



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



UNIVERSITE AMAR THELIDJI LAGHOUAT
FACULE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

REALISE PAR :

- ❖ BOUZIANE ELMOUKHTAR
- ❖ HARRANE OUSSAMA

DOMAINE architecture, urbanisme & métiers de la Ville

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

**CONCEPTON D'UN LABORATOIRE DE
RECHERCHE EN ARCHITECTURE ET GENIE CIVIL
DURABLE A LA VILLE DE LAGHOUAT**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom

Grade

Qualité

M^r : SALHI ATEF

M.A.A

Présidente

M^{me}: OUBAID HADJER

M.A.B

Examinatrice 1

M^{me} : BELMARKA ZOUBIDA

M.A.B

Examinatrice 2

M^r : BEN HOUHOU NAIM

M.A.A

Rapporteur

Promotion : juin – 2019



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



UNIVERSITE AMAR THELIDJI LAGHOUAT
FACULE D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE
RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

FILIERE : ARCHITECTURE

DOMAINE : architecture, urbanisme et métiers de la Ville

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

THEME : Conception durable d'un laboratoire de recherche en architecture et génie civil à la ville de Laghouat.

Présenté par :

- **Bouziane Elmoukhtar**
- **Harrane Oussama**

Encadré par :

- **M^r. Benhouhou Naim**

Résumé :

La problématique abordée dans ce mémoire vise à répondre à la question suivante : "comment concevoir un laboratoire de recherche architecture et génie civil répondant aux normes de développement durable à la ville de Laghouat ?

Le concept de la durabilité est une nécessité dans la construction économique et confortable. Actuellement la dimension de conception durable prend d'ampleur de fait qu'elle permet d'obtenir un bâtiment confortable et minimiser les impacts néfastes de l'acte de bâtir sur l'environnement.

En Algérie, la conception des bâtiments doit améliorer et s'aligner à cette démarche environnementale qui permet d'intégrer le bâtiment dans son environnement, social et de tirer profit des potentiels et richesses de chaque ville.

A travers notre modeste travail nous avons essayé de concevoir un laboratoire de recherche architecture et génie civil à la ville de Laghouat dans un contexte climatique chaud et aride, pour améliorer la production architecturale dans la région, initier des administrations et maître d'ouvrage à l'importance de la notion de durabilité et préservation de l'environnement.

Aussi pour le but de répondre aux exigences et assuré le bien-être des usagers et de minimiser la consommation de l'énergie non renouvelable.

En fin nous avons essayé de vérifier le niveau de confort, et vérifier l'impact de (panneaux dynamiques, la toiture végétalisée et le double vitrage) sur le confort thermique et visuel à travers la simulation numérique (ECOTECH, RADIANCE), pour apporter des corrections dans le but de procurer un niveau de confort optimale.

Mots clés : conception, architecture durable, laboratoire de recherche, architecture, génie civil, Laghouat, confort thermique et visuel, simulation numérique, ecotect, radiance.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عمار ثليجي الأغواط
كلية الهندسة المعمارية والمدنية
قسم الهندسة المعمارية
ملخص مذكرة ماستر



الشعبة: هندسة المعمارية

التخصص: هندسة معمارية وبيئة

الميدان: العمارة وتخطيط المدن وتداولات المدينة

عنوان المذكرة: تصميم مخبر الأبحاث في الهندسة المعمارية والهندسة المدنية.

تقديم الطالب :

• بوزيان المختار

• حران اسامة

الأستاذ المؤطر :

• بن حوحو نعيم

ملخص المذكرة:

تهدف الاشكالية في هذه الرسالة إلى الإجابة عن السؤال التالي: "كيفية تصميم مختبر أبحاث الهندسة المعمارية والهندسة المدنية الذي يلبي معايير التنمية المستدامة في مدينة الأغواط؟

مفهوم الاستدامة في الهندسة المعمارية هو البناء الاقتصادي والمريح، وصادق للبيئة.

يجب أن يتحسن تصميم المباني ويتمشى مع هذا النظام البيئي في الجزائر والذي يسمح بدمج المبنى في بيئته الاجتماعية والاستفادة من إمكانات وثروة كل مدينة.

من خلال عملنا المتواضع، حاولنا تصميم مركز أبحاث الهندسة المعمارية والهندسة المدنية في مدينة الأغواط في سياق مناخي حار وجاف، من أجل تطوير الإنتاج المعماري في المنطقة وحث أصحاب المشاريع على تبني مبدأ الاستدامة والمحافظة على البيئة.

كما اننا نهدف الى الإجابة على المتطلبات وضمان رفاهية المستخدمين وتقليل استهلاك الطاقات غير المتجددة.

في الأخير حاولنا ان نتأكد من مستوى الراحة وأثر (الواجهة المتحركة، السطح النباتي، الزجاج الثنائي) على الراحة الحرارية والمرئية من خلال المحاكاة الرقمية باستعمال البرامج (RADIANCE، ECOTECH) لأجل تصحيح يهدف الى إعطاء مستوى راحة مثالي.

الكلمات المفتاحية: التصميم، الهندسة المعمارية المستدامة، مختبر البحوث، الهندسة المعمارية، الهندسة المدنية، الأغواط، وسائل الراحة الحرارية والبصرية، المحاكاة العددية، الحماية البيئية.



Democratic and popular republic of algeria
Ministry of higher education and scientific research
Amar Thelidji University – Laghouat
FACULTY: civil engineering and architecture



SECTOR: Architecture & town planning
ABSTRACT OF MASTER MEMORY

SECTOR: Architecture

DOMAIN: architecture, town planning and city trades

SPECIALITY: Architecture & environment

Theme: Design of a sustainable research laboratory in architecture and civil engineering at the city of Laghouat

Presented by :

- **Bouziane Elmoukhtar**
- **Harrane Oussama**

Supervised by :

- **Benhouhou Naim**

Abstract:

The goal of the thesis is an attempt to answer the following question: the way to design a research laboratory of architect and civil engineering which meets the sustainable development standards in Laghouat. The concept of Durability is to build an economical, comfortable, and environment-friendly building . In Algeria, the design of building needs to be improved and it is a must to follow and meet the environmental standards which allows it to be merged socially; not to forget that this will allow us to completely use its and the city's full potential. Our research is an attempt to design a research laboratory of architect and civil engineering in a hot and dry atmosphere. This is for the improvement of the architectural production in the said area with a push towards implementing the durability concept and preserving the environment. We tend to guarantee the user welfare and to minimise the use of irrenuable energy. Finally, we attempt to confirm the level of comfort and the impact of (dynamic pannel, greenroof, double-glass) on the thermal and optical comfort through the numerical simulation software (RADIANCE, ECOTECT) to test the used technologies and data.

Keywords: Sustainable Architecture, Architect, civil engineering, research laboratory, Laghouat town, simulation software, thermal and visual comfort.

REMERCIEMENT

*On tient tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné la force, la capacité et la patience de terminer ce travail qui fait notre fierté. Nous tenons à remercier toute personne ayant contribué de loin ou de près à l'aboutissement de ce travail :*

Nos familles qui nous ont toujours encouragés, soutenu et appris à donner le meilleur de nous-mêmes.

*On tient à remercier particulièrement notre encadreur : **Mr. Benhouhou Med Naim** pour toute l'attention qu'il nous a apportée à la conduite de ce travail, pour son aide, sa disponibilité, sa gentillesse, ses critiques et ses précieux conseils. Nos remerciements s'adressent également à tous ceux qui ont rendu possible ce travail, à tous nos enseignants pour leurs efforts fournis durant toute la période d'étude dans le département d'architecture de l'Université de Laghouat, ainsi que tous les étudiants .*

Nous tenons enfin à remercier respectivement tous ceux qui ont aidé, soutenu, et encouragé pour la réalisation de ce modeste travail.

*Et pour finir nous remercions encore et encore **ALLAH**, qui nous a permis de réaliser ce rêve, d'être des architectes.*

DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail à toute ma famille qui m'a toujours soutenu le long de mon cursus pédagogique, et une spéciale dédicace à ma très chère maman «**FATNA** » je dirai qu'aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour ses enfants, je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A mon père «**MOHAMED** », tu as toujours été une idole pour moi, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi.*

A ma chères et à mes chères frères qui n'ont jamais cessé de m'encourager et à tous les membres de ma famille.

*A mon binôme **BOUZIANE Mokhtar** qui a eu la patience de me supporter durant ce mémoire et qui m'a soutenu et encouragé pendant tous les moments difficiles vécus.*

A mes collègues, camarades et meilleures amies dont l'aide morale n'a jamais été sans effet.

A toute mes amis que je n'ai pas cités

A tout merci

HARRANE OUSSAMA

DEDICACE

Je dédie ce travail à mes très chères parents, à ma mère qui m'a toujours soutenue dans tous les étapes de ma vie, à m'on père qui m'a toujours donné l'espoir et la volonté de réussir.

À mes frères, mon frère Nail gourida.

À mes chères sœurs.

*À mon binôme **Harrane Oussama** qui a eu la patiente de me supporter durant cette mémoire et qui m'a soutenu et encouragé pendant tous les moments difficiles vécus et à leur famille.*

À tous mes amis et collègues en particulier

Bilal Tahah, Hamidi Med lamine, Seif Eddine Bennamia, Hocine Belahrech, Haimda Belaatra, Boudissa Salah, Zorba Med Ibrahim, Aissa Kouili, Ben Gessmia Med. Dermache abdelouahab, Bakria Salah

*A tous les enseignants ; les étudiants et le personnel du
Département d'architecture de l'université Ammar Telidji Laghouat.*

