de confidentialité de divers programmes.

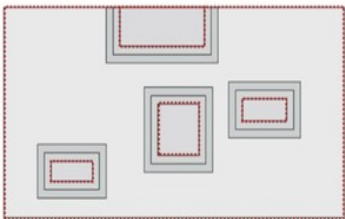
Le bâtiment de l'Institut a été divisée en trois parties principales : le parasol, le hall et la plate-forme. Chaque partie est active à différents moments de la journée, les heures d'apprentissage du matin étant passées dans la section supérieure, ce qui est cool. L'apprentissage interactif de l'après-midi se déroule dans le sol, car il resterait beaucoup plus frais en raison de l'ombre portée par le bloc du haut et du mur de maçonnerie en pierre solide de la périphérie. Le temps de loisir est passé dans le vide central sous la forme d'un "Concourse" avec une ventilation transversale suffisante pour un confort optimal dans un climat chaud-humide.



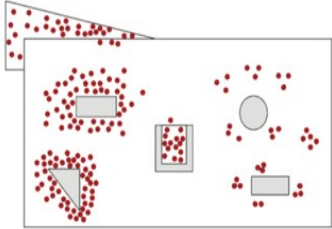
Les coupes

**Organisation :**

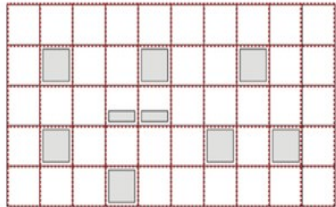
"Stratégie organisationnelle pour des environnements d'apprentissage variés" NIVEAU AU SOL : CENTRE ET PÉRIPHÉRIE - efficace pour un apprentissage interactif ; NIVEAU DE CONCOURSE : ZONE - informel pour les échanges en réseau ; NIVEAU SUPERIEUR : GRID - efficace pour un apprentissage ciblé. MO-OF



**GROUND LEVEL**  
CENTER AND PERIPHERY EFFECTIVE FOR INTERACTIVE LEARNING

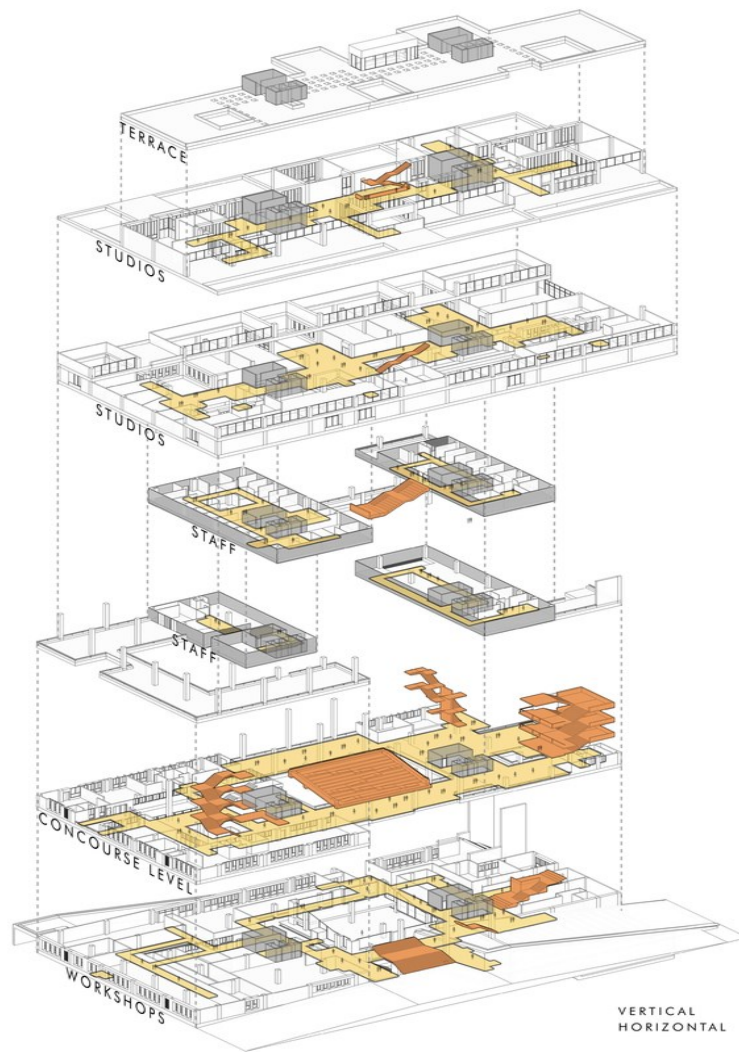


**CONCOURSE LEVEL**  
FIELD INFORMAL FOR NETWORKED EXCHANGE



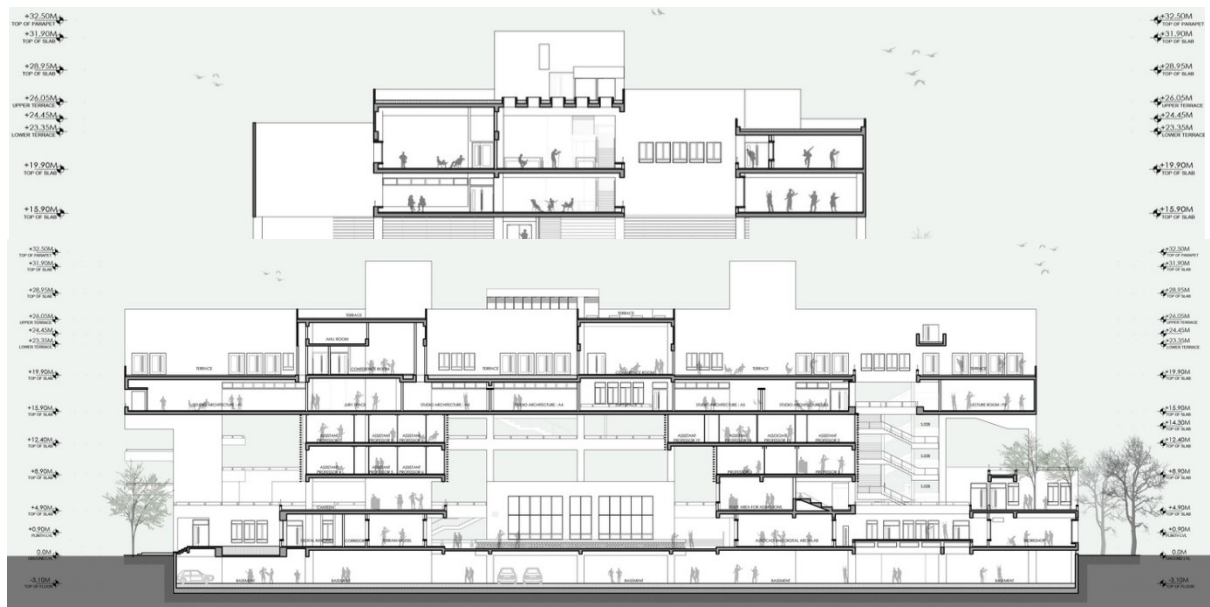
**TOP LEVEL**  
GRID EFFICIENT FOR FOCUSED LEARNING

## La circulation :



La Circulation

## La coupe :



La coupe

## Les façades :

La forme globale du bâtiment est rectangulaire avec l'influence par les principes brutalistes ; qui mettaient l'accent sur la fonctionnalité et l'expression des matériaux sous leur forme brute / exposée.

A cause de contexte et climat la forme optée et aussi l'influence de ces facteurs apparus dans le rapport solide / vide bien équilibré définit ce projet.

Le bâtiment conçu spatialement en 3 composantes, à savoir, **la plate-forme, le hall et le parasol**, qui est perçue distinctement à travers sa section transversale.

Une base relativement solide (**la plate-forme**) La section la plus basse devient une base lourde pour un auvent flottant, et est recouverte de pierre Tandur locale, ce qui augmente le "décalage temporel" en gain de chaleur solaire. Cette plate-forme solide est ponctuée de vides qui permettent à l'air chaud de se dissiper.

**La partie centrale (hall)** est une « plate-forme sur pilotis » et un espace ouvert et surélevé qui permet une ventilation croisée, cette zone rappelle la cour traditionnelle. Les cours plus petites fonctionnent comme des puits de lumière tridimensionnels offrant une connectivité visuelle à travers les couches au-dessus et au-dessous.



EAST ELEVATION



WEST ELEVATION

Les façades :

**Les techniques et les solutions bioclimatiques :**

Un aspect crucial de la conception réside dans l'adoption d'une approche durable. Située dans le bassin de la rivière Krishna, la conception préconisait des systèmes capables de lutter efficacement contre le temps chaud et humide de la région.

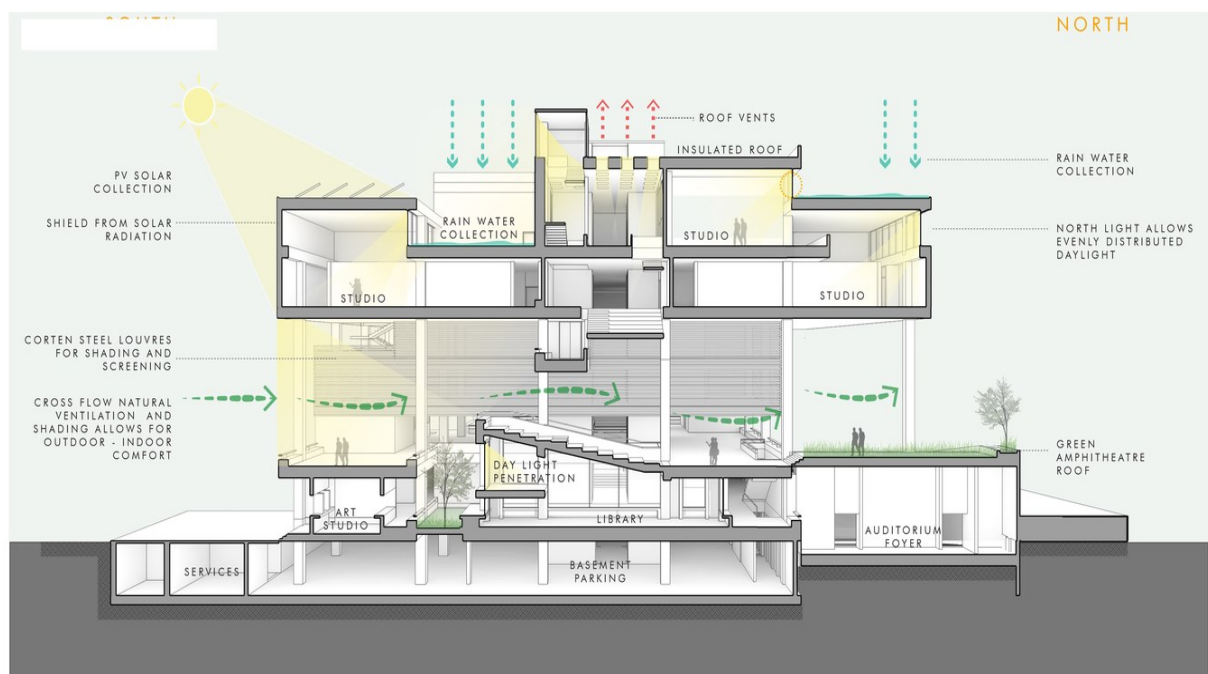
La planification minutieuse d'Agarwal et de Poredi intègre des systèmes de refroidissement passifs et l'utilisation de matériaux locaux tels que la pierre de Tandur pour les revêtements de sol et les revêtements, les briques de cendre volante et les jalés en blocs préfabriqués.

Ces éléments de conception traditionnels tels que les cours, essentiellement utilisés comme stratégies pour faire face aux conditions météorologiques, jouent également un rôle majeur dans la personnalisation du bâtiment.

Le bâtiment de l'institut comprend l'utilisation de panneaux solaires, la collecte d'eau de pluie sur les terrasses et un toit d'amphithéâtre vert.

### La coupe :

La forme du bâtiment est une réponse directe au climat chaud et humide de Vijayawada, qui permet l'ombrage et la ventilation croisée. Les sections nord pour les studios ainsi que l'isolation du toit et de l'aménagement paysager créent des configurations réactives.



CLIMATE STRATEGY

La coupe

## Programme quantitatif :

| Entité                  | Espace  | Espace      | N°   | Surface (m²) |  |
|-------------------------|---|-------------|------|--------------|--|
| Entité des laboratoires | Laboratoire                                     | Laboratoire | 1    | 67           |  |
|                         | Informatique                                    | Stockage    | 1    | 6            |  |
|                         | Espace de loisir                                | /           | 1    | 21           |  |
|                         | Topographe laboratoire                          | /           | 1    | 25           |  |
|                         | Travaux publique laboratoire                    | /           | 1    | 34           |  |
|                         | Imagerie numérique                              | /           | 1    | 60           |  |
|                         | Espace AHU                                      | /           | 1    | 21           |  |
|                         | Electrique                                      | /           | 1    | 22           |  |
|                         | Atelier d'environnement                         | /           | 1    | 64           |  |
|                         | Atelier   | /           | 4    | 297          |  |
|                         | Centre des données                              | /           | 1    | 41           |  |
|                         | Levé de terrain                                 | /           | 1    | 29           |  |
|                         | Modèle de terrain                               | /           | 1    | 33           |  |
|                         | Art studio                                      | /           | 1    | 178          |  |
|                         | Stockage  | /           | 1    | 23           |  |
|                         | Architecture laboratoire ; autocad et numérique | /           | 1    | 165          |  |
|                         | Laboratoire de climat                           | /           | 1    | 61           |  |
|                         | BC laboratoire                                  | Lab.        | 1    | 51           |  |
|                         |   | Stockage    | 1    | 9            |  |
|                         | Stockage  | /           | 1    | 32           |  |
|                         | Reprographie RM                                 | /           | 1    | 35.5         |  |
|                         | Matériaux et structure lab.                     | /           | 1    | 49           |  |
|                         | Chambre numérique architecture                  | /           | 1    | 97           |  |
|                         | Bibliothèque                                    | /           | 1    | 361          |  |
|                         | Sanitaire                                       | /           | 3    | 115          |  |
|                         | Exposition                                      | /           | 1    | 400          |  |
|                         | Maquette  | /           | 1    | 69           |  |
|                         | Musée des matériaux                             | /           | 1    | 186          |  |
|                         | Circulation                                     |             | 45 % |              |  |

| Entité            | Espace                               | Espace            | N° | Surface (m²) |
|-------------------|--------------------------------------|-------------------|----|--------------|
| Entité councourse | Cafeteria                            | Espace des tables | 1  | 936          |
|                   |                                      | Plan de travail   | 1  | 25           |
|                   |                                      | Cuisine chaude    | 1  | 20           |
|                   |                                      | Cuisine           | 1  | 40           |
|                   |                                      | Stockage          | 1  | 9            |
|                   | Aluminium centre                     | /                 | 1  | 35           |
|                   | Directeur                            | Bureau            | 1  | 80           |
|                   |                                      | Vestiaire         | 1  | 8.5          |
|                   |                                      | Sanitaire         | 1  | 8            |
|                   | Espace d'attente                     | /                 | 1  | 152          |
|                   | Espace personnel pour les admissions | /                 | 1  | 62           |
|                   | Stockage                             | /                 | 2  | 50           |
|                   | Salle de réunion                     | /                 | 1  | 90           |
|                   | Espace personnel pour les exams      | Espace personnel  | 1  | 86           |
|                   |                                      | Sanitaire         | 1  | 5            |
|                   | Bureaux d'enregistrement             | Espace d'attente  | 1  | 260          |
|                   |                                      | Cabine            | 3  | 40           |
|                   |                                      | Sanitaire         | 1  | 18           |
|                   |                                      | Bureau            | 1  | 50           |
|                   | Infirmierie                          | /                 | 1  | 13           |
| Sanitaire         | /                                    | 2                 | 93 |              |
| Circulation       | 30%                                  |                   |    |              |

| Entité | Espace                   | Espace    | N° | Surface (m²) |
|--------|--------------------------|-----------|----|--------------|
|        | Bureau prof.             | /         | 7  | 175          |
|        | Bureau assistant prof    | /         | 10 | 138          |
|        | Bureau Professeur agrégé | /         | 6  | 75           |
|        | Financement chambre      | /         | 3  | 83           |
|        | Chambre des délégués     | Chambre   | 2  | 51           |
|        |                          | Sanitaire | 2  | 10           |
|        | Faculté                  | /         | 1  | 50           |
|        | Stockage                 | /         | 1  | 16.5         |
|        | Vestiaire                | /         | 1  | 6            |
|        | Sanitaire                | /         | 1  | 5            |
|        | Circulation              | 30%       |    |              |

| Entité             | Espace           | Espace | N° | Surface (m <sup>2</sup> ) |
|--------------------|------------------|--------|----|---------------------------|
| Entité des studios | Salle de lecture | /      | 7  | 391                       |
|                    | Studio           | /      | 14 | 2620.5                    |
|                    | Sanitaire        | /      | 2  | 110                       |
|                    | Circulation      | 28%    |    |                           |

Programme quantitatif

## Exemple 04 : Italcementi i.lab (centre d'innovation et de recherche)

### Fiche technique :

- ✓ **Nom** : Italcementi i.lab (centre d'innovation et de recherche du groupe italien du ciment).
- ✓ **Localisation** : le parc scientifique Kilometro Rosso, bergame, Italie.
- ✓ **Superficie** : 23 000 m<sup>2</sup> avec 7 500 m<sup>2</sup> exclusivement dédié aux activités de recherche.
- ✓ **Occupant** : accueillera des ingénieurs, des techniciens et des chercheurs.
- ✓ **Architecte** : Richard Meier.
- ✓ **Étage** : R+1 et un et 3 niveaux en sous-sol.
- ✓ **Année d'inauguration** : 16 avril 2012.
- ✓ **Cout** : \$51.8 millions.
- ✓ **Contexte** : urbaine, zone de science et technologie.



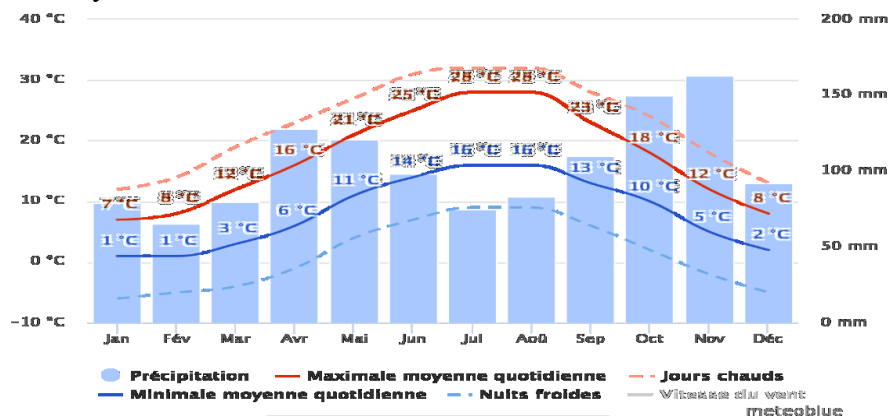
Italcementi i.lab (centre d'innovation et de recherche du groupe italien du ciment).

### Climat :

Le climat de Bergame est dit tempéré chaud. Les précipitations en Bergame sont significatives, avec des précipitations même pendant le mois le plus sec.

La saison chaude dure 3,2 mois, du 4 juin au 11 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 24 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 26 juillet, avec une température moyenne maximale de 29 °C et minimale de 19 °C.

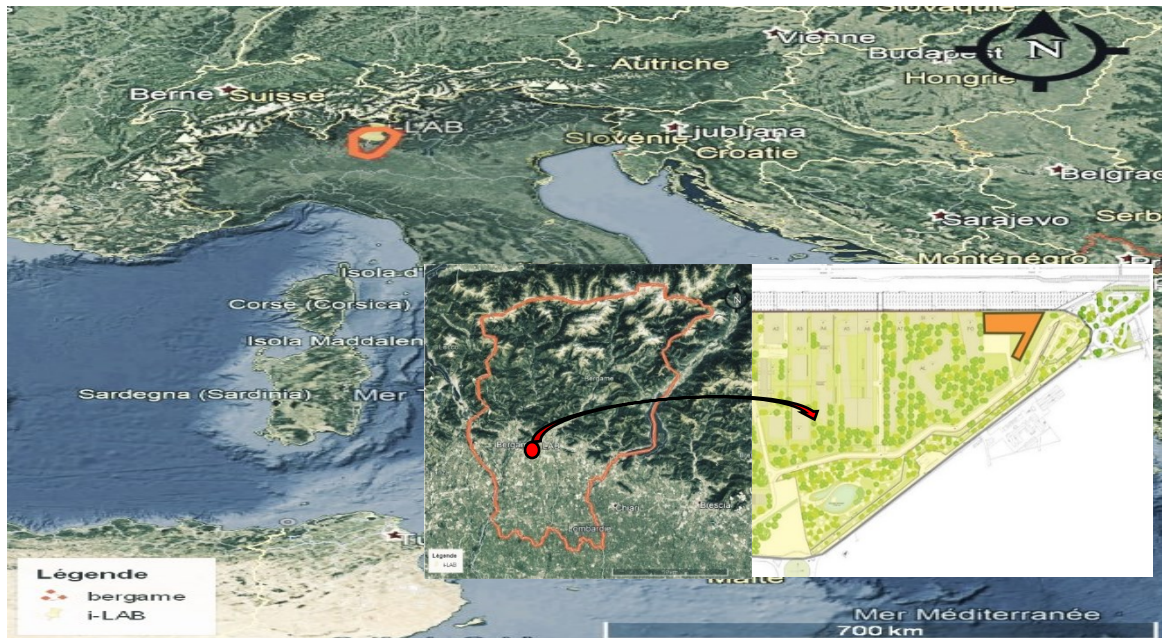
La saison froide dure 3,5 mois, du 18 novembre au 3 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 11 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 11 janvier, avec une température moyenne minimale de -1 °C et maximale de 6 °C.



Climat

### Situation :

Le laboratoire italien Cement I. situé à Bergame, dans le nord de l'Italie, est situé dans le parc scientifique et technologique Kilometro Rosso à la périphérie de Bergame. Le site du parc abrite déjà des centres de recherche renommés et les laboratoires d'entreprises de pointe et d'instituts scientifiques.

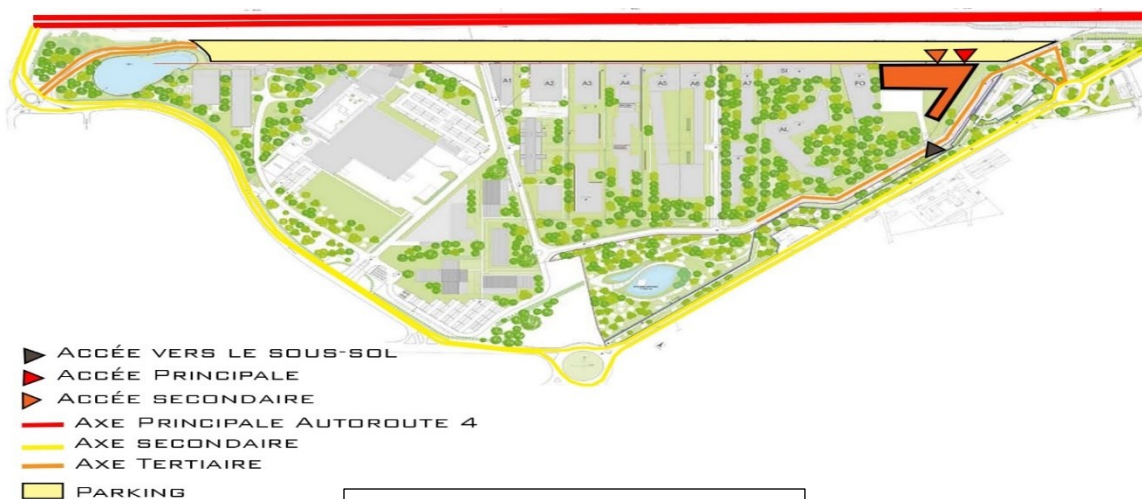


Plan de situation

### L'accessibilité et les axes mécaniques :

Kilometro Rosso est délimité par deux voies autoroute et une voie secondaire qui entoure la zone afin d'éviter les nuisances qui propage de l'autoroute par un grand parking comme un recul.

L'entrée principale et secondaire orientée vers le parking et une autre entrée vers le sous-sol orienté vers la voie tertiaire.



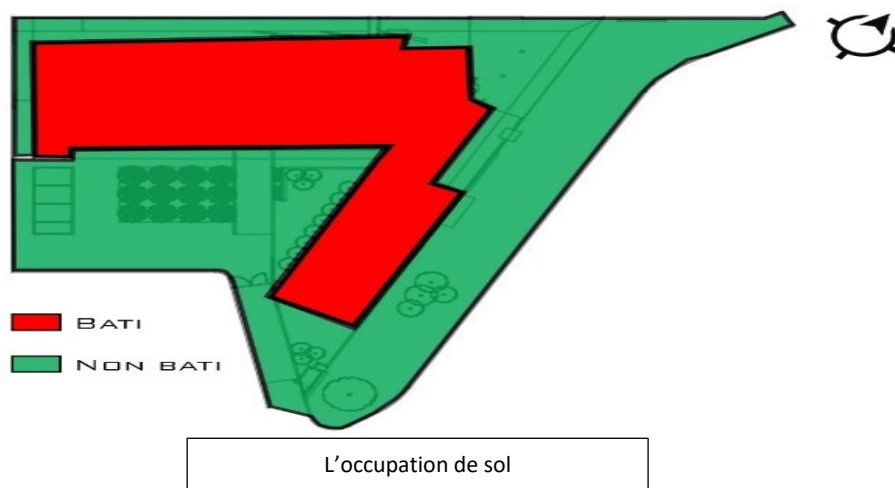
L'accessibilité et les axes mécaniques :

### Plan de masse :

Le I.lab est implanté dans le côté nord-est de la zone scientifique, l'Italcementi i.lab prend son plan après le site de forme triangulaire repliant ses deux ailes de bâtiment autour d'une cour centrale.

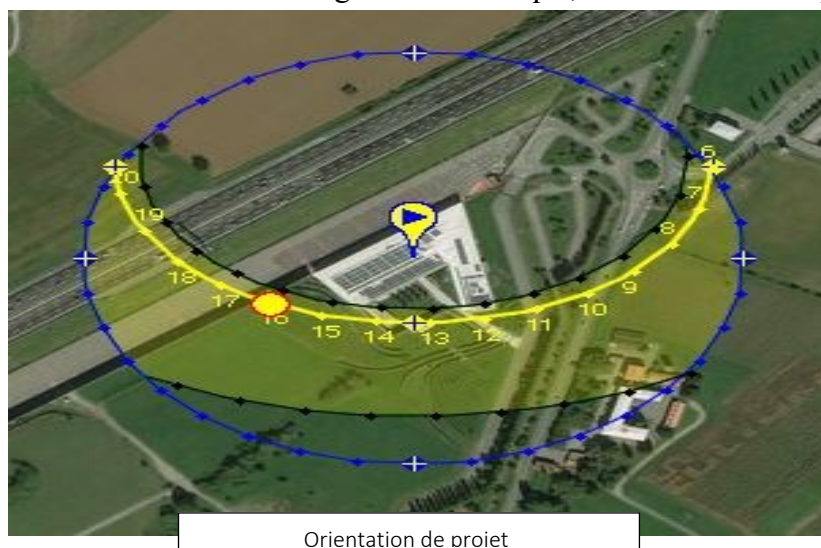


✓ Bâti représente 45% d la surface total et 55% de la surface non bâtie.



### Orientation de projet :

Le bâtiment est orienté nord-est, sud-ouest, cette orientation et l'implantation se sont parmi les critères du choix de la forme et les stratégies bioclimatique, matériaux utilisés par l'architecte.



### La volumétrie :

Notre concept clé était de souligner la présence de l'i.lab le long de l'autoroute, fournissant une terminaison iconique et dynamique du mur kilométrique rouge. La configuration en « V » nous a permis non seulement d'atteindre ces objectifs, mais également d'organiser efficacement le programme avec une division naturelle et un grand atrium à l'intersection.

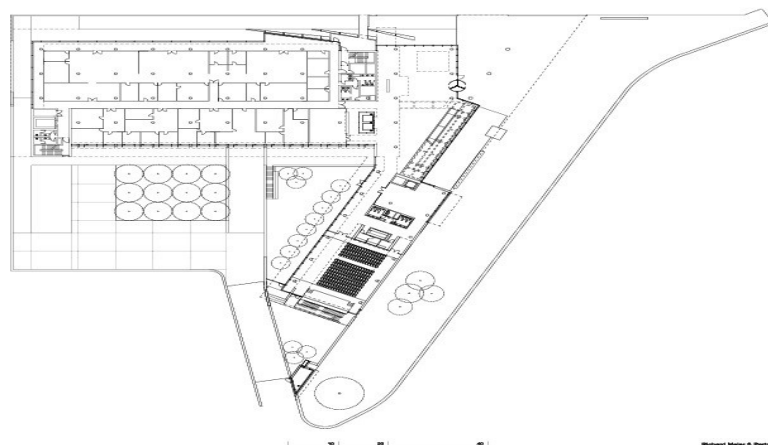


La volumétrie

### Etude des plans :

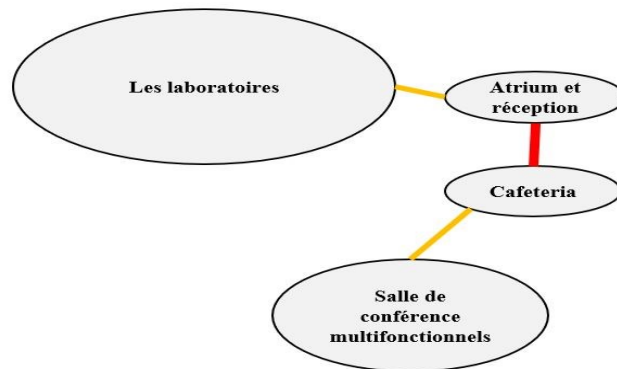
L'organisation interne du bâtiment pour les laboratoires répond aux exigences hautement fonctionnelles du projet.

Un simple réseau structural rectiligne et un couloir de communication central garantissent une répartition efficace et flexible de tous les secteurs et des équipements associés. Au rez-de-chaussée, les laboratoires et les instruments sont en retrait de la façade nord et sont placés derrière une cloison vitrée interne, créant ainsi une zone tampon vis-à-vis de l'autoroute et, en même temps, un second couloir de circulation périmétrique et des espaces communs.

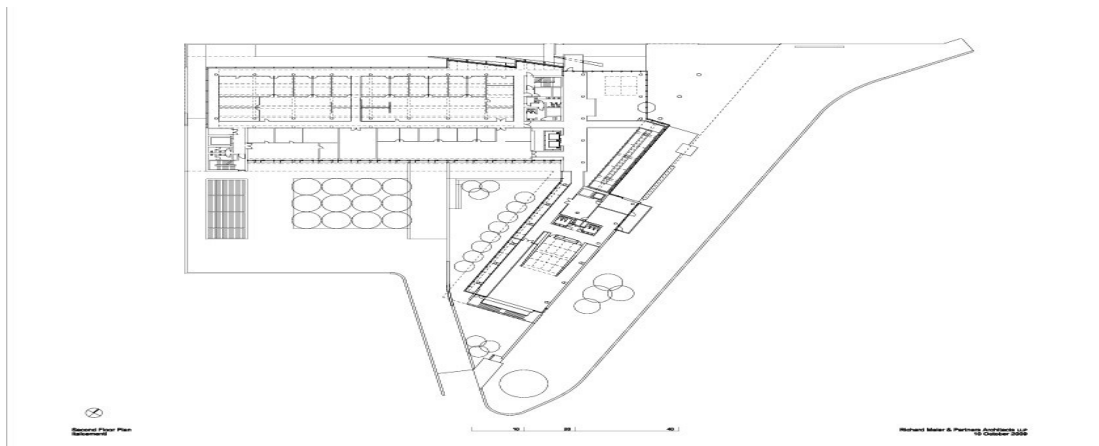


Plan de RDC

- ✓ Les ascenseurs en verre et la rampe de l'atrium central sont situés dans la zone où les deux ailes du bâtiment convergent et desservent les deux.



Organigramme fonctionnelle RDC



Plan R+1

L'aile où se trouvent les bureaux administratifs abrite une salle multifonctionnelle à double hauteur pouvant accueillir divers types d'événements d'une capacité de plus de 250 places. Le volume en saillie d'un espace de réunion au deuxième étage donne sur la salle de conférence avec lucarnes sur le toit et panneaux à l'ouverture sur le devant. Tous les deux des deux niveaux se développent le long d'une passerelle éclairée par des puits de lumière, ce qui crée un sentier interne de deux mètres de long le long de la façade ouest. En été, le café du rez-de-chaussée peut s'ouvrir vers l'extérieur et rejoindre le paysage et le miroir d'eau devant.



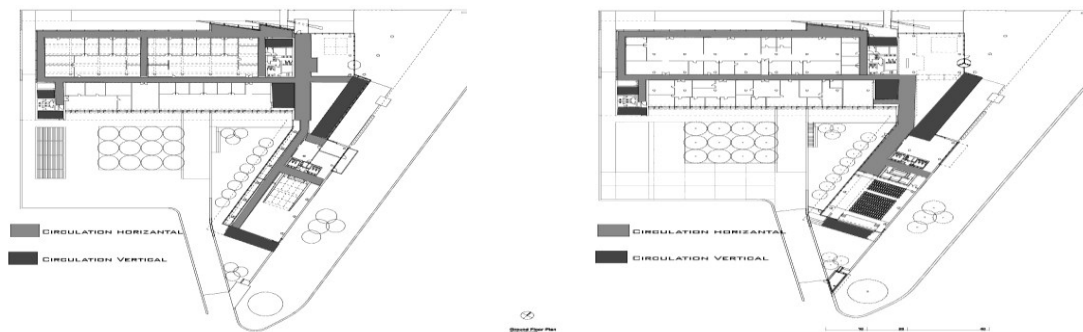
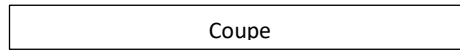
Organigramme fonctionnelle RDC

Au sud, un espace entre ses ailes a été partiellement creusé pour créer une troisième histoire de jour au sous-sol et permettre l'accès à la mécanique et au parking situés au-dessous. Les terrasses donnent sur un vaste jardin.

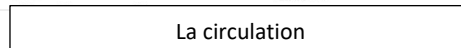


- |              |                   |
|--------------|-------------------|
| 1 ENTRANCE   | 5 CAFETERIA/BAR   |
| 2 ATRIUM     | 6 CONFERENCE ROOM |
| 3 OFFICES    | 7 STORAGE         |
| 4 AUDITORIUM | 8 MECHANICAL      |

la circulation :



Les façades :



Le signe horizontal fort du bâtiment est le toit en saillie, en béton. Outre les prises de lumière déjà prévues pour les zones ouvertes au public, le toit crée une cinquième façade virtuelle parsemée d'une série de puits de lumière qui orientent la lumière de manière sélective dans les bureaux, les couloirs de communication et les laboratoires. La lumière naturelle se déverse du plafond, ce qui crée des variations de luminosité pendant la journée.

À l'extérieur, l'interaction des lumières naturelles et des ombres sur les formes particulières et distinctives des éléments pare-soleil anime la façade.

Le revêtement extérieur faisant face à l'autoroute à proximité est constitué de dalles de béton minces, disposées de manière à former un système horizontal qui s'ouvre comme un ventilateur. Le réseau dense de fentes horizontales définies par les dalles est conçu pour faire partie intégrante du blindage, élément saillant de la façade nord.

La façade blanche translucide permet de voir de l'intérieur et permet à la lumière indirecte venant du nord et de l'ouest d'inonder les espaces utilisés comme laboratoires. La vue encadrée entre les ouvertures et les terrasses et d'autres vues libres animent davantage les murs.