A tout merci

Bouziane El Moukhtar

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION GENERALE	1
Introduction générale	1
1.1. Motivation de choix de thème	4
1.2. Motivation de la ville	5
1.3. Problématique.....	5
1.4. Hypothèse	6
1.1. Objectifs	6
1.2. Méthodologie.....	7
1.3. Outils de recherche	8
1.4. Structure de mémoire	9
2. CHAPITRE 01 : LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DURABILITE	11
Introduction :	11
2.1. RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET CENTRE DE RECHERCHE	11
2.1.1. Recherche scientifique	11
2.1.1.1. Définition la recherche scientifique	11
2.1.1.2. Typologie du domaine de la recherche :	11
2.1.1.3. Classification des établissements de la recherche en Algérie :	12
2.1.2. Laboratoire de recherche en architecture et en génie civil :	14
2.1.2.1. Définition de l'architecture :	14
2.1.2.2. Laboratoire de recherche en architecture :	14
2.1.2.3. Définition du génie civil :	15
2.1.2.4. Laboratoire de recherche en génie civil :	15
2.2. ARCHITECTURE DURABLE	16
2.2.1. Définition des concepts lies a l'architecture durable :	16
2.2.1.1. Développement durable :	16
2.2.1.2. Les objectifs du développement durable :	16
2.2.1.3. Architecture durable :	17
2.2.1.4. Architecture Ecologique :	17
2.2.1.5. Des labels de l'architecture durable selon les pays :	17
2.2.2. Architecture bioclimatique :	18
2.2.2.1. Définition de la démarche bioclimatique :	18
2.2.3. Conception Bioclimatique :	18
2.2.3.1. Principes de la conception bioclimatique dans le climat aride :	19

a) Implantation :	19
b) Orientation :	19
2.2.4. Confort :	20
2.2.4.1. Confort thermique :	21
2.2.4.2. Confort visuel :	22
2.2.5. Énergie renouvelable :	23
2.2.5.1. Solaire photovoltaïque :	23
2.2.5.2. Solaire thermique :	24
Synthèse de chapitre :	24
3. CHAPITRE 02 : ETUDE ANALYTIQUE	26
Introduction du chapitre	26
Choix des exemples :	26
Critères de choix des exemples :	26
3.1. EXEMPLE 01 : bâtiment de génie civil de Swenson (GCS)	27
3.1.1. Fiche de présentation du projet :	27
3.1.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :	27
3.1.2.1. Plan de Situation :	27
3.1.2.2. Aménagement des espaces extérieur : (lecture plan masse)	28
3.1.2.4. Accessibilité :	29
3.1.2.5. La volumétrie du projet :	29
3.1.2.6. Façades :	30
3.1.2.7. Entrée :	30
3.1.2.8. Organisation des espaces :	31
3.1.3. Aspects liées à la durabilité :	33
3.1.3.1. Éco-construction :	33
3.1.3.2. Eco-gestion :	35
3.2. EXEMPLE 2: Engineering Center at University of Texas at Austin	36
3.2.1. Fiche de présentation du projet :	36
3.2.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :	36
3.2.2.1. Plan de Situation :	36
3.2.2.2. Lecture plan masse :	37
3.2.2.3. Occupation de la parcelle :	37
3.2.2.4. Accessibilité :	38
3.2.2.5. La volumétrie :	38
3.2.2.6. Façades :	39
3.2.2.7. Entrée :	40

3.2.2.8. Organisation des espaces :.....	40
3.2.3. Aspects liées à la durabilité :	44
3.2.4. Éco-construction :	44
4. CHAPITRE 03 : ETUDE CONTEXUELLE	48
Introduction du chapitre :	48
4.1. Présentation de la ville de Laghouat :	48
4.1.1. Situation géographique :.....	48
4.1.2. Limites de la ville :	48
4.1.3. Accessibilité à la ville :	49
4.1.3.1. Accessibilité aérienne :	49
4.1.3.2. Accessibilité routière :	49
4.2. Climatologie de la ville Laghouat :	49
4.2.1. Zone et climat de la ville de Laghouat :	49
4.2.2. Type de ciel :	49
4.2.3. Ensoleillement :.....	50
4.2.4. Vents :.....	51
4.2.5. Température :	51
4.2.6. Humidité :	51
4.2.7. Diagramme psychométrique :	52
4.3. Analyse de site d'intervention :.....	52
4.3.1. Motivation du choix de site :	52
4.3.2. Situation de site :.....	52
4.3.3. Accessibilité et flux :	53
4.3.4. L'environnement immédiat :.....	53
4.3.5. Morphologie de site :	54
4.3.6. Aspect climatique de site :	54
4.3.6.1. Vents :	54
4.3.6.2. Ensoleillement :.....	54
Synthèse de chapitre :	54
5. CHAPITRE 04 : ETUDE PROGRAMMATIVE.....	56
Introduction du chapitre :	56
5.1. Objectifs de la programmation :.....	56
5.2. Présentation du projet :	56
5.2.1. Les principes généraux d'organisation fonctionnelle :.....	57
5.2.2. Les axes de recherche :	57
5.2.2.1. En architecture :	57

5.2.2.2. En génie civil :.....	59
5.3. Programme qualitatif :.....	60
5.3.1. Accueil :.....	60
5.3.2. Administration :.....	60
5.3.3. Réfectoire :	61
5.3.4. Médiathèque :	61
5.3.5. Atelier de construction :	61
5.3.6. Salle d'exposition :.....	62
5.3.7. Bureau de surveillance :	62
5.3.8. Entité d'architecture :	63
5.3.8.1. Laboratoires d'architecture et environnement :.....	63
5.3.8.2. Laboratoire d'urbanisme et développement durabilité :.....	63
5.3.8.3. Laboratoire d'architecture et patrimoine :.....	64
5.3.8.4. Laboratoire d'Espace virtuel de conception architectural et urbaine :	64
5.3.9. Entité de génie civil :.....	65
5.3.9.1. Laboratoire d'environnement :.....	65
5.3.9.2. Laboratoire de géotechnique et de géo-environnement :.....	65
5.3.9.3. Laboratoire d'hydraulique :	66
5.3.9.4. Laboratoire des matériaux et durabilité de construction :.....	66
5.3.9.5. Laboratoire de structure :.....	67
5.3.9.6. Laboratoire de mécanique des sols :.....	67
5.3.10. Atelier de laboratoire :	68
5.3.11. Magasin de laboratoire :	68
5.3.12. Salle de conférence :	68
5.3.13. Salle de commission :.....	69
5.3.14. Salle des réunions :	69
5.4. Programme quantitatif :	69
Synthèse de chapitre :	71
6. CHAPITRE 05 : ETUDE CONCEPTUELLE	73
Introduction du chapitre :	73
6.1. Démarche conceptuelle :	73
6.2. Concepts :	73
6.2.1. Concepts liés au contexte climatique :	73
6.2.2. Concepts liés à la programmation du projet :	74
6.2.3. Concepts liés à l'architecture :	74
6.2.4. Concepts liés à la durabilité :	76

6.3. Genèse de projet :	77
6.4. Matérialisation des idées :	78
6.5. Conception de l'espace extérieur :	80
6.5.1. Implantation :	80
6.5.2. Plan de masse :	80
6.6. Organisation spatiale du projet :	81
6.6.1. LE REZ DE CHAUSSEE :	82
6.6.2. LE PREMIERE ETAGE :	82
6.6.3. LE DEUXIEME ETAGE :	82
6.6.4. LE TROISIEME ETAGE :	82
6.7. Circulation :	83
6.7.1. Circulation horizontale :	83
6.7.2. Circulation verticale :	84
6.8. Lecture des plans :	84
6.8.1. REZ-DE-CHAUSSEE :	84
6.8.2. 1ER ETAGE :	85
6.8.3. 2EME ETAGE :	86
6.8.4. 3EME ETAGE :	87
6.9. Lecture des façades :	87
6.9.1. Façade principale :	87
6.9.2. Façade Nord-Ouest :	88
6.9.3. Façade Sud-Ouest :	89
6.9.4. Façade Nord-Est :	89
Synthèse de chapitre :	90
7. CHAPITRE 05 : ETUDE TECHNIQUE	92
INTRODUCTION :	92
7.1. Système constructif :	92
7.1.1. Structure :	92
7.1.2. Structure mixte :	92
7.1.3. Structure métallique :	92
7.1.4. Infrastructure :	93
7.1.4.1. Fondation :	93
7.1.5. Superstructure :	93
7.1.5.1. Les éléments verticaux :	93
7.1.5.2. Pilotis rond incliné :	94
7.1.6. Les éléments horizontaux :	94

7.1.6.1.	Poutre mixte :	94
7.1.6.2.	Poutre cellulaire (alvéolaire) :	94
7.1.6.3.	Plancher corps creux :	94
7.1.6.4.	Planchers mixtes (collaborant) :	95
7.1.6.5.	Joints :	95
7.1.6.6.	Escaliers :	95
7.1.6.7.	Ascenseurs :	95
7.2.	Matériaux de construction (sols, murs et Plafond) :	96
7.2.1.	Revêtement de sol :	96
7.2.1.1.	Dalle en PVC :	96
7.2.1.2.	Le linoléum :	96
7.2.2.	Revêtement de mur :	96
7.2.2.1.	Le vitrage intelligent :	96
7.2.2.2.	Mur double cloison :	96
7.2.2.3.	Les isolants :	97
A.	Isolant thermique :	97
B.	Isolant phonique :	97
7.2.3.	Revêtement de plafond :	97
7.2.3.1.	Plaque de plâtre :	97
7.3.	Techniques de durabilité :	98
7.3.1.	Tour à vent :	98
7.3.1.1.	Principe :	98
7.3.2.	Façade dynamique :	98
7.3.2.1.	Isolation Dynamique :	98
7.3.2.2.	Principe :	98
7.3.3.	La toiture végétalisé :	98
7.3.3.1.	Principe :	99
7.4.	La gestion des énergies :	99
7.4.1.	Cellule solaires photovoltaïques :	99
7.5.	Techniques actives :	99
7.5.1.	Système de la climatisation et du Chauffage :	99
7.5.2.	La CTA double flux :	99
7.5.2.1.	Principe :	99
8.	CHAPITRE 07 : ETUDE DURABILITE ET SIMULATION	102
8.1.	EVALUATION DE CONFORT THERMIQUE AU NIVEAU DE LABORATOIRE	102

Introduction du chapitre :	102
8.1.1. Problématique :	102
8.1.2. Objectifs :	102
8.1.3. Hypothèse :	102
8.1.4. Méthodologie de recherche :	103
8.1.5. Outil de la recherche :	103
8.1.5.1. Etat d'art :	103
➤ Les échanges thermiques du corps humain :	104
8.1.6. Etude expérimentale de confort thermique d'un laboratoire d'architecture :	105
8.1.6.1. Présentation de cas d'étude :	105
8.1.6.2. Les paramétrés de la simulation :	105
8.1.6.3. Période de simulation :	105
8.1.7. Cas initial :	106
8.1.7.1. Modelé simplifié :	106
8.1.7.2. Résultat de simulation :	106
8.1.8. Cas améliorée :	109
8.1.8.1. Amélioration des matériaux :	109
8.1.8.2. Technique architectural (toiture végétalise) :	Erreur ! Signet non défini.
8.1.8.3. Modelé simplifié :	110
8.1.8.4. Résultat de simulation :	111
8.1.9. Comparaison entre les cas d'étude :	113
Synthèse :	114
8.2. EVALUATION DE CONFORT VISUEL AU NIVEAU DE LABORATOIRE	115
Introduction	115
8.2.1. Définition des concepts :	115
8.2.2. Les types de l'éclairage naturel :	116
8.2.3. Présentation du cas d'étude :	118
8.2.3.1. Norme et Recommandations de conception d'éclairage naturel (laboratoire) :	118
8.2.3.2. Normes d'éclairement :	119
8.2.4. Présentation de logiciels de simulation :	119
8.2.4.1. AUTODESK ECOTECH ANALYSIS 2010 :	119
8.2.4.2. DESKTOP RADIANCE :	119
8.2.5. Les phases de simulation :	120
8.2.6. La simulation :	121