Vu 3D

La façade en verre, soutenue par des éléments sculpturaux en béton blanc, se dirige vers le coin nord-est de l'espace dégagé jusqu'à s'arrêter momentanément à l'entrée. Il reprend ensuite en suivant la forme du bâtiment.



Vu 3D

**Le system constructif :**

Béton (coulé en place et préfabriqué)

Poutres en treillis en acier et câbles de post-tension au niveau des poutres en béton surplombant le toit Charpente en acier pour murs suspendus est et ouest

**Les matériaux utilisés :**

**TX actif**

Pour i.lab La construction i.lab est recouverte de ciment contenant du TX Actif, le principe actif « anti-smog » déjà utilisé par l'architecte Richard Meier dans le cadre du projet de l'église Dives in Misericordia à Rome.

Développement d'un béton blanc à haute résistance capable de respecter les spécifications techniques rigoureuses en matière de durabilité et d'inaltérabilité.

Le TX Actif capable de répondre à toutes ces exigences structurelles et esthétiques, en plus d'éliminer la pollution grâce à son action photo catalytique. L'utilisation de TX Active dans un projet génère un crédit dans la catégorie « Innovation en design » de LEED.

### **i.light ciment « transparent »**

Certains murs de la construction i.lab sont en i. light, le nouveau Ciment « transparent.

i.light laisse filtrer la lumière à travers les murs grâce à un design innovant de mélange de des adjuvants et ciment.

Les excellentes propriétés d'écoulement du mélange permettent à la matrice de résine plastique de se lier au panneau de béton.

Les résines plastiques garantissent des performances de transparence supérieures à celles de la fibre optique avec l'avantage supplémentaire de réduire les coûts, permettant ainsi des applications à plus grande échelle.

### **Bétons innovants**

i.lab construit en béton blanc et gris à haute fluidité préfabriqué et coulé sur place. Les structures les plus précieuses - celles des laboratoires - ont été construites en béton gris coulé sur place haute performance.

Les colonnes rondes, de 650 et 800 millimètres de diamètre, ont été coulées dans un coffrage à ossature métallique suffisamment moussé à la base pour empêcher tout déversement de matériau. Tous les types de béton utilisés dans le projet présentent des propriétés innovantes de résistance élevée et ont été développés et testés dans les laboratoires d'Italcementi.

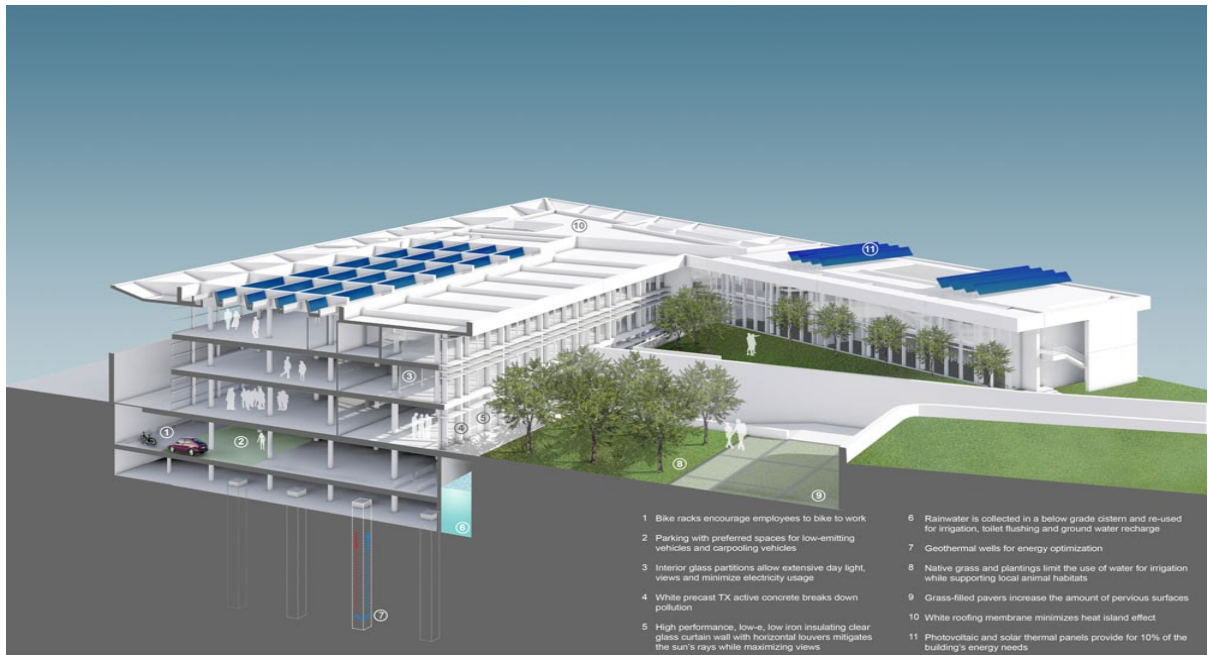
Un béton blanc armé spécialement conçu à haute résistance et à haute résistance a été mis au point spécialement pour Italcementi i.lab. Pour réduire la pollution. En tant que caractéristique étendue, le béton est auto-nettoyant, laissant le bâtiment blanc toute l'année.

### **Matériaux alternatifs**

Des matériaux alternatifs ont été utilisés pour construire les i.lab spécifiés dans le système de certification LEED, qui prévoit l'élaboration d'un plan efficace pour l'utilisation de produits provenant de matériaux recyclés et / ou produits localement. Le béton contenant des granulats recyclés de scories de construction et de démolition ou de haut fourneau, récupérés dans un rayon de 800 km du site du projet, a été utilisé pour la construction des chapes, des fondations et des murs extérieurs. D'autres parties du bâtiment ont été construites avec du ciment recyclé contenant du laitier, ainsi que d'autres matériaux entièrement obtenus à partir de déchets de processus industriels.

### **Les techniques et les solutions bioclimatiques :**

Le bâtiment a également été conçu pour être aussi autonome que possible et générer sa propre énergie pour le chauffage et le refroidissement à partir de panneaux photovoltaïques et solaires, ainsi que de murs géothermiques. Les façades vitrées sont en verre isolant pour résister à la chaleur, tandis que les systèmes de collecte d'eau de pluie minimisent la consommation d'eau



L'occupation de sol

---

# **ANNEXE 02**

---

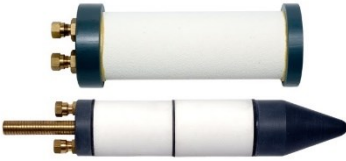





| <b>mois</b> | <b>T max</b> | <b>T min</b> | <b>H max</b> | <b>H min</b> | <b>T</b> | <b>H</b> | <b>T neutre</b> |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|-----------------|
| Janvier     | 15           | 1            | 90           | 45           | 7.8      | 67.5     | 16.07           |
| Février     | 17           | 2            | 86           | 41           | 9.4      | 63.5     | 16.92           |
| Mars        | 21           | 5            | 80           | 44           | 12       | 62       | 18.31           |
| Avril       | 25           | 8            | 65           | 26           | 15.8     | 45.5     | 20.34           |
| Mai         | 30           | 13           | 63           | 23           | 20.1     | 43       | 22.63           |
| Juin        | 36           | 18           | 49           | 20           | 25.5     | 34.5     | 25.52           |
| Juillet     | 39           | 21           | 43           | 18           | 28.9     | 30.5     | 27.33           |
| Aout        | 38           | 21           | 40           | 17           | 27.9     | 28.5     | 26.80           |
| Septembre   | 33           | 18           | 62           | 30           | 23.5     | 46       | 24.45           |
| Octobre     | 27           | 13           | 85           | 41           | 17.4     | 63       | 21.19           |
| Novembre    | 20           | 6            | 85           | 43           | 11.9     | 64       | 18.25           |
| décembre    | 15           | 2            | 88           | 46           | 8.4      | 67       | 16.39           |


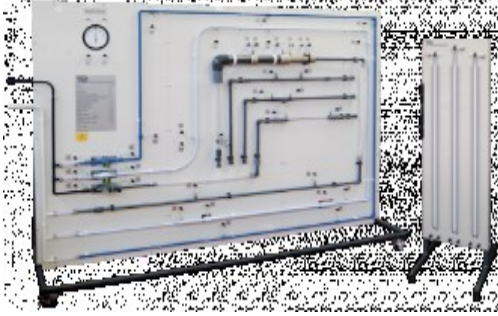




---



# **ANNEXE 03**




---






**Tableau des équipements des laboratoires :**

| <b>LABORATOIRE HYDRAULIQUE ( MDF )</b>          |  |
|---|--|
| Piézomètre                                      |    |
| Manomètre à tube de Bourdon                     |    |
| Venturimètre                                    |   |
| Bernoulli's Apparatus avec tous les accessoires |  |
| Manomètre                                       |  |
| Tube de Pitot                                   |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>Hauteur métacentrique avec poids à fente et réservoir</p>  |    |
| <p>Appareil à friction avec tous les accessoires</p>  |    |
| <p>Chronomètre</p>  |    |
| <p>Banc hydraulique avec tous les accessoires</p>   |   |
| <p>Entailles avec réservoir (5'x3'x1 ')<br/> (a) Rectangulaire (b) Triangulaire<br/> (i) 300 (ii) 450 (c) Trapézoïdal</p> |  |
| <p>L'appareil de Reynold</p>  |  |

|  |  |
|--|--|
| <p>Turbines (a) Roue Pelton (b) Francis</p>                      |  |
| <p>Pompes (a) Pompe à simple effet<br/>(b) Pompe alternative</p> |  |


| <p align="center"><b>Laboratoire du mécanique de sol</b></p> |  |
|--|--|
| <p>Table à secousses à densité relative</p>                  | <p align="center">/</p>  |
| <p>Systèmes de test de conductivité hydraulique</p>          |  |
| <p>Équipement de compactage</p>                              |  |
| <p>Équipement d'analyse de la taille des grains</p>          |  |


|  |   |
|--|---|
| <p>Perméamétries</p>                                   |   |
| <p>Appareil d'essai triaxial</p>                       |   |
| <p>Colonne Résonnante</p>                              |   |
| <p>deux machines à compression non confinée</p>        |    |
| <p>des appareils de réfraction sismique</p>            |   |
| <p>une chambre à température et humidité contrôlée</p> |  <p>www.kjmeg.en.alibaba.com</p> <p>Model: KME-100-2000<br/> Walls: Insulating Chamber<br/> Temperature: -40 to 150 Degree<br/> Humidity: 20% to 98%<br/> Air: Control of Water Control</p> |


|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <p>Table vibrante de 10,000 kg.</p> |  |
|-------------------------------------|--|


|                          |  |
|--------------------------|--|
| <p>Cadre de test CBR</p> |  |
|--------------------------|--|





|                  |  |
|------------------|--|
| <p>Odomètres</p> |  |
|------------------|--|

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <p>Appareil d'essai limite</p> |  |
|--------------------------------|---|

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <p>Appareil de densité</p> |  |
|----------------------------|--|

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <p>Appareil de sédimentation</p> |  |
|----------------------------------|--|

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <p>Appareil de perméabilité</p> |  |
|---------------------------------|--|






|   |  |
|---|--|
| <p>Tests de Casse grande</p>                            |    |
| <p>Tests au pénétromètre à cône</p>                     |    |
| <p>Appareil d'essai de cisaillement simple cyclique</p> |   |
| <p>Appareil d'essai triaxial cyclique</p>               |  |






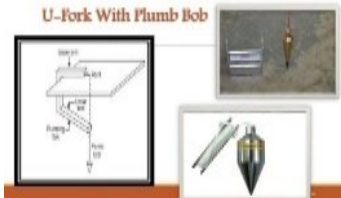

Appareil de cisaillement direct



Consolidomètre



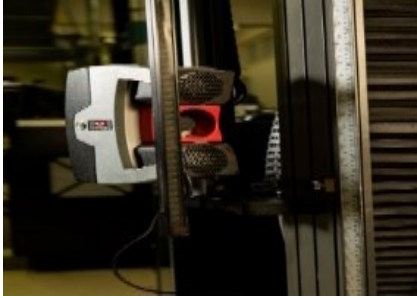




| <b>Laboratoire du géotechnique</b>  |  |
|-------------------------------------|--|
| Chaîne métrique (a) 20m (b)<br>30m  |    |
| Ruban métallique (a) 30m (b)<br>15m |    |
| Ruban d'acier - 30m                 |   |
| Cannes de Rangement - 2m &<br>3m    | /  |
| Tige excentrée - 3m & 4m            | /  |
| Place optique                       |  |
| Prism Square                        |  |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <p>Line Ranger</p>                    |    |
| <p>Compass prismatic avec trépied</p> |    |
| <p>Fil à plomb (laiton)</p>           |    |
| <p>Clinomètre</p>                     |   |
| <p>Table avion avec trépied</p>       |  |
| <p>Fourche</p>                        |  |
| <p>Auge boussole</p>                  |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>alidade avec échelle (laiton) /<br/>Electronic Alidade</p> |    |
| <p>Niveau de l'esprit</p>                                     |    |
| <p>Dumpy level avec trépied</p>                               |    |
| <p>Niveau automatique</p>                                     |  |
| <p>Personnel de nivellement</p>                               |  |
| <p>Théodolite de transit</p>                                  |  |
| <p>Théodolite électronique</p>                                |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>Station totale avec tous les accessoires</p> |  |
|---|--|

| <p align="center"><b>Laboratoire du structure</b></p>                                 |  |
|---|--|
| <p>Équipement d'essai de déformation / déplacement</p>                                | <p align="center">/</p>  |
| <p>Extensomètre laser MTS LX500</p>   |   |
| <p>Système de photogrammétrie 3D<br/>Aramis avec caméras à basse et haute vitesse</p> |  |
| <p>Système de suivi en temps réel<br/>Mercury</p>                                     |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>Extensomètre vidéo sans contact<br/>Instron Ave 2</p>          |    |
| <p>Installation d'essai à grande échelle</p>                      | <p>/</p>   |
| <p>Machine d'essai de compression /<br/>flexion Amsler 5000kN</p> |    |
| <p>Cric hydraulique Instron 250kN</p>                             |  |
| <p>Systèmes de test de fatigue Instron<br/>8802</p>               |  |
| <p>Système d'essai de matériaux Instron<br/>5982</p>              |  |

|  |  |
|--|--|
| <p>Cadre de test universel pour série<br/>Shimadzu<br/>Autograph AGS-X</p>               |    |
| <p>Baldwin Universal Test Machine</p>  |    |
| <p>Instron 600DX</p>   |    |
| <p>Instron 33R 4204</p>  |   |
| <p>Chambre environnementale de<br/>Weiss</p>   |  |
| <p>Installation d'essai à haute<br/>température</p>                                      | <p>/</p>   |
| <p>Chambre environnementale Instron<br/>série 3119-400 pour<br/>le test de matériaux</p> |  |

Instron SF-16 Fournaise avec port  
d'extensomètre






Four à gaz








**Laboratoire du matériaux de construction**

|  |  |
|--|--|
| <p>Kit de mesureur d'humidité relative / d'humidité avec capteur BluePeg</p>                                 |  A handheld digital humidity meter with a black and grey body and a blue sensor probe. The display shows '0.0'. The brand name 'BluePeg' is visible on the device. |
| <p>Pénétromètre dynamique à cône de chaussée (DCP) - Modèle TO-567</p>                                       |  A mechanical testing device consisting of a vertical rod, a hammer, and a cone-shaped tip, used for measuring the strength of pavement.                           |
| <p>Marteau d'essai de béton - SilverSchmidt</p>  |  A handheld digital concrete test hammer with a teal body. The display shows '520.22'. The brand name 'SilverSchmidt' is visible on the device.                   |
| <p>Écho à impulsions ultrasoniques pour les essais de béton à l'aide du modèle Pundit PL-200PE de Proceq</p> |  A large, industrial-grade testing machine with a grey and black body, used for ultrasonic pulse echo testing of concrete.                                       |
| <p>Autoclave à ciment - Modèle TO-408</p>  |  A handheld digital device with a teal and black body, used for testing cement. The display shows '5.1'. The brand name 'profoscope' is visible on the device.   |



|   |  |
|---|--|
| <p>Détecteur de barres d'armature - Profoscope</p>  |    |
| <p>Instrument d'essai de vitesse d'impulsion ultrasonique Pundit PL-200</p>               |    |
| <p>Appareil de consolidation numérique et analogique - Modèle TO-126</p>                  |   |
| <p>Testeur de tirage - Famille Proceq DY-2</p>  |  |
| <p>Pourquoi choisir Zettlex IncOder plutôt que les résolveurs de dalles traditionnels</p> |  |




|   |  |
|---|--|
| <p>Humidimètre pour essais de béton -<br/>Rapid RH 4.0 de Wagner Meters</p> |    |
| <p>Table de débit - Modèle TO-411</p>                                       |    |
| <p>Cadre de charge d'essai triaxial -<br/>Modèle TO-064</p>                 |   |
| <p>Machines d'essai de stabilité<br/>Marshall numériques et analogiques</p> |  |
| <p>Mélangeur concret de casserole -<br/>TO-9891</p>                         |  |
| <p>Testeur de compression numérique -<br/>Manuel 0 à 5000 kN</p>            | <p>/</p>   |
| <p>Vérificateurs de dureté pour l'échelle<br/>Brinell de Tinius Olsen</p>   | <p>/</p>   |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
| <p>Extracteur à centrifuger pour la détermination du pourcentage de bitume dans les mélanges de pavage</p> |    |
| <p>Appareil d'essai de cisaillement direct - Modèle TO-105-2</p>   |   |
| <p>Appareil automatique Blaine -<br/>Modèle TO-391</p>   |  |
| <p>Testeur de compression non confiné pour roches - Modèle TO-217</p>                                      |  |
| <p>BioProTT™ FlowTrackPlus<br/>(Montage sur panneau) -</p>   |  |