8.2.7. Cas initial :	122
8.2.7.1. Evaluation numérique des conditions d'éclairage naturel :	122
8.2.7.2. Calcul numérique des conditions d'éclairage naturel (cas amélioré) :....	126
Synthèse :	131
Conclusion générale	133
ANNEXE 01 : PLAN DE MASSE ET PLANS	138
ANNEXE 02 : LES VUES EN 3D	143

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma explicatif : Relation entre recherche/Technologie/Architecture	4
Figure 2: les limites régionales de la ville de Laghouat.	5
Figure 3: les limites administratives de Laghouat.	5
Figure 4 : carte nationale.....	5
Figure 5 : Schéma explicatif de processus de recherche	8
Figure 6: unité de recherche	12
Figure 7 : Agence Thématique de Recherche en Science de la Santé (ATRSS)	12
Figure 8 : Centre de recherche en milieu hospitalier (canada)	13
Figure 9 : laboratoires national d'énergie renouvelable (Espagne).....	13
Figure 10 : La maison sur la cascade de Frank Lloyd Wright	14
Figure 11 : La villa Savoye de Le Corbusier	14
Figure 12: laboratoire d'architecture (EPAU), Alger.....	14
Figure 13: laboratoire de génie civil à l'université d'Annaba	15
Figure 14: les Laboratoires - Université des Frères Mentouri Constantine 1	15
Figure 15 : Schéma des trois piliers du	16
Figure 16 : Les volets de l'architecture durable	17
Figure 17 : L'implantation tient compte, des vents locaux, de l'ensoleillement	19
Figure 18 : L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au Soleil.....	19
Figure 19 : Les paramètres de confort thermique.....	20
Figure 20 : les concepts du confort d'hiver et du confort d'été	22
Figure 21 : les composantes de la lumière naturelle à l'intérieur d'un local	22
Figure 22 : Typologies de système solaire photovoltaïque.....	23
Figure 23 : Typologies de système solaire thermique	24
Figure 24: centre de recherche de Texas USA.	26
Figure 25: Bâtiment de génie civil de Swenson (GCS).	26
Figure 26 : Bâtiment de génie civil de Swenson (GCS)	27
Figure 27: Vue aérienne sur bâtiment de génie civil de Swenson.	27
Figure 28: Carte de situation de l'université de Swenden.	27
Figure 29: Carte de situation de Duluth Minnesota USA.	27
Figure 30: plan de masse de bâtiment de génie civil de Swenson.	28
Figure 31: Plan de masse d'université de Swenden.	28
Figure 32: vue aérienne sur le bâtiment.	28
Figure 33: occupation de la parcelle de bâtiment GCS	28
Figure 34: Vue aérienne sur les accès de projet.	29
Figure 35: Route principale (St Marie St & Midway Dr).....	29
Figure 36: plan d'accessibilité de l'université du Minnesota	29
Figure 37: Route principale (Woodland).	29
Figure 38: Vues aériennes sur le bâtiment GCS.....	29
Figure 39: façade principale de bâtiment GCS.	30
Figure 40: façade nord-ouest de bâtiment GCS.	30
Figure 41: façade nord-est de bâtiment GCS.	30
Figure 42: l'entrée principale de bâtiment GCS	30
Figure 43: vue sur deux entrées de bâtiment GCS	30
Figure 44: vue sur l'entrée d'ouest de bâtiment GCS.....	30
Figure 45: vue aérienne sur la façade principale de bâtiment de génie civil	30
Figure 46 : plan de RDC de bâtiment GCS.....	31

Figure 47 : vue intérieur de bâtiment GCS (escalier)	31
Figure 48: vue intérieur de bâtiment GCS (espace de repos)	31
Figure 49: vue intérieur de bâtiment GCS (bureaux)	31
Figure 50. Organigramme spatial de RDC de bâtiment GCS	32
Figure 51: plan de RDC de bâtiment GCS.....	32
Figure 52: vue intérieur sur niveau supérieur de laboratoire de bâtiment GCS.....	33
Figure 53: vue intérieur sur l'étage de bâtiment GCS (escalier)	33
Figure 54: vue intérieur sur l'étage de bâtiment GCS (classe).	33
Figure 55: organigramme spatial de l'étage de bâtiment GCS.....	33
Figure 56: vue aérienne sur le bâtiment GCS.	33
Figure 57: vue extérieur de bâtiment GCS.....	34
Figure 58: vue sur l'intérieur de bâtiment GCS.....	34
Figure 59: vue sur l'extérieur de bâtiment GCS	34
Figure 60: coupe transversale sur l'entrée principale de bâtiment GCS	34
Figure 61: coupe longitudinale de bâtiment GCS	34
Figure 62: vue à l'intérieur de bâtiment GCS	35
Figure 63: schéma explicatif de système de récupération des eaux pluviales	35
Figure 64: vue à l'extérieur de bâtiment GCS	35
Figure 65 : centre de recherche de Texas USA	36
Figure 66: Carte de situation de Texas USA.....	36
Figure 67: plan de situation de projet Austin.	36
Figure 68: situation de projet dans la ville.	36
Figure 69: plan de masse de centre de recherche Austin TX.....	37
Figure 70: vue aérienne sur le projet	37
Figure 71 : plan de masse de l'université TX	37
Figure 72: occupation de la parcelle par rapport au terrain.	37
Figure 73: vue sur la rue E Dean Keeton.	38
Figure 74: plan d'accessibilité de centre de recherche Austin TX.....	38
Figure 75: Vue sur la rue san jacinto	38
Figure 76: vue sur la rue E 24th ST.	38
Figure 77: Vue aérienne sur le projet.....	38
Figure 78: façade principale de projet.	39
Figure 79: façade postérieure de projet.....	39
Figure 80: les deux entrées de projet TX	40
Figure 81: plan de RDC du projet TX	40
Figure 82; vues intérieur de projet (escalier)	40
Figure 83: la distribution au niveau de RDC de projet TX.....	41
Figure 84: plan de 1er étage	41
Figure 85: vues à l'intérieur de projet.....	41
Figure 86: organigramme spatial de l'étage de projet TX.....	42
Figure 87 : plan de 3ème étage.....	42
Figure 88: vues antérieur de projet	43
Figure 89: organigramme spatial de l'étage de projet.....	43
Figure 90: plan de 4ème étage.....	43
Figure 91 : vues antérieur de projet	44
Figure 92: organigramme spatial de l'étage de projet TX.....	44
Figure 93 : vue aérienne sur le projet EERC.....	44

Figure 94 : vue de projet présenté les deux tours reliées par le volume centrale en verre.....	45
Figure 95 : les matériaux utilisés dans la construction de projet.	45
Figure 96 : vue antérieur qui présente la structure tridimensionnelle.	45
Figure 97: coupe longitudinale de projet EERC.	45
Figure 98: carte de situation géographique de la wilaya de Laghouat	48
Figure 99: carte géographique de la ville de Laghouat.....	48
Figure 100: situation géographique d'aéroport.....	49
Figure 101: carte d'accessibilité routière de la ville de Laghouat	49
Figure 102: carte zone climatique algerie	49
Figure 103: Fréquence des cieux ensoleillés, intermédiaires et nuageux	50
Figure 104: Fréquence mensuelle en (%) d'ensoleillement pour l'année	50
Figure 105: Diagramme solaire 1er semestre et 2éme Semestre	50
Figure 106: Rose des vents de la ville de Laghouat	51
Figure 107: Température mensuelle minimale et maximale de Laghouat	51
Figure 108: statistiques de température sur la ville de Laghouat.....	51
Figure 109: Diagramme de l'humidité de la ville de Laghouat	51
Figure 110: Diagramme psychrométrique du Givoni de la zone de Laghouat.	52
Figure 111: carte de situation de la ville de Laghouat et de site d'intervention.....	52
Figure 112: carte géographique de notre projet qu'est représenté l'accessible et le flux de site	53
Figure 113: environnement immédiate	53
Figure 114: morphologie de site.....	54
Figure 115: la direction des vents.....	54
Figure 116: schéma explicative d'établissement d'un programme spécifique	56
Figure 117: schéma de programme de base	57
Figure 118: accueil.....	60
Figure 119: administration	60
Figure 120: cafétéria d'un laboratoire de recherche	61
Figure 121: médiathèque	61
Figure 122: atelier de construction	61
Figure 123: salle d'exposition à paris.....	62
Figure 124: bureau de surveillance.....	62
Figure 125: exemple d'un laboratoire d'architecture et environnement	63
Figure 126: exemple d'un laboratoire d'urbanisme et territoire	63
Figure 127: exemple d'un laboratoire d'archéologique.....	64
Figure 128: exemple d'un laboratoire d'informatique et espace virtuel.....	64
Figure 129: exemple d'un laboratoire de génie civil	65
Figure 130: exemple d'un laboratoire de géotechnique	65
Figure 131: exemple d'un laboratoire d'hydraulique	66
Figure 132: exemple d'un laboratoire des matériaux de construction	66
Figure 133: exemple d'un laboratoire de structure	67
Figure 134: exemple d'un laboratoire de mécanique des sols.....	67
Figure 135: exemple d'un atelier pour les chercheurs	68
Figure 136: exemple d'un espace de stockage.....	68
Figure 137: exemple d'une salle de conférence	68
Figure 138: salle de commission	69
Figure 139: exemple d'une salle des réunions.....	69

Figure 140: schema explicatif de relation entre les fonctions principales (blocs)	74
Figure 141: la géométrie de rectangle d'or et racine carré	74
Figure 142: Hospital Venecia (Le Corbusier) et conception de Modulor	75
Figure 143: Congresso Nationale, Brésil	75
Figure 144: Zaha Hadid, Strasbourg Terminus	75
Figure 147: Centre Pompidou (Renzo Piano)	76
Figure 147: Academy Museum of Motion Pictures (Renzo Piano)	76
Figure 147: Carré d'art (Norman Foster)	76
Figure 148: schéma de matérialisation du projet.....	78
Figure 149: la géométrie du plan.....	78
Figure 150: vue sur le terrain de notre projet	80
Figure 151: carte de situation de notre projet.....	80
Figure 152: plan de masse	81
Figure 155: l'accès (Sud-Ouest).....	81
Figure 155: l'accès (Sud).....	81
Figure 155: l'accès mécanique (Nord)	81
Figure 156: l'accès principal (Sud-Est).....	81
Figure 157: organisation spatiale du rez de chaussée.....	82
Figure 158: organisation spatiale du premier étage.....	82
Figure 159: organisation spatiale du 2ème étage	82
Figure 160: organisation spatiale du 3ème étage	82
Figure 161: circulation horizontale de notre projet	83
Figure 162: circulation verticale de notre projet	84
Figure 163: plan de rez-de-chaussée.....	85
Figure 164: plan de 1er étage	86
Figure 165: plan de 2eme étage.....	87
Figure 166: plan de 3eme étage.....	87
Figure 167: façade principale	88
Figure 168: façade nord-ouest.....	89
Figure 169: façade sud-ouest.....	89
Figure 170: façade nord-est.....	90
Figure 171: la structure de notre projet.....	92
Figure 172: structure mixte (acier-béton)	92
Figure 173: vue sur la structure du bloc d'architecture et d'administration	92
Figure 174: poteau métallique.	92
Figure 175 : vue sur le bloc de génie civil.	93
Figure 176 : semelle isolée.....	93
Figure 177: poteau mixte (acier/ béton).....	93
Figure 178: poteau métallique.	94
Figure 179: pilotis rond incliné	94
Figure 180: poutre mixte.	94
Figure 181: poutre cellulaire (alvéolaire).....	94
Figure 182: plancher corps creux.	94
Figure 183: plancher mixte (collaborant).....	95
Figure 184: la forme de joint de dilatation.....	95
Figure 185 : escalier métallique.....	95
Figure 186: Ascenseur.	95
Figure 187 : le linoléum forme de bois.....	96