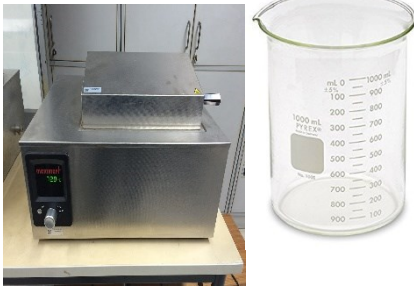
|   |  |
|---|--|
| <p>DIL 402 Expedis Select / Supreme -<br/>La dilatométrie redéfinie à partir de<br/>NETZSCH</p> |    |
| <p>Appareil de test CBR numérique et<br/>analogique</p>   |    |
| <p>Machine d'essai de ductilité - TO-<br/>565</p>   |   |
| <p>Testeur de perméabilité du béton -<br/>Poroscope Plus de NDT James<br/>Instruments</p>       |  |
| <p>Pénétromètre à béton projeté: Essai<br/>de béton pulvérisé</p>                               |  |


|   |  |
|---|--|
| <p>Pénétrömètre universel - Modèle TO-512</p>                           |  A green universal penetrometer with a circular dial and a vertical rod assembly on a base.                            |
| <p>Compteur de couverture à balayage de béton avancé - Profometer 6</p> |  A handheld electronic device with a screen and a small probe, used for measuring concrete surface cover.              |
| <p>Solutions pour tests Vickers et Knoop de Tinius Olsen</p>            |  A large industrial testing machine with a computer monitor displaying software for Vickers and Knoop hardness tests. |
| <p>Air Entrainment Meter - Type A et B</p>                              |  A mechanical device with a pressure gauge and a mixing chamber, used for measuring air entrainment in concrete.     |
| <p>Table de circulation motorisée - Modèle TO-336</p>                   |  A motorized mechanical table with a large circular top and a drive mechanism on the side.                           |

|  |  |
|--|--|
| <p>Testeur de compression numérique -<br/>Entièrement automatique 0 à 5000<br/>kN</p>  |  |
| <p>DIL 402 Expedis Classic - La<br/>dilatométrie redéfinie à partir de<br/>NETZSCH</p> |  |
| <p>Mélangeur à mortier pour ciment et<br/>mortier - TO-412</p>                         | <p>/</p>   |

| <p align="center"><b>Laboratoire du travaux publique</b></p> |  |
|--|--|
| <p>Balance de pesée</p>                                      |  |
| <p>Machine d'essai de compression</p>                        |  |
| <p>Machine de test d'usure de Deval</p>                      |  |






|  |  |
|--|--|
| <p>Machine d'essai d'abrasion angles<br/>LOS</p> |    |
| <p>Jauge d'élongation</p>                        |    |
| <p>Tamis, jauge de longueur</p>                  |   |
| <p>Panier métallique, pycnomètre</p>             |  |
| <p>Machine à ductilité, Chronomètre</p>          |  |
| <p>Flammes d'essai</p>                           |  |


|  |  |
|--|--|
| <p>Machine d'essai de stabilité<br/>Marshall</p>           |    |
| <p>Appareil à anneau et à boule, bain et<br/>agitateur</p> |    |
| <p>Viscosimètre</p>  |   |
| <p>Bain-marie à régulation<br/>thermostatique</p>          |  |

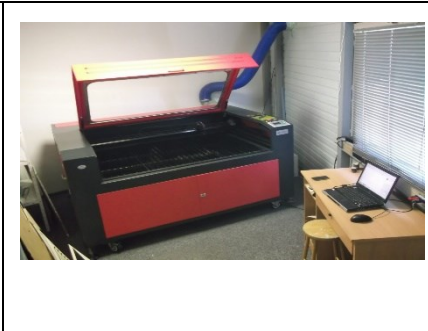



|  |  |
|--|--|
| <p align="center"><b>Laboratoire du construction</b></p> |  |
| <p>Truelle</p>   |  |

|  |  |
|--|--|
| <p>Spatule</p>   |    |
| <p>Gunia</p>   |    |
| <p>Niveau à bulle</p>  |    |
| <p>Moules à cube standard (a) pour les essais de ciment (b) pour les essais de béton</p> |  |
| <p>Balance électronique (a) 500 g (b) 5 ng</p>   |  |
| <p>Appareil de test d'appareils Vicat avec tous les accessoires</p>                      |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>Appareil de test du chatelier avec tous les accessoires</p>  |    |
| <p>Appareil d'essai de briquettes avec moule</p>  |    |
| <p>dispositif de test slup</p>  |    |
| <p>Machine d'essai de compression<br/>(a) 1000 KN (b) 500 KN (c) 100 KN</p>   |  |
| <p>EST. jeu de tamis: I.S. Tamis<br/>Tamis de 100, 63 mm, 10 mm,<br/>4,75 mm, 2 mm, 1 mm, 600u,<br/>425u, 300u, 212u, 150u et 75u</p> |  |
| <p>Jauge d'élongation</p>   |  |
| <p>Flakiness Gauge</p>  |  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Appareil à coupelle fermée Pensky<br/>Martens</p> |  A laboratory instrument used for testing the softening point of bitumen. It consists of a base with a control panel, a heating chamber, and a mechanism for cooling and measuring the penetration of a needle into a sample. |
| <p>Appareil à bille et anneau</p>                    |  A mechanical testing device used to determine the resistance of a material to impact. It features a vertical frame with a pendulum arm and a rotating base.  |
| <p>Los angeles Test device</p>                       |  A cylindrical rotating drum used for testing the abrasion resistance of aggregates. It is mounted on a stand and has a motor at one end.  |
| <p>Pénétromètre</p>                                  |  A mechanical device used to measure the penetration of a needle into a material. It has a vertical scale and a base.   |
| <p>Bétonnière</p>                                    |  A portable concrete mixer with a rotating drum, mounted on a frame with four wheels and a hand crank.  |

|  |  |
|--|--|
| <p>Vibrateur Mechine (a) Type d'aiguille (b) Type de plateau</p> |  |
|--|--|

| <p><b>Laboratoire du fabrication</b></p> |  |
|--|--|
| <p>Découpe laser</p>                     |    |
| <p>Routeur CNC</p>                       |   |
| <p>Imprimante 3D</p>                     |  |
| <p>Ponceuse a bande et a disque</p>      |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>Scie à ruban</p>                             |    |
| <p>Epaisseur S50 linxincibles</p>               |    |
| <p>Laser cutter</p>                             |   |
| <p>Scie circulaire à table</p>                  |  |
| <p>Les tables de fabrication</p>                | <p>/</p>   |
| <p>Robot indistrial fanuc 2000 ia<br/>/165R</p> |  |

**Laboratoire énergétique**

Microclimamètre



Station météorologique



Acquisiteurs de données HOBO  
avec sondes température








Outils de relevés solaires traceur  
solaire



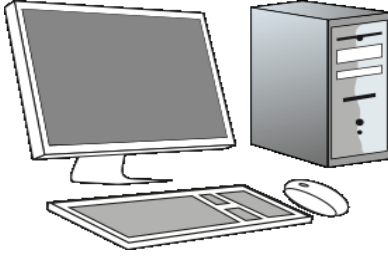

Logiciels de simulation  
énergétique

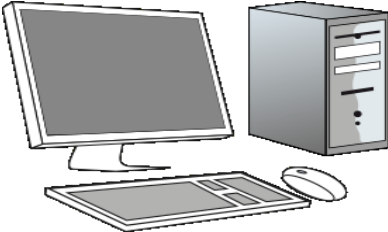
|   |  |
|---|--|
| <p>Caméra infrarouge FLIR</p>             |    |
| <p>Débitmètre a ultrason</p>              |  <p data-bbox="1070 645 1171 703">CORAME SAS</p> |
| <p>Ballon sondes pour mesure altitude</p> |   |

| <p><b>Laboratoire des ambiances physiques</b></p> |  |
|---|--|
| <p>Acoustique</p>                                 | <p>/</p>   |
| <p>Chambre réverbérant absorption acoustique</p>  |  |
| <p>Chambre réverbérant isolation acoustique</p>   |  |

|   |  |
|---|--|
| <p>Chambre semi anéchoïque<br/>puissance acoustique</p> |    |
| <p>Ciel artificiel</p>                                  |    |
| <p>soufflerie</p>                                       |   |
| <p>La soufflerie climatique Jules<br/>Verne</p>         |  |

**Laboratoire bioclimatique**

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <p>Les ordinateurs</p>        |  |
| <p>Station météorologique</p> |  |

| <b>Laboratoire d'urbanisme</b> |  |
|--------------------------------|--|
| <p>Les ordinateurs</p>         |  |

---

# ANNEXE 04

---

## **Les concepts et les principes du projet :**

Toute conception architecturale nécessite une réflexion basée sur des concepts et des principes architecturaux. Une telle démarche nous aide à choisir les bonnes orientations, afin d'éviter la gratuité des gestes et assure une formalisation d'un ensemble architectural cohérent répondant à toutes les contraintes

### **La gradation:**

Ce sont les intervalles ou les éléments qui peuvent changer graduellement de forme, de dimension ou d'orientation. La gradation réunit ainsi deux caractéristiques contradictoires: une parenté et une différence sans hiérarchie prononcée.

**Fluidité et lisibilité :** La qualité visuelle, la clarté apparente ou lisibilité se conjuguent pour créer une structure globale du projet qui lui permet d'être lisible à l'intérieur et se laisse découvrir à l'aide d'une fluidité et lisibilité de circulation.

**La géométrie :** Les tracés géométriques sont superposés et rejoignent pour donner naissance à un langage architectural plus riche à un ordre spatial plus dynamique.

**La perméabilité :** Elle assure la relation de l'équipement avec son environnement à travers ces différents accès (piéton et mécanique) et les relations fonctionnelles entre les différentes entités (accueil, conférence, assemblage, restauration) ; elle peut se traduire à travers les relations visuelles internes de l'équipement.

**La transparence :** Elle renforce l'accessibilité et implique la notion de continuité visuelle, c'est une façon de découvrir l'espace avant même de le franchir.

**Fonctionnalité :** Afin d'avoir un bon fonctionnement ; les différentes espaces seront disposés en fonction de leurs relations et leurs caractéristiques pour obtenir une continuité et une complémentarité.

**Flexibilité :** Elle garantit à l'équipement une adaptation aux changements opérés sur l'espace (tel que les salles de commissions, salles polyvalentes) et aux nouvelles exigences, afin de prévoir les différentes modifications, elle se traduit par la structure qui réduirait au maximum les contraintes d'aménagement de l'espace et la modularité de l'ensemble des composantes constructives.

**Hiérarchie :** Le projet présente un programme riche et diversifié qui nécessite une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les entités mères (conférence) et secondaires, des fonctions calmes et bruyantes.

**L'orientation:** L'orientation d'un projet est en fonction de sa destination.

Une bonne orientation du projet permet de réduire les consommations des énergies. L'orientation dominantes (Nord-Sud), pour Ensoleillement pendant l'hiver et éviter des protections plus difficiles.

**L'implantation :** L'emplacement du projet permet de profiter de l'environnement proche ou éloigné, pour améliorer le micro climat d'un site.

**L'articulation:** "L'articulation permet de parler de la construction, de la fonction et de la relation au lieu de cette façon, l'édifice devient plus explicite, nous parle lui-même"

**Protection des parcours extérieurs :** Cette protection est assurée par des éléments architectoniques (les galeries, les portes à faux ou par des plantations à feuilles persistantes).

**Forme optimale :** les formes circulaires sont performantes de point de vue thermique (le ratio surface/volume est petit).

Le décrochement des volumes au niveau spatiale et plane (minimiser les surfaces exposées à l'ensoleillement par rapport les autres surfaces).

**Chauffage :** conception architecturale intégrer avec l'utilisation un système de captage solaire passif (la serre).

- ✓ Stockage thermique direct.
- ✓ Conservation de la chaleur.
- ✓ Distribution de la chaleur dans la construction.
- ✓ Isolation de la construction contre les déperditions de chaleur et les facteurs extérieurs.

**Climatisation :** Le refroidissement des locaux assure par des moyens naturels : Une première solution consiste à favoriser la ventilation naturelle par système de patio.

Utilisation des toitures ventilées.

**Conception d'ombrage :** intégrée avec la conception architecturale (les décrochements des volumes, les arcades, les coursives, les brise-soleils, le système pilotis).

Dans la mesure où des ouvertures orientées à l'est et à l'ouest n'ont pas être évitée, celles-ci devront comporter des brises soleil à lames verticales qui remplaçant des écrans horizontaux.

**Protection des parcours extérieurs :** Cette protection est assurée par des éléments architectoniques (les galeries, les portes à faux ou par des plantations à feuilles persistantes).

**La végétation :** La végétation à feuilles caduques procure un ombrage naturel saisonnier permet de profiter de la lumière et l'ensoleillement en hiver tout en créant un ombrage en été.

Une chaîne de plantations à feuilles persistants proposées au côté nord-ouest pour briser les vents froids. **Matériaux de construction :** utilisation de matériaux locaux durables : pierre, sable, argile, chêne.....

**Patio et du l'atrium:** L'utilisation du patio et du l'atrium pour créer un micro climat (un élément de ventilation, d'éclairage naturel et du chauffage).

L'utilisation du patio pour exposer les espaces intérieurs, l'ensoleillement.

**Continuité:** Pour une bonne gestion du projet, et pour lui donner une compacité, on a travaillé avec la continuité fonctionnelle, formelle, perceptuelle et visuelle.

**Le dynamisme :** Utilisation des formes fluides et circulaires

**Intériorité :** Concept découlant d'un espace de convivialité et d'animation au cœur même de notre projet, cet espace servira par l'occasion de liaison entre les différentes parties du projet.

**Le contraste :** Le principe du contraste sera matérialisé par :

- ✓ Les jeux entre le plein et le vide ainsi que le bâti et non bâti.
- ✓ Le lourd et le léger, qui se fera ressentir au niveau des façades, par des éléments lourds et des éléments légers.

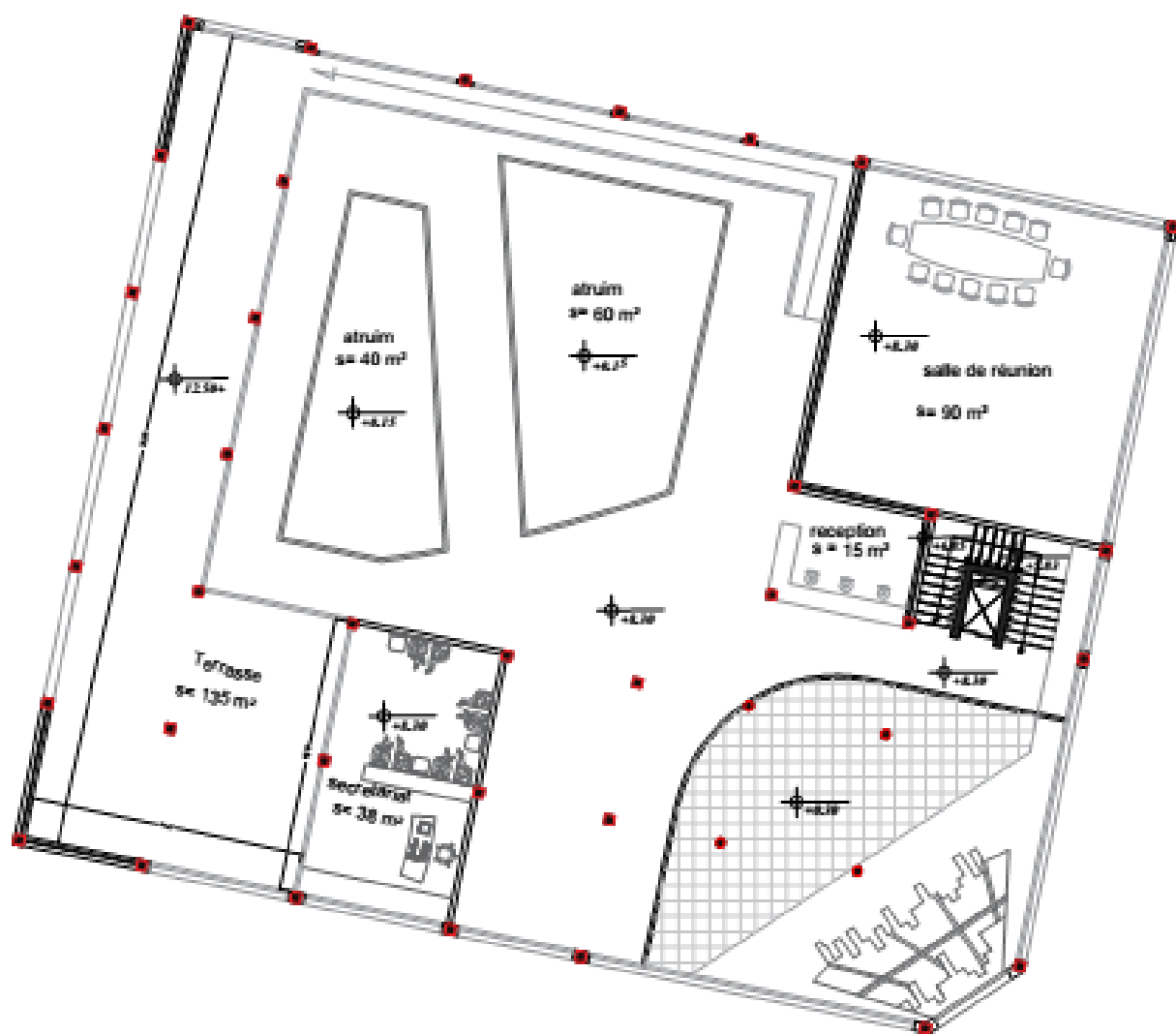
**Rythme :** Concept découlant de l'ordre qui est le rythme, qui crée des points de repère dans la répétition, comme le rythme de la structure (poteaux, colonnes), ou celui des ouvertures (portes, fenêtres).