Figure 188: Dalle en pvc.	96
Figure 189: double vitrage inélégant.	96
Figure 190: vues sur les murs en vitrage (int et ext) de projet.	96
Figure 191: mur de double cloison.	96
Figure 192: panneau de paille compressée.....	97
Figure 193: isolant phonique type Panel A 50.	97
Figure 194 : plaque de plâtre fixé sur plafond.	97
Figure 195: tour à vent moderne.....	98
Figure 196: principe de fonction de tour à vent.	98
Figure 197 : façade dynamique de projet.....	98
Figure 198 : façade dynamique fonctionnement.	98
Figure 199: les composants de toiture et mur végétalisé.	98
Figure 200 : principe de fonctionnement de toiture végétalisé	99
Figure 201 : Une cellule photovoltaïque.....	99
Figure 202: schéma de CTA double flux.	99
Figure 203: Les échanges thermiques du corps humain.....	104
Figure 205: plan de 1er étage et monter l'espace qu'est étudié en simulation	105
Figure 205: vue sur le laboratoire qu'est étudié en simulation	105
Figure 206: vues sur le modelé de simulation dans le cas initial (période estival).....	106
Figure 207: vues sur le modèle de simulation dans le cas initial (période hivernal)	106
Figure 208: résultat de simulation de la température de l'intérieur et l'extérieur de modelé.....	106
Figure 209: graph du cas initial (période estival).....	107
Figure 210: résultat de simulation (période hivernal) de la température de l'intérieur et l'extérieur de modelé.....	107
Figure 211: graph du cas initial (période hivernal)	108
Figure 212: les propriétés thermiques des composants thermiques d'une toiture végétalisée (programme Ecotect)	110
Figure 213: vue sur le modèle de simulation dans le période estival (21 juin)	110
Figure 214: vue sur le modèle de simulation dans le période hivernal (21 décembre)...	110
Figure 215: résultat de simulation du cas améliorée (période estival)	111
Figure 216: graph de simulation du cas améliore (période estival)	111
Figure 217 : résultat de simulation du cas améliorée (période hivernal).....	112
Figure 218: graph de simulation du cas amélioré (période hivernal).....	112
Figure 219: graph de comparaison entre les cas d'étude (période hivernal).....	113
Figure 220: graph de comparaison entre les cas d'étude (période estival)	113
Figure 221: Les types d'éclairage latéral.	116
Figure 222: type d'éclairage bilatéral.....	117
Figure 223 : type d'éclairage zénithal.	117
Figure 224: Présentation géométrique de l'espace étudié.	118
Figure 225: Normes d'éclairément.	119
Figure 226: Autodesk Ecotect 2010	119
Figure 227: Radiance.	119
Figure 228: les zones, location et style visuel.	120
Figure 229: l'insertion des fenêtres et portes.	120
Figure 230: les dates et les heures de simulation (21/12, 21/06), (9h, 15h)	120
Figure 231: calcul du FLJ (ecotect).	121
Figure 232: calcul de l'éclairément (radiance).....	121

Figure 233: calcul de l'éclairement (radiance).....	121
Figure 234: Présentation du laboratoire évalué.....	121
Figure 235: Position du soleil le 21 JUIN à 15h	122
Figure 236 : Position du soleil le 21 JUIN à 9h.	122
Figure 237: Position du soleil le 21	122
Figure 238 :Position du soleil le 21	122
Figure 239: Taux d'éclairement calculé le 21 décembre à 09h.	123
Figure 240: FLJ calculé le 21 décembre à 09h.....	123
Figure 241: Taux d'éclairement calculé le 21 décembre à 11h.	123
Figure 242: FLJ calculé le 21 décembre à 11h.....	123
Figure 243 : Taux d'éclairement calculé le 21 décembre à 15h.	124
Figure 244: FLJ calculé le 21 décembre à 15h.....	124
Figure 245 : FLJ calculé le 21 juin à 09h.....	125
Figure 246: Taux d'éclairement calculé le 21 juin à 09h.	125
Figure 247: Taux d'éclairement calculé le 21 juin à 11h	125
Figure 248: FLJ calculé le 21 juin à 11h.....	125
Figure 249: Taux d'éclairement calculé le 21 juin à 15h	126
Figure 250 : FLJ calculé le 21 juin à 15h.....	126
Figure 251: vues sur la façade sud-ouest de laboratoire.....	127
Figure 252: disposition des panneaux.....	127
Figure 253: Taux d'éclairement calculé le 21 décembre à 09h.	128
Figure 254: FLJ calculé le 21 décembre à 09h.....	128
Figure 255: FLJ calculé le 21 décembre à 11h.....	129
Figure 256: Taux d'éclairement calculé le 21 décembre à 11h.	129
Figure 257: FLJ calculé le 21 décembre à 15h.....	129
Figure 258: Taux d'éclairement calculé le 21 décembre à 15h.	129
Figure 259: FLJ calculé le 21 juin à 09h.....	130
Figure 260: Taux d'éclairement calculé le 21 juin à 09h.	130
²Figure 261: Taux d'éclairement calculé le 21 juin à 11h.	130
Figure 262: FLJ calculé le 21 juin à 11h.....	130
Figure 263: FLJ calculé le 21 juin à 15h.....	131
Figure 264: Taux d'éclairement calculé le 21 juin à 15h.	131

The page features a minimalist design with several parallel diagonal lines crossing the page from the bottom-left to the top-right. A white rectangular box with a thin black border is centered horizontally, containing the text 'INTRODUCTION GENERALE' in a bold, black, sans-serif font.

INTRODUCTION GENERALE

1. INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

« La relation de l'architecture avec l'environnement est à l'ordre du jour ; elle concerne l'impact écologique et visuel, mais aussi les échanges entre le climat et les ambiances intérieures, cet aspect a été particulièrement négligé ces dernières années, mais il est devenu en raison de crise de l'énergie, un des principaux thèmes de recherche en matière d'architecture. »¹

Aujourd'hui, et après ces nombreuses années, la préoccupation principale des architectes c'est la préservation de l'environnement, la recherche de solutions pour réduire l'effet de l'architecture sur l'environnement est la responsabilité de la communauté architecturale.

L'environnement est confronté actuellement à de sérieux problèmes de pollution. Ces pollutions sont engendrées par le rejet d'eaux industrielles non traitées, les émissions de gaz nocifs, la production de déchets dangereux, la déforestation, la désertification, et la dégradation de l'écosystème, la consommation d'énergie sous toutes les formes, notamment les énergies fossiles, a atteint son extrémité. Cette augmentation de la consommation de l'énergie est due principalement à la croissance démographique et la forte consommation qui l'accompagne (transport, l'électrification ...).

Le secteur du bâtiment et de la construction est l'un des secteurs qui affecte le plus sur l'environnement (le bâtiment représente environ 40 % des émissions de CO₂ des pays développés, 37 % de la consommation d'énergie et 40 % des déchets produits.) et qui pose de sérieux problèmes environnementaux consécutive de notre mode de vie d'une part et d'autre part sur le visage de notre équipement qui a un effet directe sur le confort des usagers².

Le développement durable est une façon d'organiser la société de manière à lui permettre d'exister sur le long terme. Cela implique de prendre en compte à la fois les impératifs présents mais aussi ceux du futur, comme la préservation de l'environnement et des ressources naturelles ou l'équité sociale et économique. Qui prend en compte trois dimensions : économique, environnementale et sociale.

Causant progressivement à l'émergence d'une architecture dite L'architecture durable redécouverte des principes de construction qui permettaient aux architectes de concevoir avec le climat. Elle recherche « un habitat qui établit un équilibre harmonieux

¹ (B.GIVONI ,1978) l'homme, climat et architecture

² (Philippe DESHAYES) l'environnement et opportunités d'innovation

entre l'homme et son milieu, en préservant les ressources et l'environnement et en favorisant le confort et la santé des habitants »³.

La recherche scientifique en l'architecture durable occupe une position dominante et distinctive dans les pays développés, faisant de la recherche scientifique un outil essentiel pour le développement et le progrès dans divers domaines de l'éducation, sociaux et économiques, par contre en Algérie, nous avons de nombreux problèmes l'empêchent de progresser dans ce domaine (architecture durable) en raison de (manque d'intérêt pour chercheurs, stratégie insuffisante, budget limité pour la recherche scientifique, la non adaptation des modèles architecturaux par rapport aux contextes climatiques, variées de pays), nous souffrons aussi d'un grand manque des centres de recherche dans le domaine de l'architecture en général et de l'architecture durable particulièrement.

La recherche scientifique est très en retard en Algérie dans presque tous des domaines (socio-économique, économique, etc.), en particulier le domaine de l'architecture, qui n'a pas beaucoup évolué depuis l'indépendance en 1962.

L'Algérie souffre de grands problèmes dans ce domaine, on cité par exemple :

L'absence des centres de recherches, la variété des contextes climatiques, l'urgence et la rapidité d'exécution des études de logements et des équipements dans tout le pays, ce qui affecte la qualité de la production architecturale, Nous avons aussi d'autres problèmes tels que la faille qui existe entre l'université et le monde professionnel, le programme immense de logements et équipements réalisés ces 10 dernières années.

Le produit architecturale n'a pas connus des progrès en terme de matériaux, structure et techniques de constructions, l'absence de la conscience de la durabilité et de préservation de l'environnement qui ne figure dans aucune étape de conception, donc nous étions obligés de récompenser a la production architecturale en intégrant le volet de durabilité à travers le développement des centres de recherche locaux et régionaux afin qu'ils puissent développer des modèles architecturaux contemporains et qui s'intègre parfaitement aux contextes climatique, social et économique de la région.