**Tableau de végétation :**

| Nom               | Origine   | Dimension    |               | Typologie        | Floraison             | L'effet  | N°        |
|-------------------|---|--------------|---------------|------------------|-----------------------|--|-----------|
| Washingtonia      | Etats-Unis  | Arbre        | Feuilles      | Persistante      | Avril, Juin           | Ornementale  | 13        |
|                   |   | Jusqu'au 15m | 1.5m ; 2.5m   |                  |                       |  |           |
| Palmier           | Afrique du nord<br>Moyen orient                                 | 30m          | /             | Persistante      | Printemps,<br>Été     | Ombrage,<br>ornemental                                   | 20        |
| Arbuste           | Europe  | 0.6m         | /             | Persistante      | Juillet,<br>Août      | Décoratif<br>Protection<br>contre les<br>vents           | 192<br>ml |
| Acer palmatum     | Japon, Corée  | 2m           | 5 a 8m        | Caducue          | Printemps,<br>automne | Ombrage et<br>ornemental                                 | 9         |
| Pin               | France, sud de la<br>côte atlantique et<br>côte méditerranéenne | 30m          | 10 a<br>20m   | Persistante      | Toute<br>L'année      | Protection<br>contre le<br>vent de sable<br>et les vents | 24        |
| Eucalyptus        | Australie   | 10 a 90m     | 1.5 a<br>2.5m | Persistante      | Juillet,<br>Août      | Ombrage et<br>réduction du<br>vents                      | 11        |
| Acacia rétinoides | Australie   | 3 a 8m       | /             | Quatre<br>saison | Mars à<br>Mai         | Ornemental,<br>ombrage                                   | 34        |
| Erable            | Chine   | 6 a 8m       | 15 à 25<br>cm | Caducue          | Février à<br>avril    | Ombrage et<br>isolation<br>acoustique                    | 27        |
| Plan d'eau        | Pour rafraichir l'air et crée une micro climat.                 |              |               |                  |                       |  |           |

**Tableau éclairage extérieur :**

| Nom               | W    | Eclairage | Lm        | K           | T(h)         | H(mm) | Diamètre/dimension (mm) | Nombre |
|-------------------|------|-----------|-----------|-------------|--------------|-------|-------------------------|--------|
| Luminaire         | 58   | Led       | 3821      | 4000        | 70000        | 1000  | 445*445                 | 24     |
| Luminaire         | 84   | Led       | 5972      | 4200        | 70000        | 138   | 591*286                 | 14     |
| Applique          | 25   | Led       | 700       | 3000        | 50000        | 250   | 102                     | 10     |
| Borne d'éclairage | 14   | Led       | 507       | 3000        | 50000        | 1000  | 150                     | 70     |
| Tube d'éclairage  | 3.45 | Led       | 140 à 950 | 2700 à 4000 | Plus de 1500 |       | 13                      | /      |



**Plan de 3éme étage**

**Tableau des surfaces Plan RDC :**

| Espace                                | N                      | Surface                               |                                 |
|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Hall d'accueillie                     | /                      | 273 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Réception                             | 01                     | 18 m <sup>2</sup>                     |                                 |
| Service                               | 01                     | 13 m <sup>2</sup>                     |                                 |
| Cafétéria                             | 01                     | 80 m <sup>2</sup>                     | Stockage :<br>28 m <sup>2</sup> |
| Break out room                        | /                      | 42 m <sup>2</sup>                     |                                 |
| Espace de nettoyage                   | 01                     | 42 m <sup>2</sup>                     |                                 |
| Salle de conférence                   | 01                     | 82 m <sup>2</sup>                     |                                 |
| Bureaux de chercheures                | 04                     | 518 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Patio (espace d'échange)              | /                      | 270 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Bibliothèque                          | 01                     | Salle de lecture : 130 m <sup>2</sup> | Rayonnage : 70 m <sup>2</sup>   |
| Infirmierie                           | 01                     | 40 m <sup>2</sup>                     |                                 |
| Exposition temporaire                 | 01                     | 332 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Espace expérimentation                | 03                     | 570 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Dépôt                                 | 01                     | 100 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Locale technique                      | 01                     | 100 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Laboratoire de soufflerie             | 01                     | 235 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Laboratoire artificiel                | 01                     | 36 m <sup>2</sup>                     |                                 |
| Laboratoire acoustique                | 01                     | 53 m <sup>2</sup>                     |                                 |
| Laboratoire de structure et matériaux | 01                     | 235 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Salle de repos                        | 01                     | 60 m <sup>2</sup>                     |                                 |
| Sanitaire                             | 05                     | 130 m <sup>2</sup>                    |                                 |
| Douche                                | 01                     | 22 m <sup>2</sup>                     |                                 |
|                                       | <b>Circulation</b>     | 514m <sup>2</sup>                     | 9.8 %                           |
|                                       | <b>Surface total</b>   | 3993 m <sup>2</sup>                   |                                 |
|                                       | <b>Surface d'étage</b> | 5258 m <sup>2</sup>                   |                                 |

**Tableau des surfaces Plan R+1 :**

| Espace                                | N                      | Surfaces                              |                    |
|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Exposition                            | 01                     | 530 m <sup>2</sup>                    |                    |
| Bureaux de chercheures                | 01                     | 131 m <sup>2</sup>                    |                    |
| Salle de réunion                      | 01                     | 80 m <sup>2</sup>                     |                    |
| Bibliothèque                          | 01                     | Salle de lecture : 130 m <sup>2</sup> |                    |
| Laboratoire académique                | 04                     | Unitaire : 75 m <sup>2</sup>          | 300 m <sup>2</sup> |
| Laboratoire MDF                       | 01                     | 235 m <sup>2</sup>                    |                    |
| Laboratoire de structure et matériaux | 01                     | 100 m <sup>2</sup>                    |                    |
| Laboratoire de géotechnique           | 01                     | 110 m <sup>2</sup>                    |                    |
| Salle de repos                        | 01                     | 60 m <sup>2</sup>                     |                    |
| Sanitaire                             | 04                     | 119 m <sup>2</sup>                    |                    |
| Serre                                 | 02                     | 165 m <sup>2</sup>                    |                    |
|                                       | <b>Circulation</b>     | 786 m <sup>2</sup>                    | 17.5 %             |
|                                       | <b>Surface Total</b>   | 2746 m <sup>2</sup>                   |                    |
|                                       | <b>Surface d'étage</b> | 4487 m <sup>2</sup>                   |                    |

## R+2

| Espace                               | N  | Surface                      |                          |
|--------------------------------------|----|------------------------------|--------------------------|
| Exposition                           | 01 | 387 m <sup>2</sup>           |                          |
| Réception                            | 01 | 15 m <sup>2</sup>            |                          |
| Bureau de directeur                  | 01 | 38 m <sup>2</sup>            |                          |
| Secrétariat                          | 01 | 37 m <sup>2</sup>            |                          |
| Salle de réunion                     | 01 | 90 m <sup>2</sup>            |                          |
| Bureau de serveur                    | 01 | 30 m <sup>2</sup>            |                          |
| Bureau de maintenance                | 01 | 16 m <sup>2</sup>            |                          |
| Bureau de comptable                  | 01 | 16 m <sup>2</sup>            |                          |
| Bureau de nettoyage                  | 01 | 16 m <sup>2</sup>            |                          |
| Laboratoire académique               | 04 | Unitaire : 75 m <sup>2</sup> | 300 m <sup>2</sup>       |
| Laboratoire d'urbanisme              | 01 | 115 m <sup>2</sup>           |                          |
| Laboratoire de fabrication           | 01 | 100 m <sup>2</sup>           |                          |
| Laboratoire énergétique              | 01 | 130 m <sup>2</sup>           |                          |
| Laboratoire bioclimatique et paysage | 01 | 130 m <sup>2</sup>           |                          |
| Laboratoire géomatique               | 01 | 100 m <sup>2</sup>           |                          |
| Stockage                             | 01 | 270 m <sup>2</sup>           |                          |
| Sanitaire                            | 03 | 89 m <sup>2</sup>            |                          |
|                                      |    | Circulation                  | 732 m <sup>2</sup> 16.9% |
|                                      |    | Surface Total                | 2224 m <sup>2</sup>      |
|                                      |    | Surface d'étage              | 4344m <sup>2</sup>       |

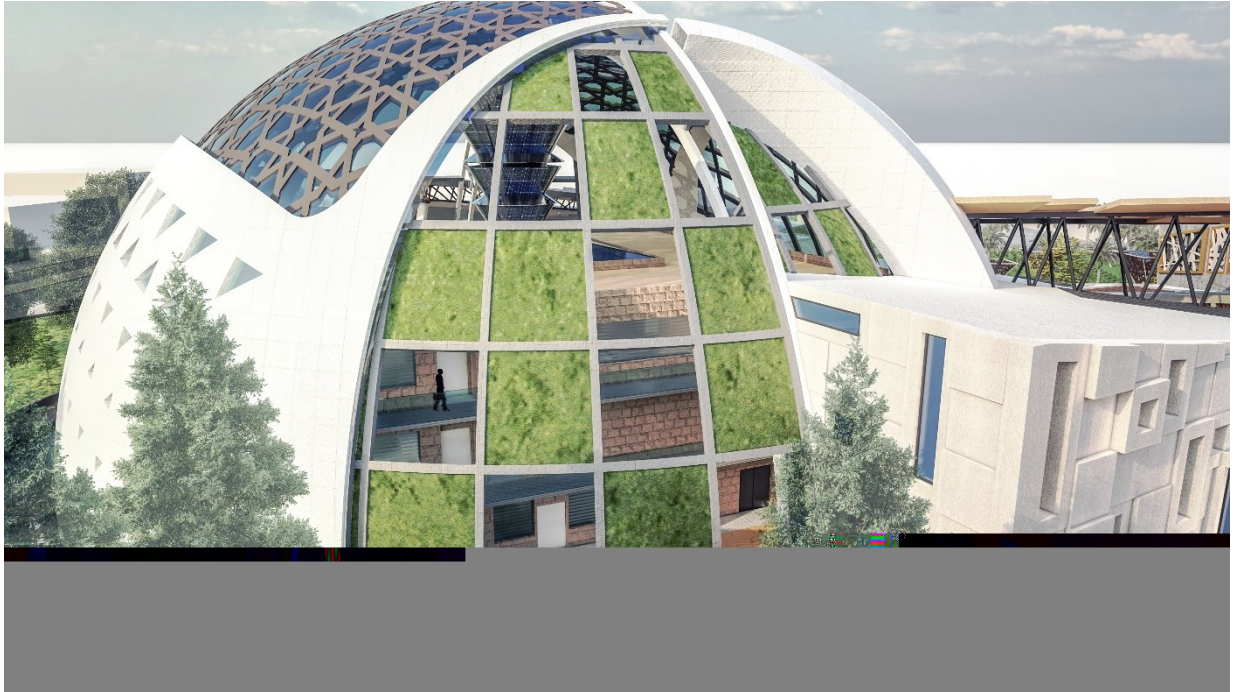
## R+3

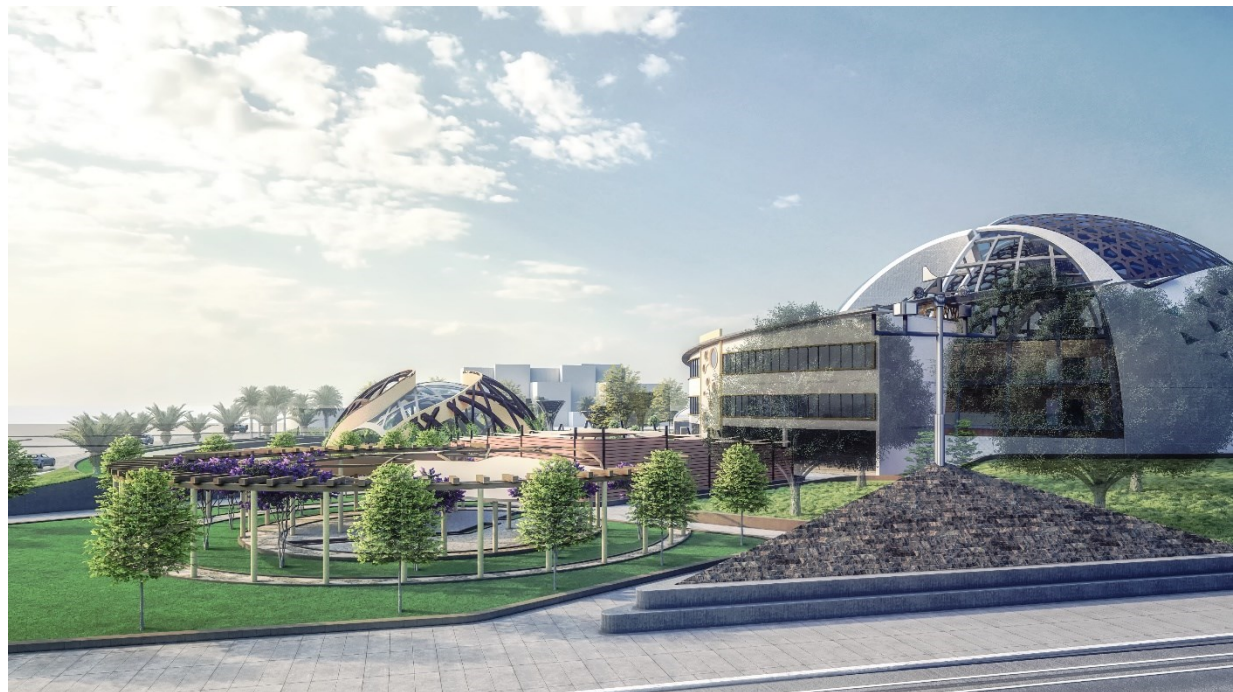
| Espace   | N  | Surface            |  |
|----------|----|--------------------|--|
| Terrasse | 01 | 135 m <sup>2</sup> |  |