Il est donc nécessaire de créer un laboratoire d'architecture et de génie civil afin d'améliorer le niveau de conception et de mise en œuvre dans les domaines de l'architecture et du génie civil. et fournir des consultations techniques dans la conception, la construction et la gestion de projets d'ingénierie dans tous les domaines du génie civil, soutenir la recherche appliquée dans les domaines du génie civil liés aux besoins de la société et organiser des programmes de formation pour la formation continue des ingénieurs en exercice.

³ L'ouvrage : architecture durable (en Tarn et Garonne)

Nous avons choisi l'université de Laghouat pour mettre en place ce laboratoire pour résoudre les problèmes mentionnés ci-dessus, nous avons également choisi la ville de Laghouat comme siège de l'établissement de ce centre, parce qu'elle est considérée comme une wilaya stratégique dans sa situation géographique (la porte du désert), elle a également un institut d'architecture et de génie civil, et aussi d'autres avantages qui permettent tous les types d'expériences... c'est l'une des exigences de ce dernier. Un laboratoire de recherche en architecture et génie civil.

1.1. Motivation de choix de thème

Nous sommes toujours en Algérie dans les problèmes majeurs de l'architecture, la perte d'identité architecturale, nous ne pouvons même pas organiser une ville de manière respectable et continuons à souffrir de la fragilité des réalisations, et ne pas suivre le rythme des techniques, des méthodes et des matériaux innovants.

Nous voulons en quelque sorte développée les activités scientifiques et ses composantes dans un espace architectural.

Notre choix d'équipement a été basé sur un nombre de critère qu'on a jugé très important à savoir :

- ❖ Développer la recherche scientifique en architecture et génie civil.
- ❖ l'absence des centres de recherches, la variété de contexte climatique.
- ❖ Développer les techniques de la construction dans le climat chaud et aride.
- ❖ Améliorer des nouveaux modèles architecturaux (standardisation des constructions).
- ❖ Adaptation de l'architecture et génie civil en Algérie par rapport au contexte climatique.
- ❖ Le retard de la conscience dans le domaine de bâtiment par rapport les pays développée.
- ❖ Aucune relation entre la recherche scientifique en architecture et génie civil et l'industrie.

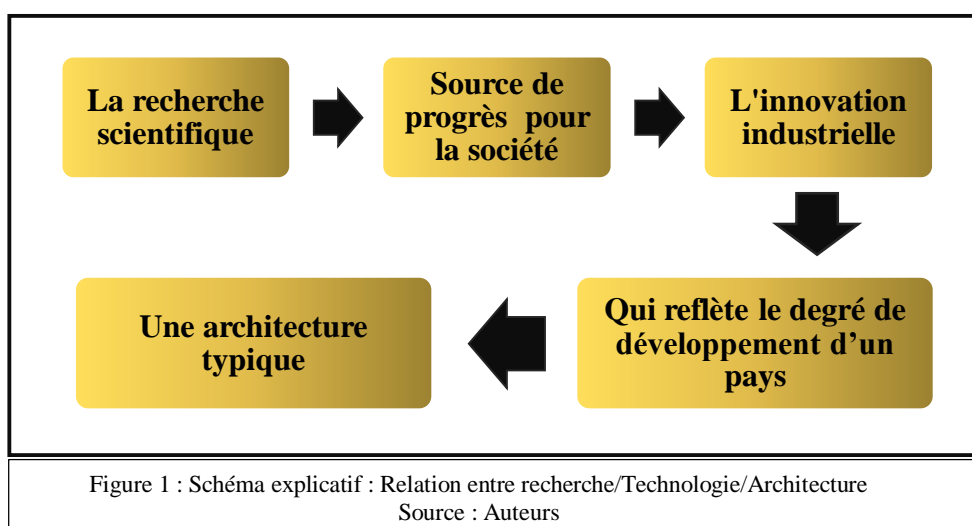


Schéma explicatif présente la relation entre la recherche scientifique et la technologie en architecture.

1.2. Motivation de la ville

Pourquoi Laghouat ?

Suivant ces critères, on a opté de travailler sur la ville d'Laghouat :



Figure 4 : carte nationale.
Source : mémoire gare routière a
Laghouat

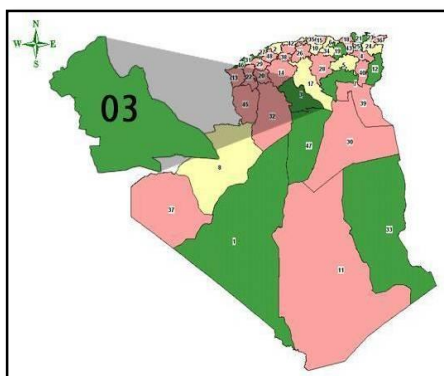


Figure 3: les limites administratives de
Laghouat.
Source : Wikipédia

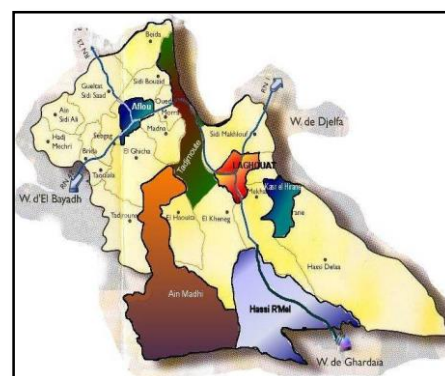


Figure 2: les limites régionales de la ville
de Laghouat.
Source : Google

- ❖ La concentration des plus importants poles universitaires d'Algérie à Laghouat.
- ❖ L'université de Laghouat est pluridisciplinaire, elle assure la formation et la recherche dans nombreux domaines : architecture et génie civil.
- ❖ Existence d'un potentiel humain de haut niveau, capable d'emmener à bien des activités de recherche, de développement, de vulgarisation d'innovation technologique.
- ❖ Manque de tel type d'équipement dans la ville de Laghouat.

1.3. Problématique

La recherche scientifique est l'un des secteurs les plus importants dans tous les pays, l'évolution du pays dépend des résultats obtenus de ce secteur, mais ce qu'on remarque c'est l'absence d'une politique évidente pour ce secteur dans notre Algérie.

- ❖ Comment concevoir un centre de recherche en architecture et génie civil durable à la ville de Laghouat ?
- ❖ Comment améliorer les techniques de construction et développés des nouveaux modèles architecturaux adaptés à la région de Laghouat ?

1.4. Hypothèse

Un centre de recherche en architecture et génie civil durable à Laghouat doit être conçu en tenant compte son Intégration dans une région caractérisée par un climat chaud semi-aride en prenant en considération l'architecture durable ainsi la maîtrise à la fois les impacts sur l'environnement extérieur, et d'assurer une ambiance intérieure saine et confortable pour les usagers.

- ❖ Le recours à la stratégie et les techniques durables (isolation thermique, orientation de bâtiment, la forme, la gestion de l'eau ; l'air et des déchets, la récupération de chaleur, production d'énergie, la végétation), peuvent nous permettre d'adapter le centre dans le climat chaud et aride.
- ❖ Pour améliorer les techniques de construction dans la région il faut supporter la recherche appliqué dans les nouvelles techniques et modèles.

1.1. Objectifs

Aujourd'hui le monde est basé sur une nouvelle vision de recherche en architecture et génie civil et de l'information dans ces domaines, et la projection de notre projet sera dans le cadre de ces objectifs suivant :

- ❖ Concevoir un laboratoire de recherche en architecture et génie civil à la ville de Laghouat.
- ❖ Améliore la production architecturale
- ❖ Développer les techniques constructives
- ❖ Développer les modèles architecturaux adaptés à la région
- ❖ Proposer des nouveaux modèles architecturaux adaptés au contexte climatique
- ❖ Proposer des nouvelles techniques constructives
- ❖ L'amélioration des produits et des techniques de construction.
- ❖ Le gain temps et l'argent.
- ❖ Préservation de l'environnement
- ❖ Diminution de la consommation énergétique
- ❖ Utilisation des énergies renouvelables
- ❖ Recyclage
- ❖ Initier des administrations et maitre d'ouvrage à l'importance de la notion de durabilité et la préservation de l'environnement.

1.2. Méthodologie

➤ Chapitre thématique : recherche scientifique et durabilité

On peut deviser cette approche en deux sous chapitre :

1. Sous chapitre 1 liée au thème (laboratoire de recherche en architecture et génie civil) : dans ce dernier on va présenter une recherche axée sur la recherche scientifique et les laboratoires de recherche en architecture et génie civil.

2. Sous chapitre 2 liée à l'architecture durable : dans ce dernier on va présenter les différentes notions et principes liées à l'architecture durable.

➤ Chapitre analytique :

Dans ce chapitre on va présenter 2 exemples pour analyser et citer les critères de choix de chaque exemple.

➤ Chapitre contextuel :

On va présenter dans ce chapitre l'étude contextuelle, où en prend en compte, dès la conception, et les caractéristiques climatiques de la ville de Laghouat.

➤ Chapitre programmatique :

Dans ce chapitre on va déterminer le programme nécessaire de centre de recherche en architecture et génie civil, après l'interprétation dès leur besoins qualitatifs et quantitatifs.

➤ Chapitre architecturale :

Dans ce chapitre on va citer les différents principes et les étapes de la conception de notre projet qui prend en compte l'aspect formel, fonctionnel et de durable.

➤ Chapitre technique :

Dans cette partie nous exposons les différents systèmes structuraux utilisés dans notre projet, les différents modes de construction et les matériaux adoptés pour sa formulation, ainsi que les différents systèmes actifs et passifs qui permettent de minimiser les consommations énergétiques et assurer le confort aux utilisateurs.

➤ Chapitre de simulation :

Nous allons essayer dans cette partie de simuler l'impact de quelques solutions architecturale et techniques sur le confort thermique et le confort visuel à travers des logiciels de simulation ECOTECT et RADIANCE, afin de renforcer le niveau de confort et essayer d'apporter des améliorations.