## Vues 3D :

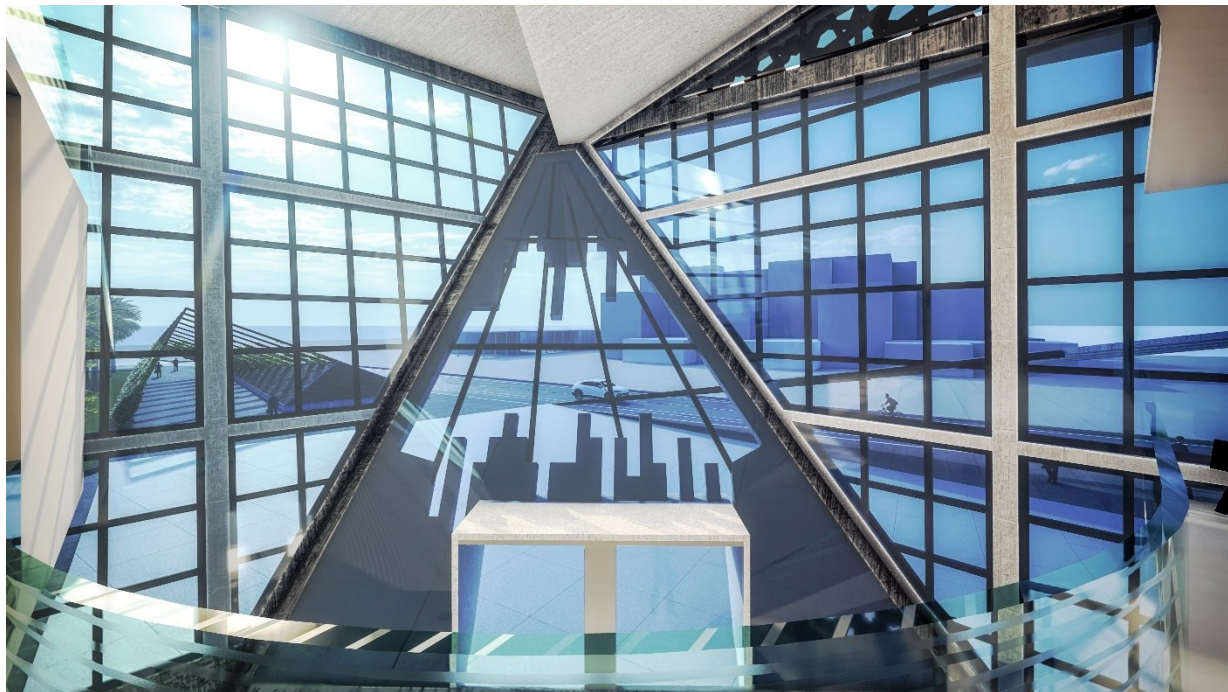








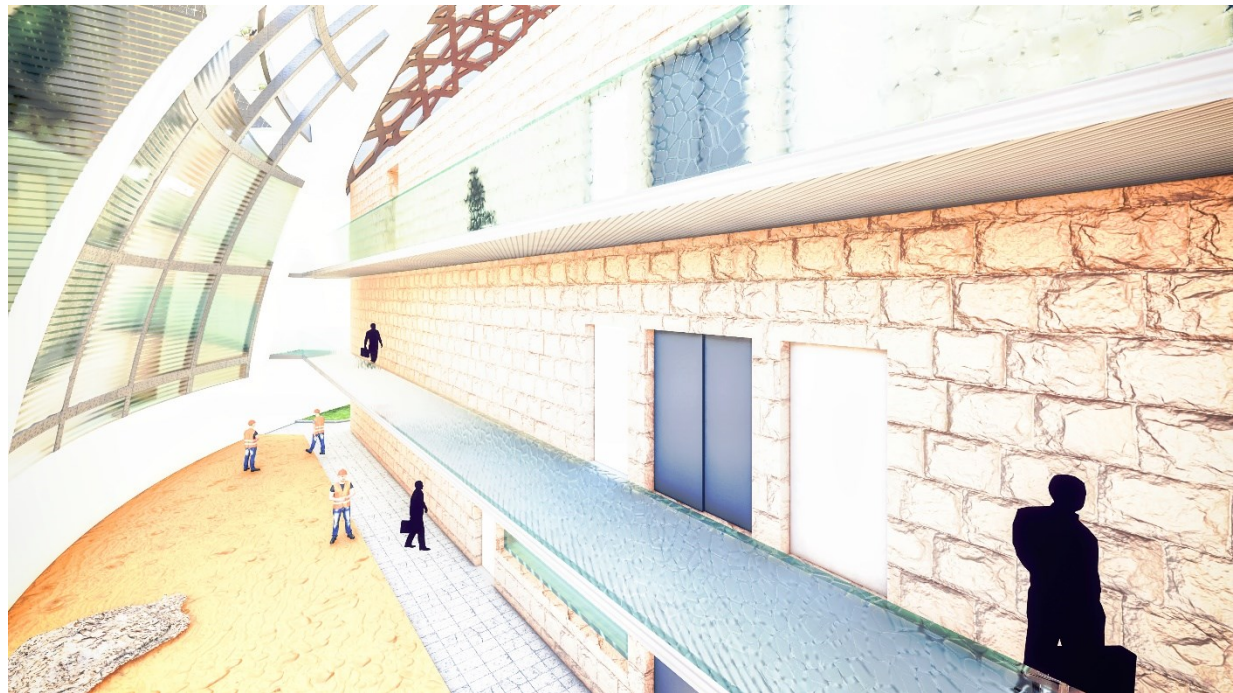
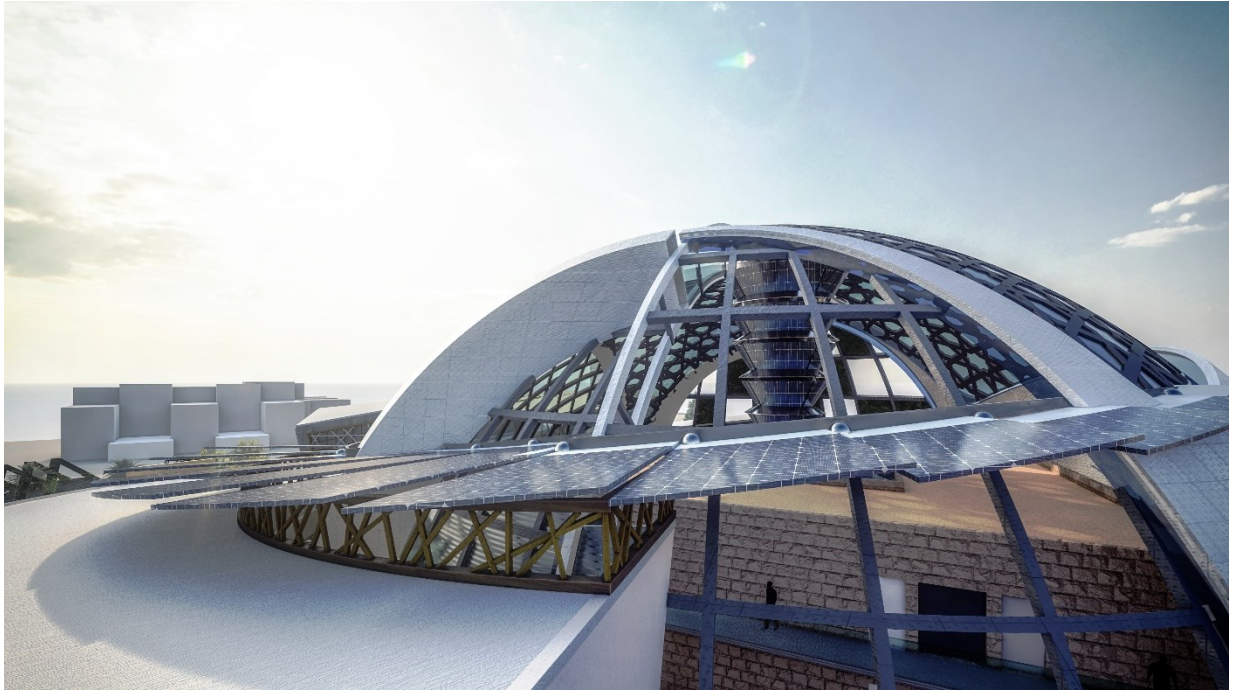




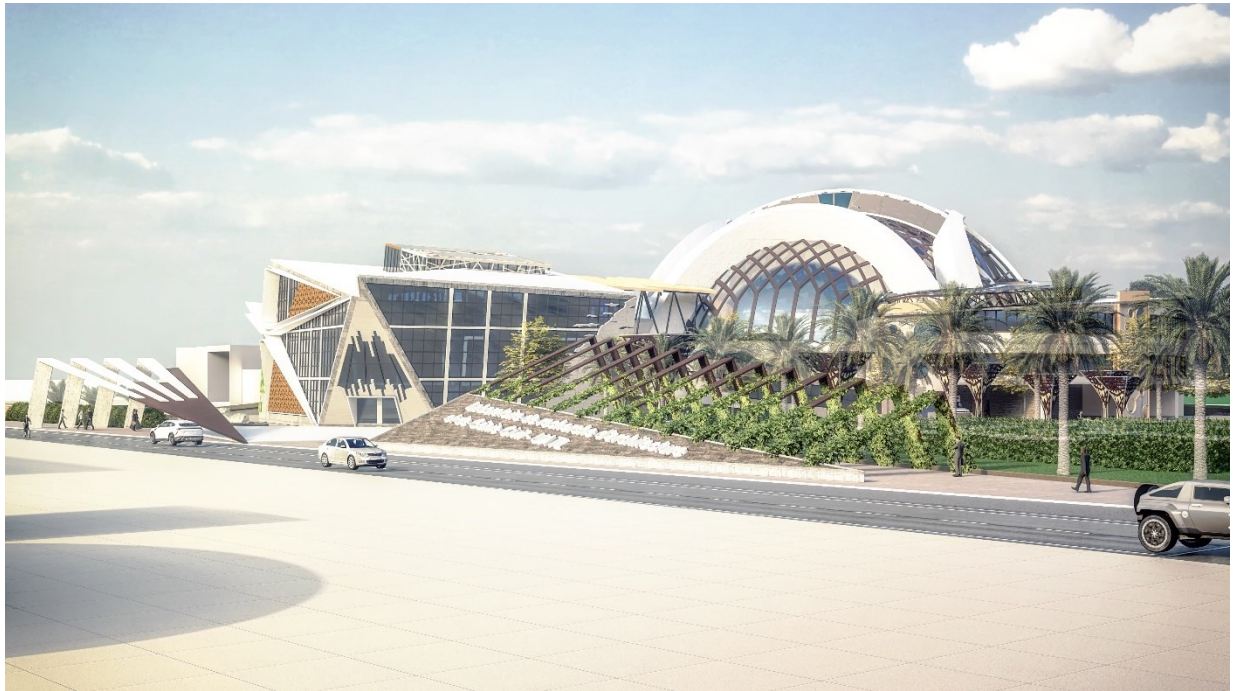




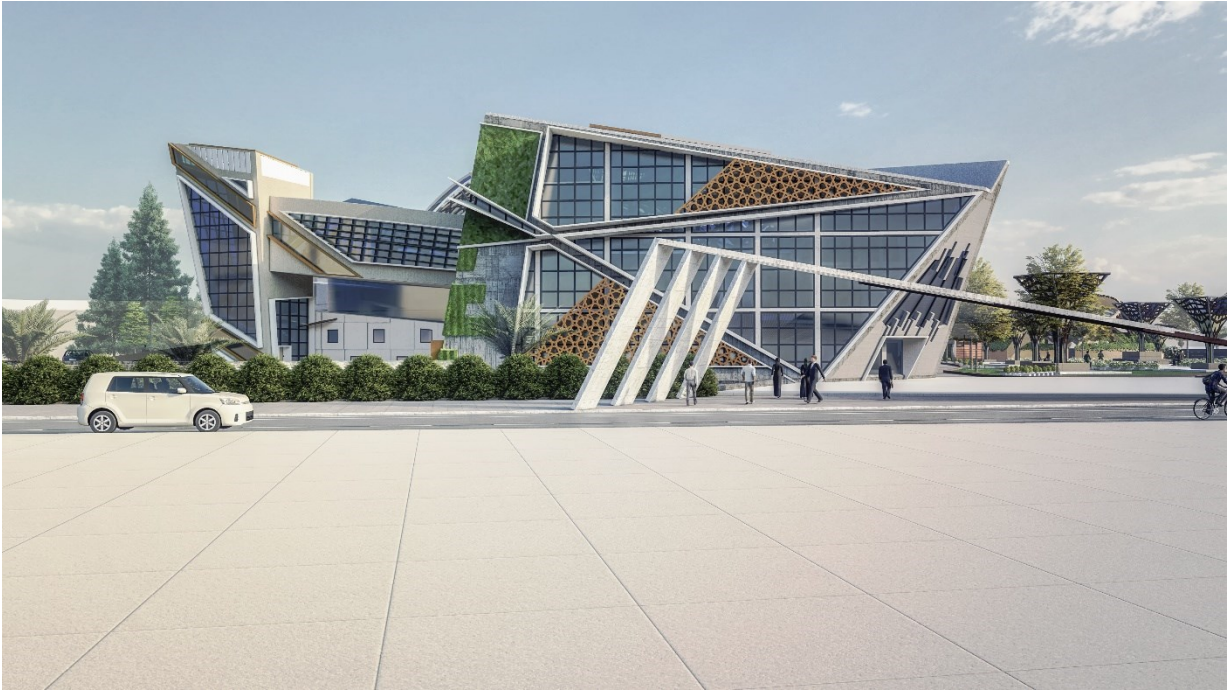




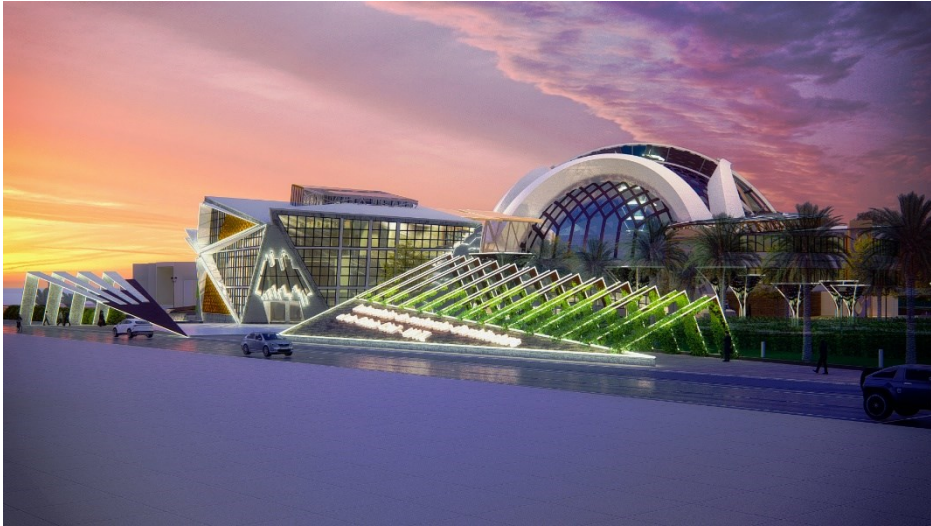


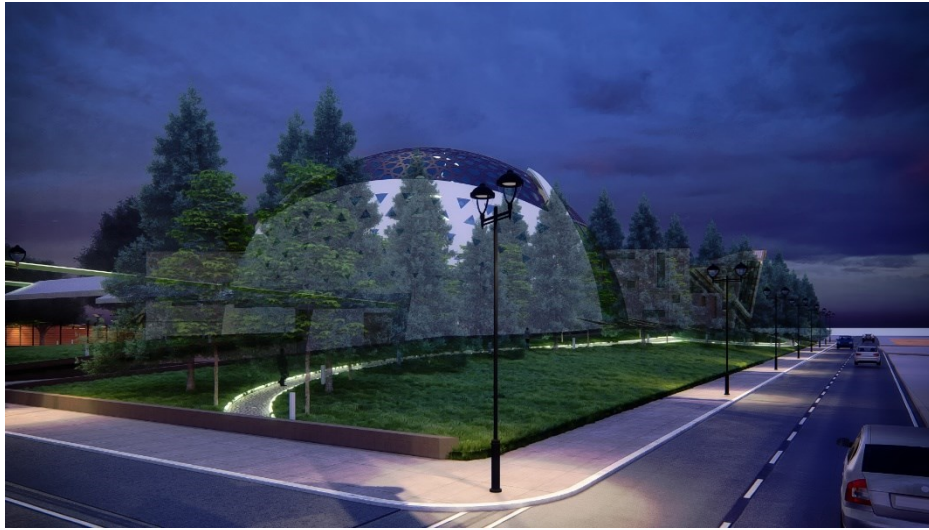










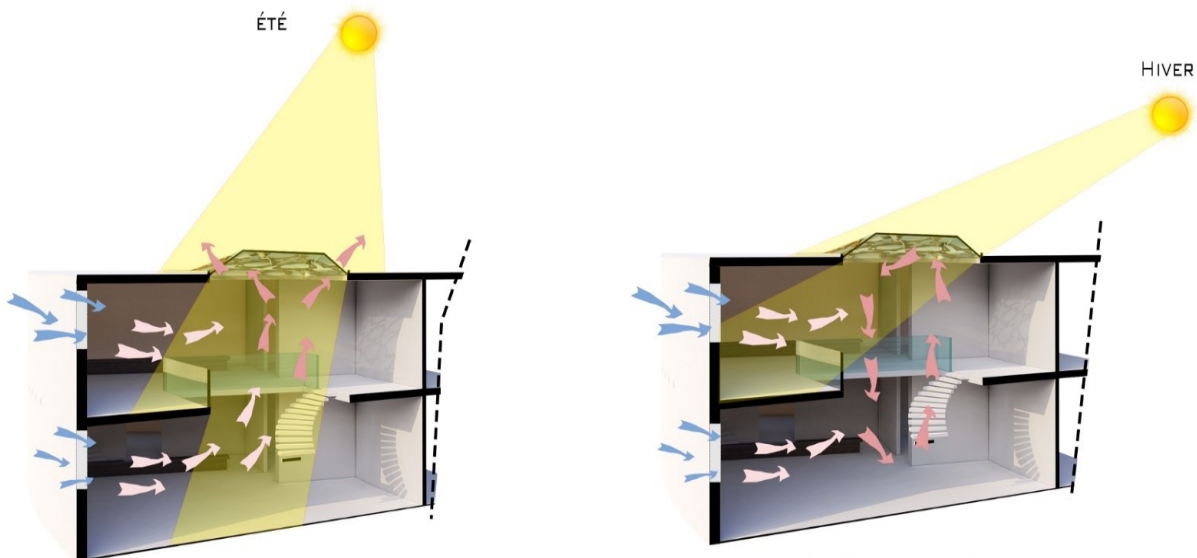


### Atrium :

- ✓ La salle de lecture de la bibliothèque ou la lumière naturelle pénètre au centre grâce à l'atrium (éclairage zénithal), et aussi utilise pour l'entité d'accueil, exposition et administration.
- ✓ Pour assurer l'aération naturelle

Cette technique jeu deux rôle : (comme montré à la figure)

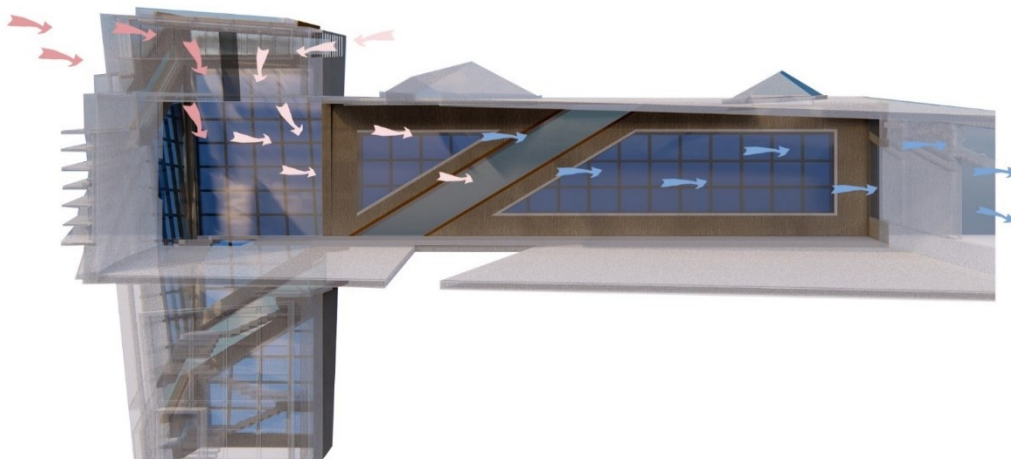
- En été comme cheminé solaire.
- En hiver comme serre.



### Tour à vent :

Le pilonne abrite l'espace de circulation (escalier) jeu trois rôles :

- ✓ Un élément porteur pour l'exposition.
- ✓ Rafraîchissement passif (tour à vent).
- ✓ Espace de circulation vertical.