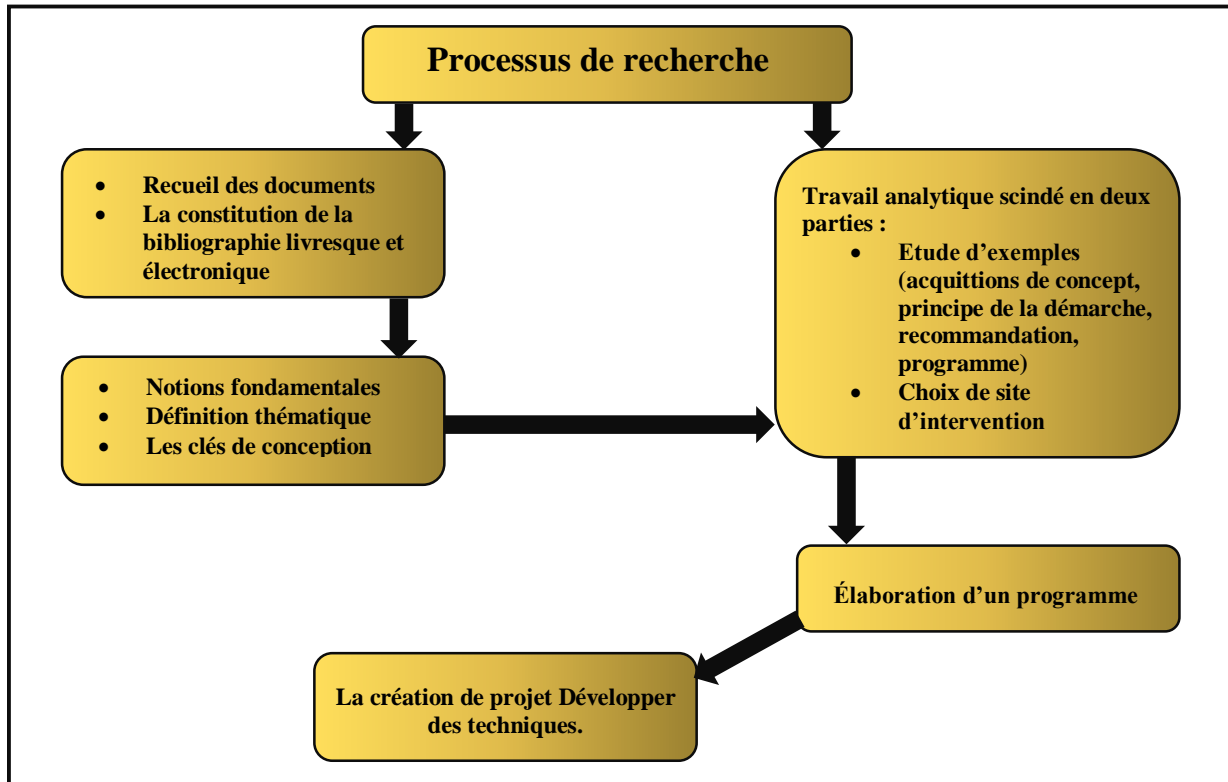


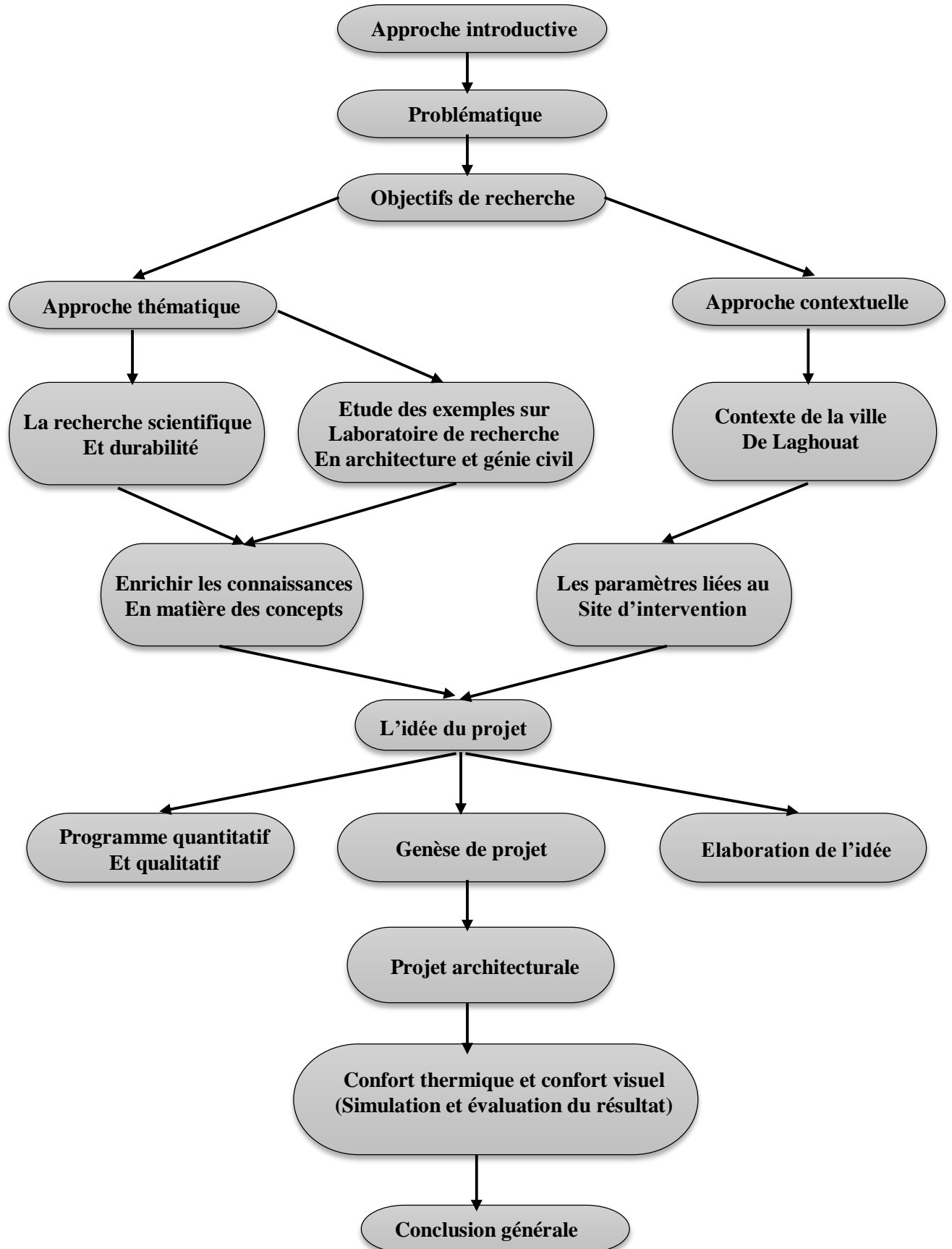
Figure 5 : Schéma explicatif de processus de recherche
 Source : Méthodologie Mémoire de Recherche Jalel Berrebeh FSEG Nabeul

1.3. Outils de recherche

On s'est basé dans la réalisation de notre travail de recherche sur plusieurs sources et différentes données entre autres :

- **Outil documentaire** : collection de tous les documents (livres, revues, mémoires et sites webographies...etc.) qu'ils ont une relation étroite avec le sujet de recherche pour faire sortir toutes les connaissances reliées à notre thème.
- **Outil informatique** : (logiciels d'aide à la conception et logiciels d'évaluation)
 - les logiciels de dessin 2d : Autocad.
 - les logiciels de Modelling : Sketch Up, Rhinocéros,
 - Les logiciels de simulations : Energie plus, Ecotect.

1.4. Structure de mémoire



The page features a minimalist design with several parallel diagonal lines crossing the page from the bottom-left to the top-right. A central white rectangular box with a thin black border contains the chapter title in bold, black, uppercase letters.

**CHAPITRE 01 : RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DURABILITE**

2. CHAPITRE 01 : LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DURABILITE

Introduction :

Le thème est un élément vital pour le langage architectural ; il n'est donc pas possible d'entamer une conception architecturale sans avoir des connaissances et un maximum d'information sur le projet puisque cette approche représente une source d'inspiration créative de l'architecture. Ainsi notre recherche thématique a pour but d'élaborer un socle de données afin de déterminer le principe ; l'évolution et les besoins du thème ainsi que les activités qui s'y déroulent et les types des espaces qui s'y adaptent.

Dans ce chapitre nous développons deux volets l'un relatif à la recherche scientifique et le centre de recherche, l'autre comporte des notions et des concepts liés à la durabilité dans le but de comprendre notre thématique et de porter les choix des concepts qui vont nous servir dans l'élaboration du projet.

2.1.RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET CENTRE DE RECHERCHE

La recherche scientifique correspond à un besoin de l'homme celui de connaître et de comprendre le monde, donc cette phase pour comprendre le rôle de la recherche scientifique et les centres de recherche.

2.1.1. Recherche scientifique

2.1.1.1. Définition la recherche scientifique

Est un processus dynamique et une démarche rationnelle qui permet d'acquies des nouvelles connaissances en basant sur la description l'explication et la compréhension. La recherche scientifique est une procédure indispensable afin d'améliorer l'état des connaissances dans le domaine scientifique⁴.

2.1.1.2. Typologie du domaine de la recherche :

Le manuel de Frascati, pour satisfaire des besoins statistiques définit plusieurs types de recherche :

- **Recherche fondamentale :**

Qui s'applique à tous les domaines des sciences exactes tels que : mathématiques, physiques, chimie,... etc. ainsi que les sciences sociales et humaines.

- **Recherche appliquée :**

⁴ Cours de méthodologie de la recherche (master en architecture)

Qui s'applique à un domaine bien spécifique et qui est dirigée vers un but ou un objectif pratique tel que le centre national d'étude des télécommunications.

- **Recherche de développement :**

Qui consiste en l'application de ces connaissances pour la fabrication de nouveaux matériaux, produits ou dispositifs.

2.1.1.3. Classification des établissements de la recherche en Algérie :

Actuellement, le réseau de la recherche scientifique sous tutelle compte 4 types d'établissements⁵.

A. Unité de recherche :

C'est un laboratoire qui est reconnu par plusieurs organismes scientifiques qui comprend l'ensemble des chercheurs, enseignants, administratif et ingénieurs.



Figure 6: unité de recherche
Source ; <https://odontologie.univ-amu.fr/recherche>

B. Agence de recherche :

L'activité principale de l'ANR consiste à financer des projets de recherche scientifique ou technologique, Ces projets sont portés par une ou plusieurs équipes de recherche et s'étendent sur une durée déterminée, en moyenne 3 ans, Elle a également pour vocation le financement d'opérations de coopération internationale scientifique. Enfin, elle a mis en place des ateliers de réflexion prospective pour aider à la construction de sa programmation scientifique.

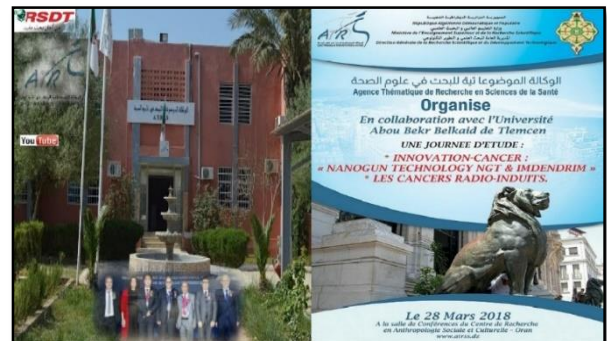


Figure 7 : Agence Thématique de Recherche en Science de la Santé (ATRSS)
Source : <https://atrss.dz/>

⁵ Site web : <https://www.mesrs.dz>

C. Centre de recherche :

C'est un organisme public de recherche fondamentale (établissement public à caractère scientifique et technologique, placé sous la tutelle du ministre chargé de la recherche). Il englobe plusieurs unités de recherche.