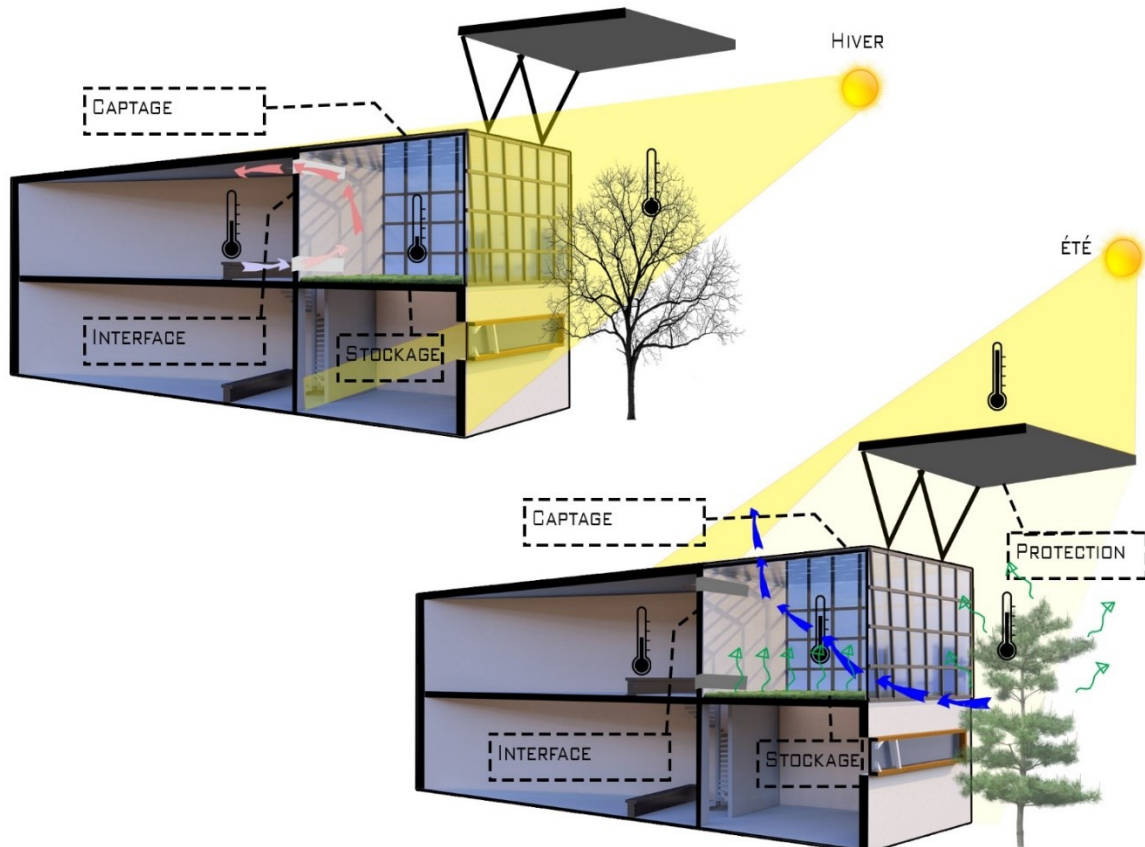


### La serre :

Les espaces dans les bureaux chercheurs et bibliothèque favorise le captage du rayonnement solaire, ce rayonnement est transformé en chaleur par effet de serre, cette serre est orientée sud.

- En hiver favorisé le captage.
- Intégration des protections solaire pour minimiser le captage (prise soleil-végétation) pour la période d'été.
- La végétation pour le rafraîchissement de l'air en été.

Comme montré la figure



### Double enveloppe :

La géode englobe le cube qui abrite l'entité principale de projet (entité de recherche)

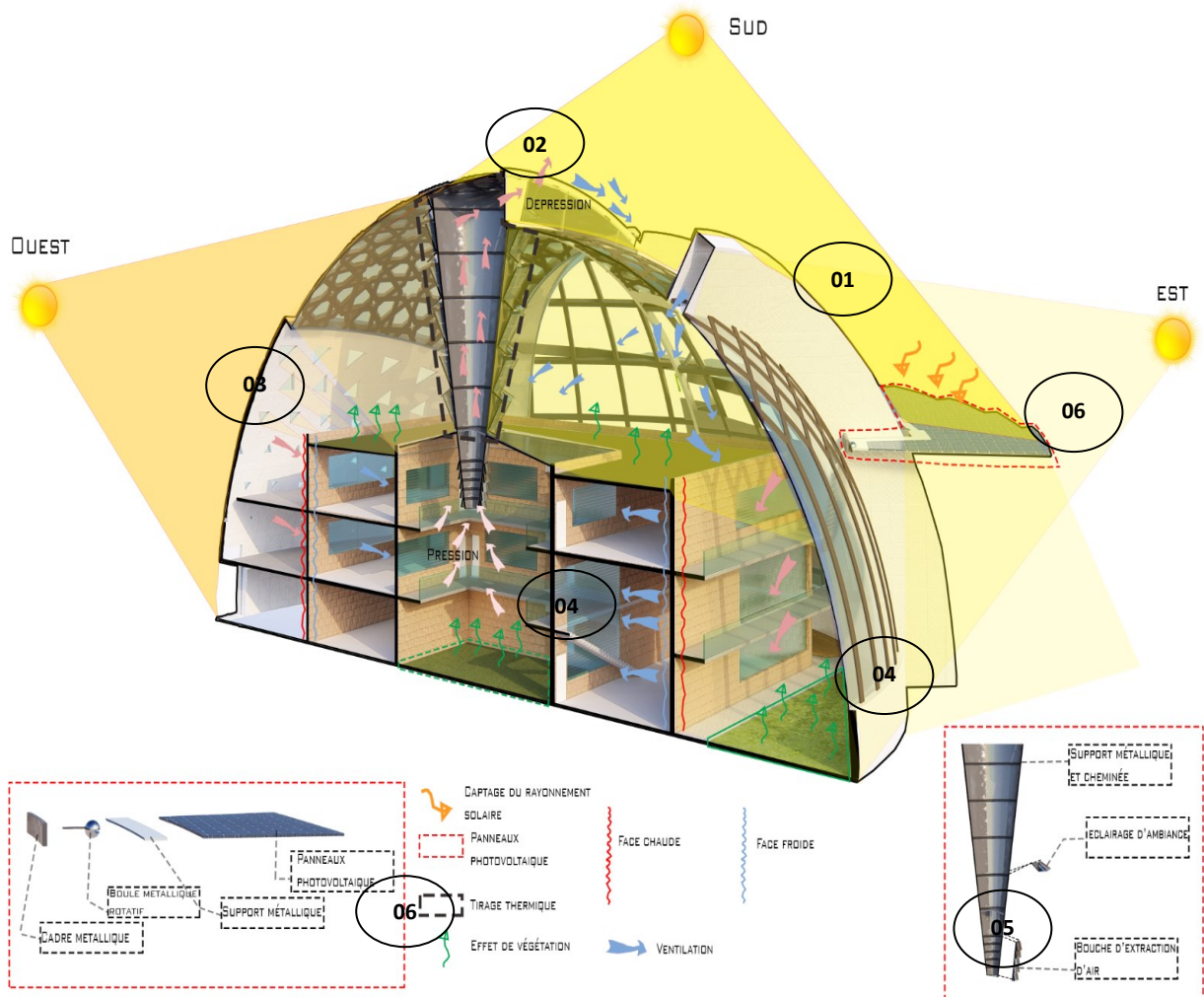
Pour améliorer le niveau de confort thermique et visuel aux mêmes temps nous avons :

- ✓ Perforée la géode dans les deux cotée SUD et NORD pour éviter effet de serre.
- ✓ Pour la ventilation naturelle :
  - Deux gaines bien intégrées avec la forme de géode (Pression / dépression). (1)
  - Un élément central ouvert pour le tirage thermique. (2)
  - Des végétations pour rafraîchie l'aire. (4)

- ✓ Augmentée l'opacité de la membrane de la géode du côté ouest pour éviter l'effet d'éblouissement. (3)

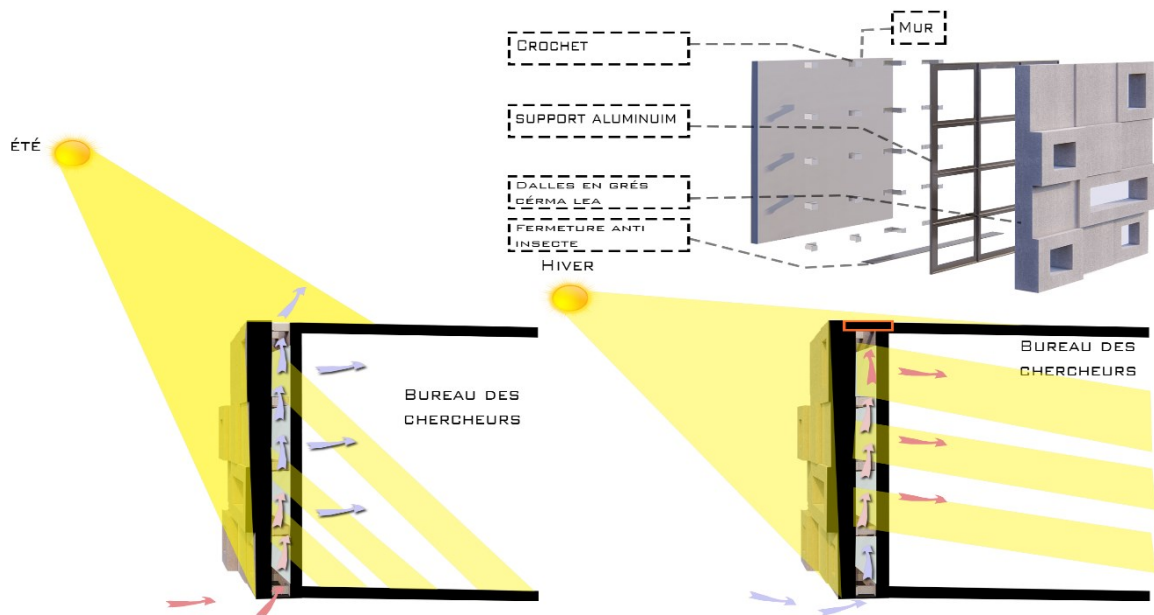
Pour la production d'énergie :

- ✓ Une aile en PV d'une surface 340 m<sup>2</sup> a' axe de rotation horizontal afin de capter le maximum de rayonnement solaire. (6)



### Façade ventilée :

Une façade ventilée est un système de construction qui est largement utilisé par les architectes et les constructeurs, pour sa haute qualité, pour ses possibilités esthétiques, ponts thermiques minimaux grâce à des systèmes de fixation optimisés, et pour ses avantages incontestés dans l'isolation thermique et acoustique.

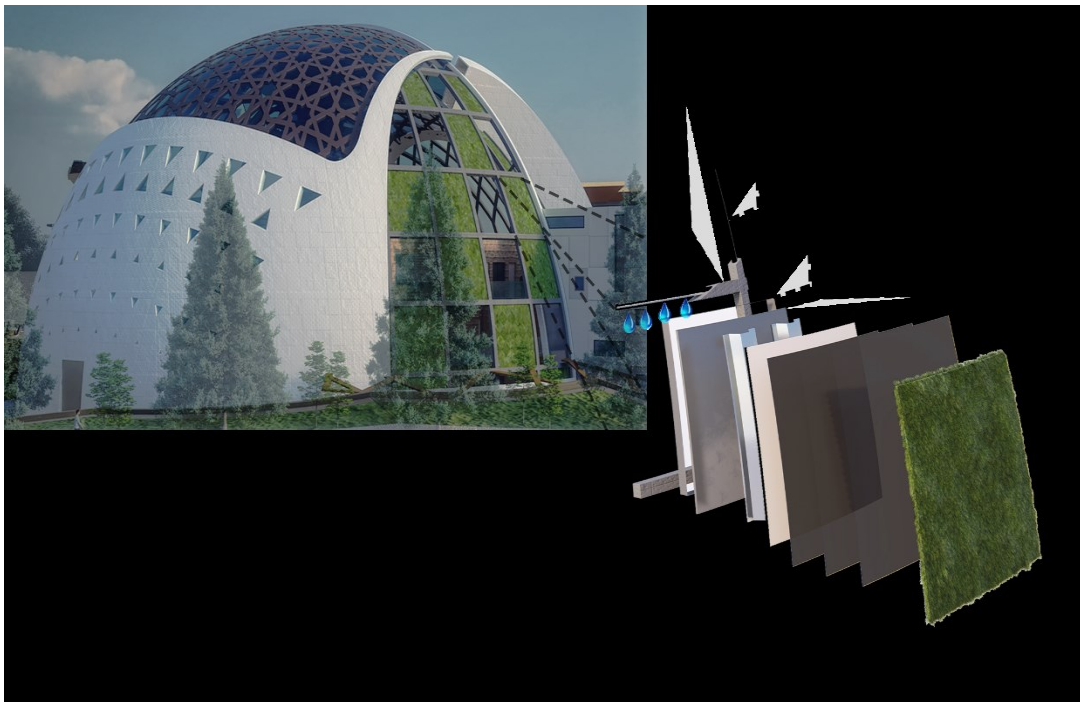


### Façade végétalisée (mur vivant) :

La végétalisation des façades fait référence à des jardins ou écosystèmes verticaux, plus ou moins artificiels, conçus comme éléments esthétiques de décor, œuvres d'art ou éléments d'écologie urbaine.

Il est utilisé dans le côté sud et sud-ouest pour :

- ✓ Rafraîchissement des espaces intérieurs.
- ✓ Création de micro climat.



## Les Murs végétalisé (brise-vent) :

L'efficacité du brise-vent dépend essentiellement de plusieurs paramètres :

l'orientation la perméabilité, la hauteur, la longueur et l'homogénéité de sa structure.

L'orientation des brise-vent est le premier facteur à prendre en considération, l'alignement des arbres doit être perpendiculaire aux vents dominants la réussite du brise vent repose sur une composition d'espèces végétales locales, qui poussent et se développent sans aucune contrainte majeure dans la région.

Les brise-vents performants doivent être composés de plusieurs niveaux :

- ✓ Arbres à haut jet.
- ✓ Arbres en cépée ou arbres intermédiaires qui peuvent être des grands arbustes.
- ✓ Arbustes buissonnants.

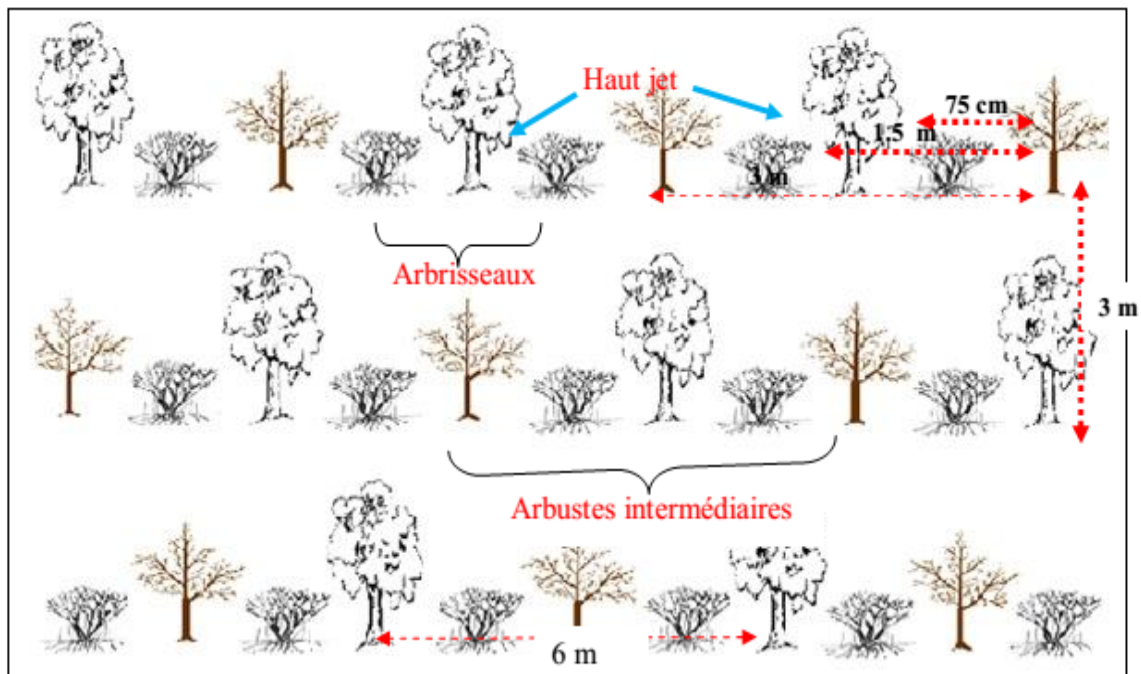
Chaque catégorie d'espèces joue un rôle précis dans ce type de brise-vent.

Les arbres à haut jet, constitués d'un tronc sans branchage sur une longueur variant de 3 à 4m et d'un

houppier composé de branchage de 12 à 20 mètres selon les espèces. Le tronc fournit du bois et le houppier assure la protection haute.

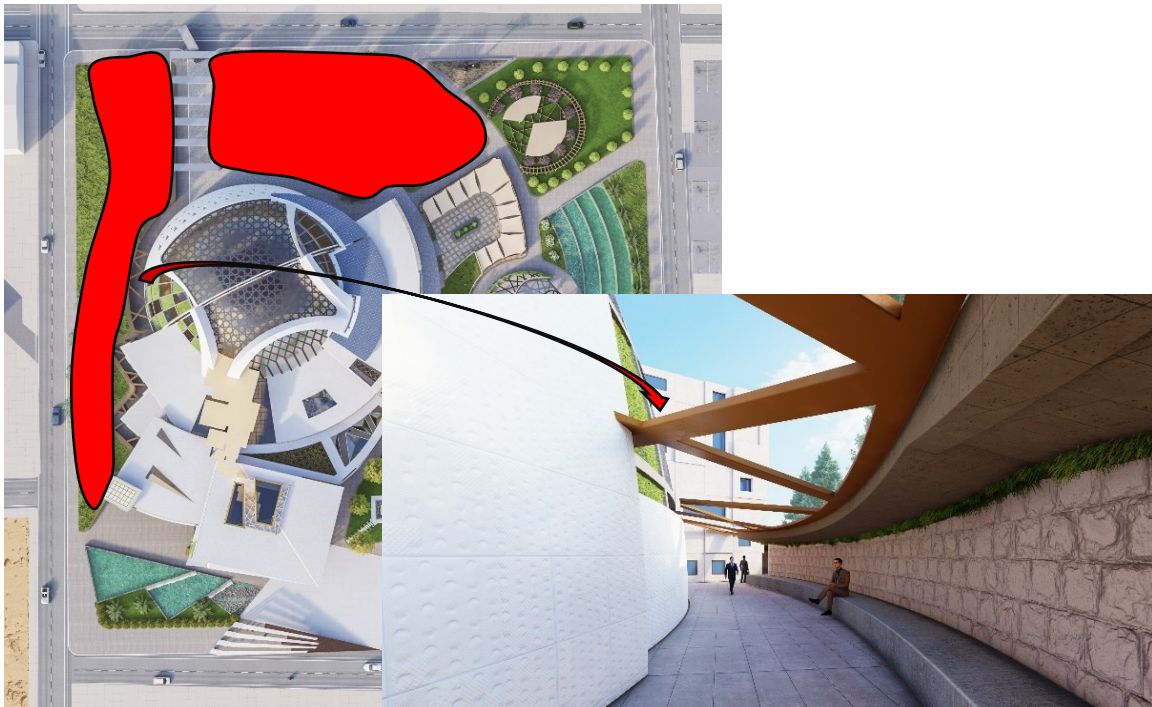
Arbres à moyens jet ou des grands arbustes qui sont des arbres intermédiaires ou cépées protègent la partie intermédiaire du brise-vent et fournissent du bois, des fruits et peuvent être mellifères.