- L'Algérie compte 12 établissements de centre de la recherche scientifique :



Figure 8 : Centre de recherche en milieu hospitalier (canada)
Source : <https://cervo.ulaval.ca/fr>

Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energétique	Alger
Centre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique	Alger
Centre de Développement des Technologies Avancées	Alger
Centre de Recherche en Technologie Industriel	Alger
Centre de Recherche Scientifique et Technique sur le Développement de la Langue Arabe	Alger
Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le développement	Alger
Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energétique	Oran
Centre de Recherche en Anthropologie Sociale et Culturelle	Oran
Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides	Biskra
Centre de Recherche en Biotechnologie	Constantine
Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses Physico – Chimiques	Tipaza
Centre National de Recherche dans les Sciences Islamiques et de Civilisation	Laghouat

Tableau 1 ; Les Centres de recherche (Type EPST) en Algérie
Source site web : www.mesrs.dz/centres-de-recherche

D. Laboratoire de recherche :

C'est une unité de base qui rassemble plusieurs moyens scientifiques et technologiques pour exécuter un travail de recherche et collecter des connaissances dans les domaines scientifiques majeurs.



Figure 9 : laboratoires national d'énergie renouvelable (Espagne)
Source : <https://www.encyclopedie-energie.org/>

2.1.2. Laboratoire de recherche en architecture et en génie civil :

2.1.2.1. Définition de l'architecture :

L'Architecture désigne également l'ensemble des connaissances et des techniques de cet art de concevoir et de construire des structures complexes, englobant les édifices terrestres, les espaces et les paysages modifiés par l'homme répondant à des critères architecturaux



Figure 11 : La villa Savoye de Le Corbusier
Source : <http://www.villa-savoye.fr/>



Figure 10 : La maison sur la cascade de Frank Lloyd Wright
Source : <https://maison-monde.com/>

2.1.2.2. Laboratoire de recherche en architecture :

Laboratoire de recherche en architecture vise à produire des connaissances fondamentales, des connaissances dirigées vers la matérialisation, en portant les questions scientifiques sur le terrain du design architectural et spatial. Dans un contexte contemporain ou savoirs et savoir-faire sont sans cesse mouvants et où la synthèse recherche doit intégrer des considérations souvent contradictoires, l'inscription de la recherche dans la perspective de la conception, permet de soutenir des réponses valides et exploitables.

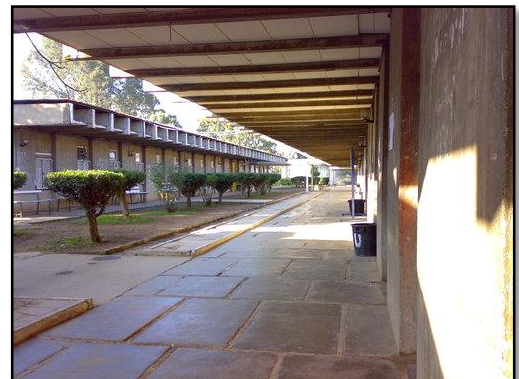


Figure 12: laboratoire d'architecture (EPAU), Alger
Source : traité par auteur.

- **En Algérie, il n'existe qu'un nombre limité de laboratoires d'architecture, dont l'un est situé à EPAU (Alger) et comprend trois parties :**
 1. **VUDD : ville, urbanisme et développement durable.**
 2. **VAP : ville, architecture et patrimoine.**
 3. **LAE : architecture et environnement.**

2.1.2.3. Définition du génie civil :

Le génie civil représente l'ensemble des techniques de constructions civiles. Les ingénieurs civils ou ingénieurs en génie civils occupent de la conception, la réalisation, l'exploitation et la réhabilitation d'ouvrages de construction et d'infrastructures dont ils assurent la gestion afin de répondre aux besoins de la société, tout en assurant la sécurité du public et la protection de l'environnement. Très variés, leurs réalisations se répartissent principalement dans cinq grands domaines d'intervention structures géotechnique hydraulique, transport, et environnement.

2.1.2.4. Laboratoire de recherche en génie civil :

Le Laboratoire de génie civil a pour objet d'exécuter tous essais, analyses études et contrôles concernant les sols de fondation et les matériaux utilisés dans le bâtiment et les travaux publics, de réaliser toutes études et recherches expérimentales tendant à favoriser le progrès de la construction, de contribuer à l'information et à l'enseignement technique sur toutes les matières de sa compétence⁶. Il est notamment chargé :

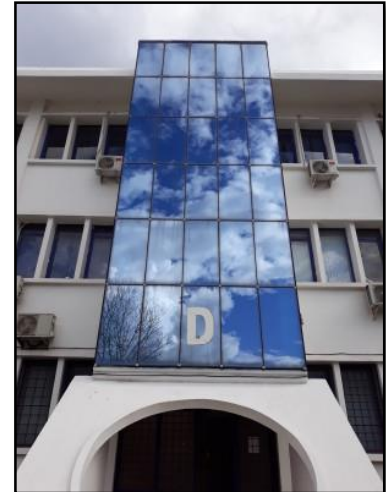


Figure 13: laboratoire de génie civil à l'université d'Annaba
Source : <http://www.univ-annaba.dz/>

- De l'étude des matériaux routiers et des procédés de construction.
- Des études géotechniques relatives à la vérification de la stabilité et à la définition des fondations des bâtiments et des ouvrages de génie civil.
- Des contrôles de mise en œuvre des sols et des matériaux.
- De l'observation des ouvrages pendant leur réalisation et au cours de leur exploitation.

- **Presque toutes les universités algériennes disposent d'un laboratoire de génie civil.**
Par exemple :

1. le laboratoire de recherche matériaux et durabilité des constructions (université des frères Mentouri, Constantine)
2. le laboratoire de recherche de mécanique des sols et des structures (université des frères Mentouri, Constantine).



Figure 14: les Laboratoires - Université des Frères Mentouri Constantine 1
Source : <http://www.umc.edu.dz/>

⁶ LNBTP Organisme Autonome sous Tutelle <http://www.lnbtp.gouv.ht>

2.2. ARCHITECTURE DURABLE DANS LE CLIMAT ARIDE

Dans ce sous chapitre on présente l'étude thématique, où en prend les modes de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture durable. On peut distinguer plusieurs orientations : le choix des matériaux, de dispositif pour favoriser les économies d'énergie en réduisant les besoins énergétiques, choix des techniques et des solutions qui respect l'environnement.

2.2.1. Définition des concepts liés a l'architecture durable :

2.2.1.1. Développement durable :

Terme désignant les actions conciliant développement économique, respect de l'environnement, renouvellement des ressources et exploitation rationnelle, et développement socialement équitable. Ce mode de développement « répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins.⁷

2.2.1.2. Les objectifs du développement durable :

L'objectif du développement durable est de définir des schémas qui concilient les trois aspects économique, social, et environnement des activités humaines, les « trois piliers » du développement durable à prendre en compte, par les collectivités comme par les entreprises sont⁸ :

1. **L'efficacité économique** : la collectivité recherche le plus grand bénéfice en comptabilisant les coûts sociaux et environnementaux.
2. **La prudence environnementale** : c'est-à-dire la préservation des ressources naturelles non renouvelables et la limitation des impacts des activités anthropiques ainsi que l'application du système de précaution.
3. **L'équité sociale** : le développement doit se

forger sur la solidarité envers les plus défavorisés et sur la contribution à la réduction des inégalités. Développement durable en architecture : Une pratique qui a pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin de la qualité de vie des utilisateurs et des communautés riveraines⁹.

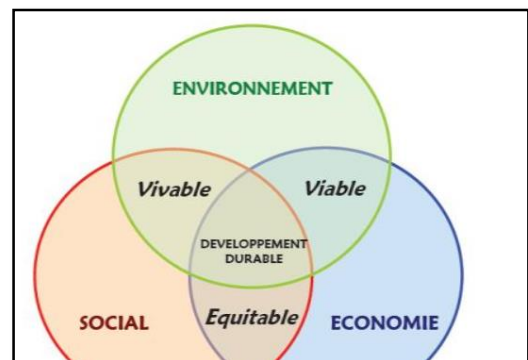


Figure 15 : Schéma des trois piliers du

Source : Encyclopédie libre [En ligne]
www.wikipedia.fr

⁷ JEAN PASSINI. Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition

⁸ Source : **ADEME** : BÂTIMENT ET DEMARCHE HQE (PDF)

⁹ Agence Laurent Bansac Architecte, (2011), « *Architecte de bâtiment* », Fluorcom.

2.2.1.3. Architecture durable :

Dans les années 90, sous l'impulsion des pouvoirs publics, ces problèmes s'élargissent. La construction est alors abordée dans son ensemble et sous l'angle du développement durable. L'objectif est d'appliquer les concepts du développement durable au bâtiment afin de réduire les impacts sur l'environnement lors de la construction et du fonctionnement du bâtiment¹⁰.

Une pratique qui a pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin de la qualité de vie des utilisateurs et des communautés riveraines¹¹.



Figure 16 : Les volets de l'architecture durable
Source : www.developpementdurable.com

A. L'objectif de l'architecture durable :

- Promotion de l'équilibre.
- L'amélioration de notre bien-être.
- La durabilité de nos ressources naturelles.
- Protection de la santé et de tous les habitants de la planète

2.2.1.4. Architecture Ecologique :

L'architecture écologique est la prise en compte de ses différentes énergies et leur intégration, ainsi que la mise en œuvre de matériaux respectueux de l'environnement et de l'habitant ; ce qui peut nous permettre de réduire notre demande énergétique et par conséquent nos rejets de gaz à effet de serre¹².

2.2.1.5. Des labels de l'architecture durable selon les pays :

A. Haute Performance Energétique :

La Haute Qualité Environnementale (HQE) d'origine française, est une démarche globale de management du projet visant à minimiser l'impact du bâtiment sur son environnement (intérieur, local ou global), durant l'ensemble de son cycle de vie, un label français.

B. Label BREEAM :

BREEAM – Building Research Assessment Establishment Environmental Method. D'origine anglaise, BREEAM est une « méthode d'évaluation de la performance environnementale des bâtiments ». Équivalent à la certification HQE en France, BREEAM reste le standard de certification le plus répandu à travers le monde, un organisme privé britannique.

¹⁰ Construction de Haute Qualité Environnementale, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme

¹¹ Agence Laurent Bansac Architecte, (2011), « Architecte de bâtiment », Fluorcom

¹² L'architecture écologique PDF LEROY Arnault, Licence 3 Génie Civil option Ingénierie du Bâtiment Faculté des sciences de La Rochelle Année universitaire 2004-2005

C. Bâtiment à Basse Consommation :

Le label allemand « bâtiment basse consommation » définit un standard de construction visant réduire la consommation énergétique des immeubles d'habitation tout en assurant un climat intérieur Confortable, ce label a donné naissance en 2002 à une nouvelle réglementation thermique allemande qui répond aux objectifs, une réglementation thermique française.