Quant aux arbustes, ils jouent le rôle de bourrage à la base du brise-vent. On identifie plusieurs formes : en boule, touffue, branchages étalés.



**Schéma 1 : Modèle de disposition d'un brise-vent composite à base de trois espèces (haut jet – arbre intermédiaire- arbuste/arbrisseau)**

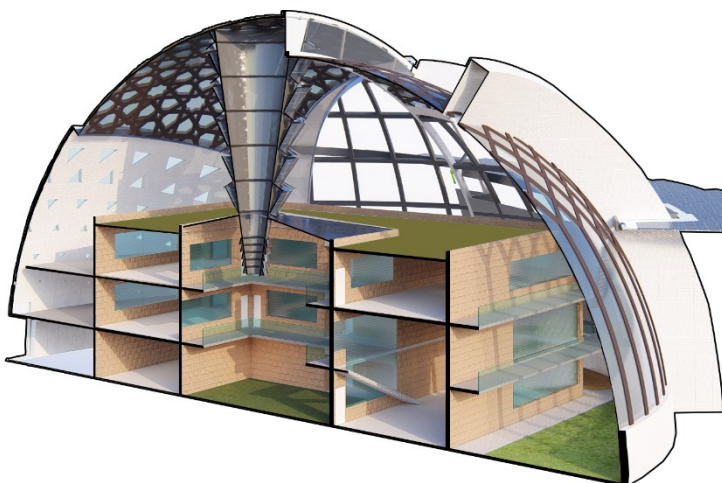
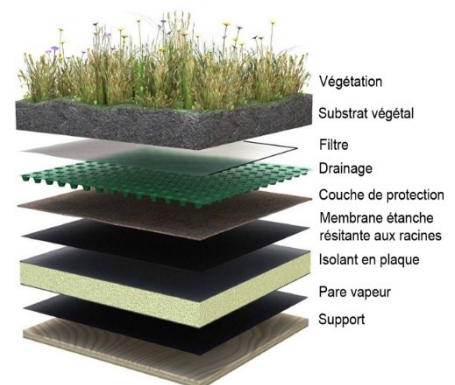
- ✓ Dans notre cas on a changé les arbustes par la création d'une pente qui joue un rôle des arbustes et protection des galeries extérieures.



### Toiture végétalisée :

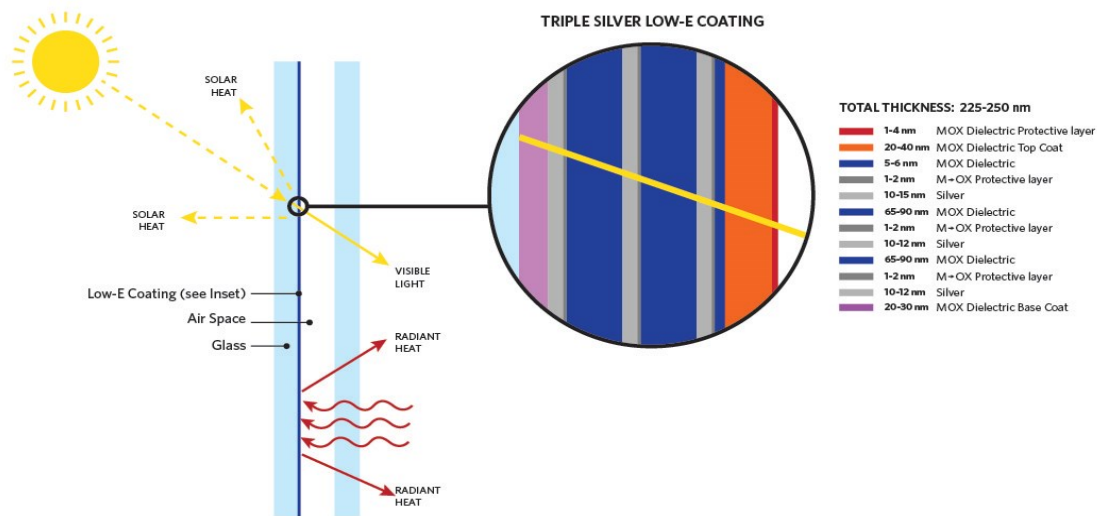
Couvrir la toiture par la végétation qui améliore le confort thermique à travers l'augmentation de l'inertie thermique du bâtiment et le déphasage thermique entre l'intérieur et l'extérieur, assure le confort acoustique et l'humidification de l'air.

Cette toiture utilise dans le bloc abrite l'entité de la recherche.



## Vitrage basse émissivité :

Pour profiter de l'éclairage naturel et limiter les apports de chaleur extérieure on choisit le type de vitrage : Double vitrage isolant avec un « traitement basse émissivité » (BE).



## Système constructif :

Le système constructif de notre projet est choisi par :

- ✓ La forme et la fonction.
- ✓ Pour mettre le projet lui-même un

## Infrastructure

### Les fondations :

- ✓ Pour la fondation on utilise les semelles isolées.

### Choix de la structure

Elle permet d'assurer à la construction son indéformabilité, donc sa solidité et sa stabilité. Dans le choix du système structurel des laboratoires de recherche, nous devons nous assurer qu'il répond en premier lieu à des critères particulièrement stricts de résistance et de pérennité. De ce fait nous avons choisi deux types de structures : une structure en béton armé ; et la structure métallique.

## Système constructif

### La superstructure

- ✓ Pour l'entité de la recherche : une structure métallique en poteaux-poutre, avec mur porteurs en pierre, et pour les dalles on utilise les planchers mixtes.
- ✓ L'entité d'exposition (la forme inclinée) : utilisation d'une structure métallique poteaux-poutre, avec planchers isolant et léger OP-DECK.
- ✓ L'entité d'accueil, exposition et administration (le cube incliné d'accueil), l'entité académique et des chercheurs : structure en béton armé poteaux poutre, avec la toiture en plancher OP-DECK et les planchers entre niveau en corps-creux.
- ✓ La géode : en structure tridimensionnelle.

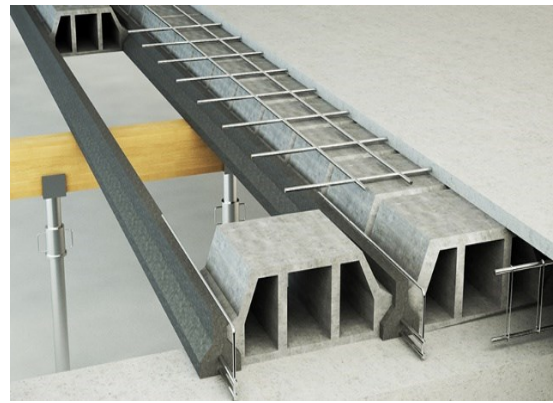
- ✓ Le pilonne : structure en voile béton armée.

### Les planchers :

**Plancher corps-creux :** Ce sont des planchers appropriés pour les constructions d'habitation et de commerce. Les hourdis peuvent prendre différentes formes et être fabriqués en différents matériaux.

#### Ses avantages :

- ✓ Mise en œuvre facile, pas de coffrage, - Ne nécessite pas de gros engin de levage.
- ✓ Isolation thermique améliorée, - Le plancher est relativement léger.
- ✓ Idéal pour la confection des vides sanitaires.

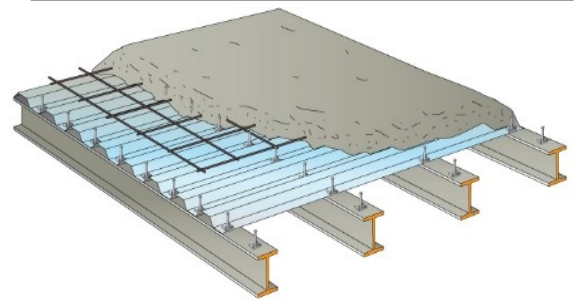


Plancher corps-creux.

**Plancher Mixte :** Une tôle bac en acier est placée dans la zone tendue des planchers et collabore avec le béton par l'intermédiaire de connecteurs (plots) pour reprendre les efforts de traction. Utilisable pour des portées allant jusqu'à 18 mètres.

#### Ses avantages :

- ✓ Ce plancher est surtout utilisé pour les constructions métalliques.
- ✓ Rapidité de pose, - Réception de tout revêtement de sol ou d'étanchéité.
- ✓ Passage de gaine.

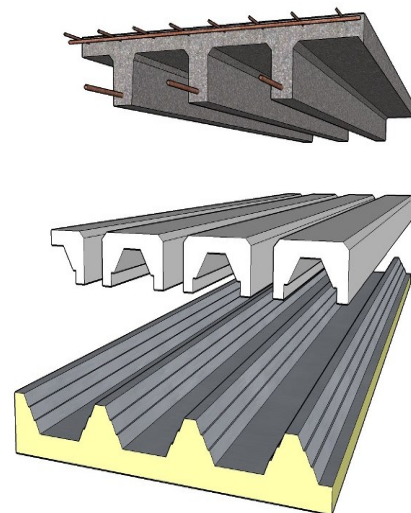


Plancher mixte.

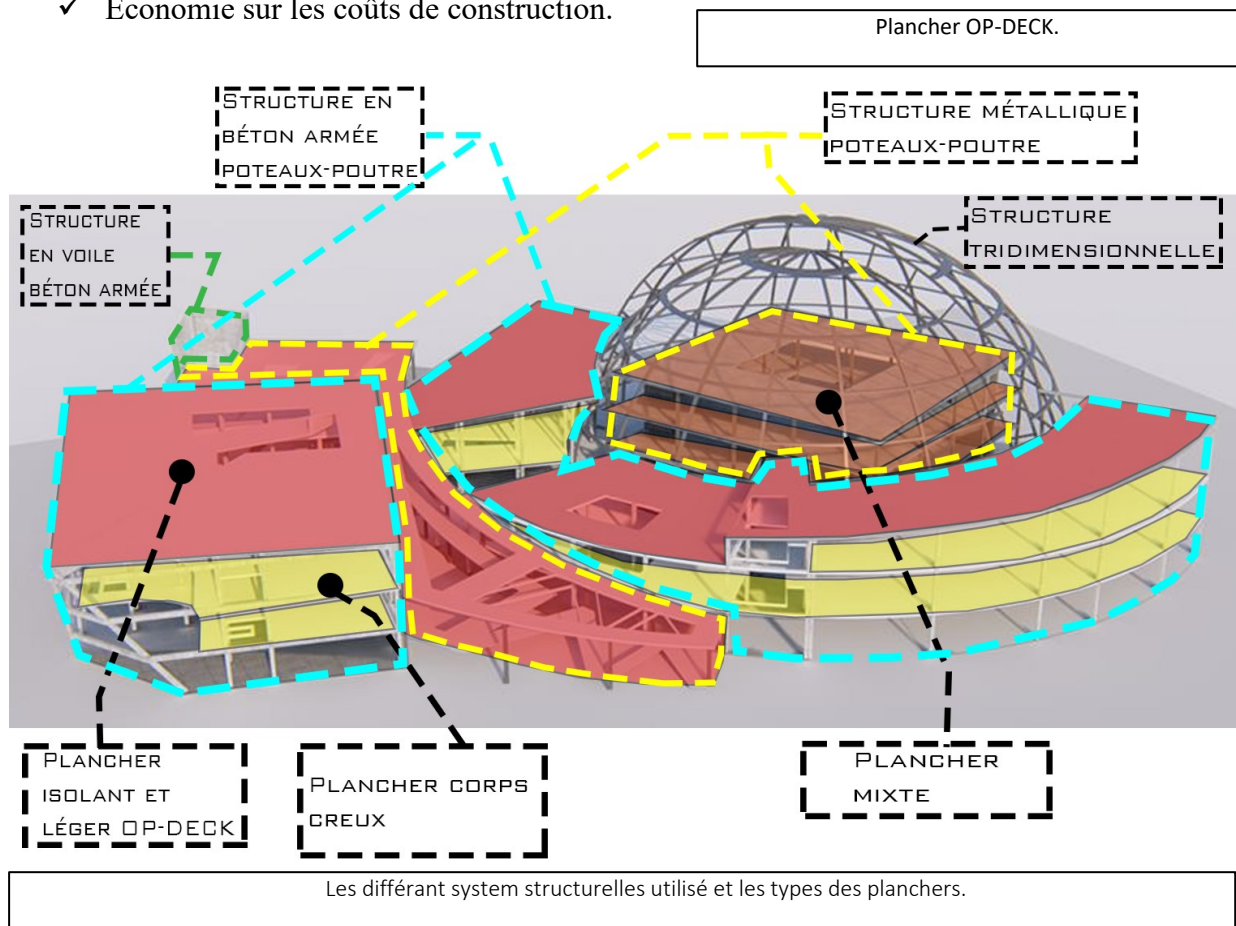
**Plancher OP-DECK :** Ce système repose sur un travail traditionnel du béton, mais avec une conception optimale et une grande flexibilité de montage.

#### Ses avantages :

- ✓ Épaisseur du plancher fini à partir de 250 mm.
- ✓ Faible poids (à partir de 190 kg/m<sup>2</sup>).
- ✓ Portée libre jusqu'à 10 m1.
- ✓ Lourde charge autorisée.
- ✓ Portance accrue pour les charges concentrées.
- ✓ Système flexible.
- ✓ Résistance au feu  $\geq 60$  minutes.
- ✓ Plancher isolant ( $R_c > 4$  [m<sup>2</sup>. K/W]).
- ✓ Montage sans seuil (max. 5,5 m1).
- ✓ Montage simple et rapide.



✓ Économie sur les coûts de construction.



### Les joints :

Pour le bâtiment les deux types de joints sont utilisés, entre les blocs les joints de ruptures sont utilisés à cause de différence entre gabarit, forme et type de structure, pour les joints de

dilatation utilise dans l'entité académique et de la recherche à cause de la distance du bloc supérieur à 25m.

Les joints de rupture en rouge et les joints de dilatation en bleu.



Position des joints dans plan de RDC.

## Eclairage

### Eclairage solaire :

L'éclairage solaire peut être défini ainsi : Ensemble d'appareils qui distribuent une lumière artificielle qui repose sur l'utilisation du rayonnement et de l'énergie du soleil par des capteurs Solaires.

### Eclairage électrique :

Dispositif permettant d'émettre de la lumière grâce à la convention d'électricité en lumière, permettant de s'éclairer sans avoir recours à la lumière naturelle. Ce dispositif doit être le plus économique que possible, pour cela certain type de lampes doivent être utilisées tel que :

Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique, utilisé pour les laboratoires, les bureaux et la bibliothèque.



Luminaire en éclairage solaire. Source : Auteur.



Éclairage encastré fluorescent avec lentilles parabolique.

Strip fluorescent pour l'espace de stockage et pour les locaux techniques Fluorescent industriel.



strip fluorescent.

Pour les salles informatiques un éclairage de type encastré parabolique ou fluorescent indirect.



: éclairage encastrée parabolique.

Les spots d'éclairage pour les sanitaires, pour les corridors un éclairage semblable aux zones environnantes.



Spots d'éclairage.

Les lampes LED, ayant comme avantages une durée de vie très importante (jusqu'à 100 000h), une faible consommation ainsi qu'une durée d'allumage rapide.

L'éclairage électrique est assuré par des détecteurs de mouvements et des lampes indique selon l'éclairement naturel pour minimiser la consommation des lampes.



Gestion d'éclairage.

### Eclairage de sécurité :

Des installations d'éclairage de secours se trouvent pratiquement partout, elles sont généralement discrètes et effacées et pourtant omniprésentes, on les trouve dans les parkings en sous-sol, sur les lieux de travail.

L'éclairage est prévu dans l'ensemble des espaces publics, des espaces de circulations et des laboratoires, en cas de danger ou de panne il permet

- ✓ La signalisation des incendies.
- ✓ L'éclairage de signalisation des issues de secours.
- ✓ Eclairage de circulation et la reconnaissance des obstacles.

### Chauffage et climatisation :



Exemple d'emplacement d'éclairage de sécurité.

Laghouat est caractérisé par son climat chaud et sec, alors le confort thermique en été est un élément essentiel, on essaye d'assurer par des systèmes passifs et même actifs (ventilation mécanique, ventilation naturelle, ventilation nocturne), sans oublier de prendre en considération le chauffage qui est nécessaire en hiver pour une bonne qualité de confort thermique en hiver, et pour assurer le chauffage en hiver on a choisi le chauffage central ainsi que la climatisation centrale pour le confort d'été.

### **L'électricité :**

Une partie du besoin en électricité est assurée par les panneaux photovoltaïques et une autre par l'énergie électrique produite à partir du gaz sorti du centre d'enfouissement.

### **Surveillance et contrôle :**

On prévoit un local de contrôle informatisé à l'entrée mécanique servant aussi pour loge de gardien, assurant la surveillance et le contrôle de tout le bâtiment, donc la détection de notre projet sera équipée de :

- ✓ Détecteurs thermo vélocimétrique
- ✓ Détecteur de fumée
- ✓ Détecteur de monoxyde de carbone
- ✓ Centrale incendie
- ✓ Alarme incendie



### **Les circulations verticales :**

**Les escaliers :** Les escaliers de notre projet sont en béton armé et ils sont chaînés aux éléments qui les portent.



**Les ascenseurs :** sont dessinés pour les établissements recevant le grand public. (Leurs poids sont de 630Kg, 8 personnes, cabinet 1200X1400mm, vitesse 1m/s), Les montes charge : Nous avons choisi des monte-charges hydrauliques qui pouvant atteindre une charge de 1000 kg et une vitesse moyenne de 0.32m / s.

Exemple d'équipement de détection anti-incendie.