Bâtiment à Zéro Energie ou à Energie Positive :

Un bâtiment zéro énergie ou à énergie positive est défini comme étant un bâtiment qui produit autant ou plus d'énergie qu'il n'en consomme. Ces bâtiments sont la combinaison de bâtiments basse énergie ou passifs avec des toits solaires photovoltaïques et parfois thermiques, label de Pays-Bas.

2.2.2. Architecture bioclimatique :

2.2.2.1. Définition de la démarche bioclimatique :

Redécouverte au début des années 70, l'architecture bioclimatique recherche une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort de l'occupant et le respect de l'environnement, en faisant largement appel aux principes de l'architecture. L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques et de créer un climat de bien être dans les locaux avec des températures agréables, une humidité contrôlée et un éclairage naturel abondant.

2.2.3. Conception Bioclimatique :

Une conception bioclimatique d'un bâtiment vise à optimiser l'utilisation des apports solaires et de la circulation naturelle de l'air, limitant ainsi le recours au chauffage et à la climatisation. Elle valorise les avantages du terrain (orientation du bâtiment), l'orientation des pièces, les surfaces vitrées, l'inertie du bâtiment¹³.

¹³ JEAN PASSINI. Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition

2.2.3.1. Principes de la conception bioclimatique dans le climat aride :

a) Implantation :

L'implantation judicieuse d'un édifice est la tâche la plus importante de l'architecte. Elle détermine l'éclairement les apports solaire, les déperditions, la possibilité d'aération l'objectif est de récupérer au maximum les apports solaires passifs en hiver et de les réduire en été pour respecter le confort d'été. La bonne règle : le maximum de fenêtres sera orienté au Sud¹⁴.



Figure 17 : L'implantation tient compte, des vents locaux, de l'ensoleillement
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

b) Orientation :

L'orientation d'un édifice répond à sa destination. Les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer ou au contraire la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou rafraichir en été, sont autant de paramètres importants dans le choix de l'orientation.¹⁸



Figure 18 : L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au Soleil
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

- **La distribution intérieure :** Aménager des espaces tampons au nord permet de réduire l'impact du froid et contribuera directement aux économies d'énergies et au confort des occupants. Au sud, les ouvertures permettront aux pièces de vie de profiter au maximum des apports passifs.
- **Le choix des matériaux :** Le choix des matériaux est un élément capital de la conception bioclimatique. Les matériaux composants le bâtiment vont directement impacter sur :
 - ✓ Le confort des occupants : en captant la chaleur ou en préservant la fraîcheur et en évitant les sensations de « parois froides ».
 - ✓ Les économies d'énergies : grâce à leur capacité d'isolation, d'inertie etc.
- **le bilan écologique global du bâtiment :** Puisque la conception bioclimatique vise à minimiser l'impact du bâtiment sur son environnement, il est important d'utiliser

¹⁴ HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005. Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005.

des matériaux à faible impact sur leur environnement tant au niveau de leur fabrication que de leur destruction.

Pour un bon équilibre thermique les matériaux retenus en architecture bioclimatique sont sélectionnés sur la base des critères suivants :

- ✓ Une bonne absorption des rayons lumineux.
 - ✓ Un stockage de chaleur.
 - ✓ Une rapidité d'absorption et de restitution de la chaleur.
 - ✓ Une bonne qualité isolante.
- **Les isolants :** ils permettent de diminuer les pertes thermiques, aussi longtemps que la température extérieure est inférieure à celle de l'intérieur celui-ci perd sa chaleur dans l'environnement. Utilisés pour les murs au nord entre les espaces tampons et le reste de la maison : laine de verre, laine de roche, polystyrène expansé, extrudé, polyuréthane, liège, verre cellulaire, fibres de bois, cellulose, chanvre, PVC. Il existe un coefficient R (ou RSI), qui détermine l'efficacité de l'isolant (plus le coefficient R est élevé, plus le matériau en question résiste au mouvement de la chaleur).
 - **Le vitrage :** Les surfaces vitrées permettent au rayonnement solaire d'entrer dans la construction. Le côté Sud de cette dernière doit présenter des fenêtres de grande surface. Elles doivent être absentes ou restreintes du côté Nord. Il faut prévoir des protections (volets, stores intérieures ou extérieures).
 - **Les murs extérieurs :** A isolation intérieure, extérieure, répartie, intégrée.
 - **Les cloisons intérieures :** Béton, brique, plâtre, béton cellulaire...performance acoustique et thermique.
 - **Le plancher :** Un plancher, dans le domaine du bâtiment, est un ouvrage de maçonnerie, tout ou partie en béton, formant une plate-forme horizontale au rez-de-chaussée ou une séparation entre les étages d'une construction.
 - **La toiture :** La couverture est le revêtement du toit et avec un bon support de couverture sous celle-ci on peut assurer une bonne ventilation et donc une meilleure isolation grâce à ce vide sanitaire.

2.2.4. Confort :

Le confort est une notion étroitement liée à la sensation de bien-être et qui ne possède pas de définition absolue. Le confort est une notion subjective qui résume tout un ensemble de sensation. On distingue les types suivants :

- ✓ Le confort thermique.

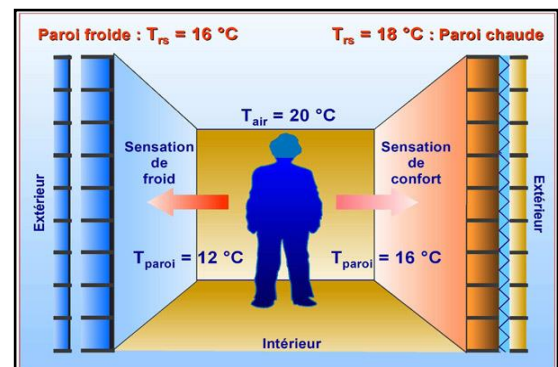


Figure 19 : Les paramètres de confort thermique
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

- ✓ Le confort visuel.
- ✓ Le confort acoustique.
- ✓ Le confort olfactif.

2.2.4.1. Confort thermique :

Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement immédiat¹⁵.

Les paramètres du confort thermique :

- ✓ Le métabolisme.
- ✓ L'habillement.
- ✓ La température ambiante.
- ✓ La température des parois.
- ✓ L'humidité relative de l'air.
- ✓ La vitesse de l'air.

A. Confort d'hiver : Stratégie du chaud dans le climat aride :

Capter : Le captage est assuré par les surfaces vitrées.

Stocker : Dépend de l'inertie thermique des matériaux exposés au rayonnement solaire.

Conserver : Ce fait par l'isolation des parois pour accumuler la chaleur dans l'air.

Distribuer : Assurer par la convection et le rayonnement pour rétablir la chaleur emmagasinée.

B. Confort d'été : Stratégie du froid :

Protéger : Éviter la pénétration directe des rayonnements solaire par l'installation de diverses techniques d'ombrage.

Éviter : Se contourner du transfert de la chaleur vers l'intérieur des matériaux par l'isolation des parois.

Dissiper : Ventiler la chaleur emmagasinée à l'intérieur du bâtiment.

Rafraichir : Par l'utilisation des plans d'eau pour rafraîchissement de l'air entrant.

¹⁵ Guide de Confort thermique à l'intérieur d'un établissement. Par Jean-Yves Charbonneau, Direction de la prévention-inspection. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004 ISBN 2-550- 42992-3

Minimiser : Minimiser les gains internes pouvant causer des surchauffes notamment en été.

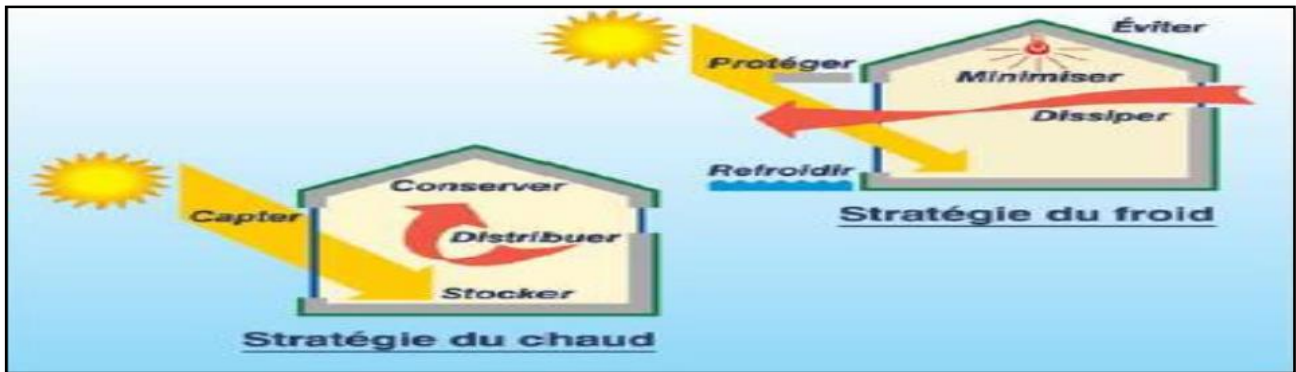


Figure 20 : les concepts du confort d'hiver et du confort d'été
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

2.2.4.2. Confort visuel :

A. La lumière naturelle :

La lumière qui pénètre par nos yeux a un rôle de régulateur de l'horloge biologique par le biais de l'hypothalamus. Celui-ci contrôle l'ensemble régulent toutes les fonctions biologiques du corps humain. De plus, il supervise les informations liées à la lumière et les envoie au corps pinéal qui les utilise pour informer d'autres organes sur les conditions lumineuses de l'environnement.

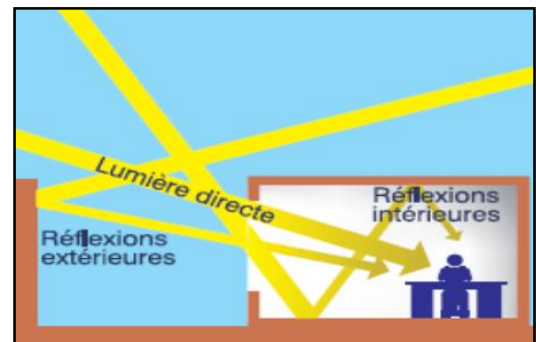


Figure 21 : les composantes de la lumière naturelle à l'intérieur d'un local
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

B. Source de la lumière naturelle :

- ✓ **La lumière naturelle directe** : lumière naturelle directe est une combinaison d'ensoleillement direct et de lumière naturelle du ciel.
- ✓ **La lumière naturelle indirect** : Les sources de lumière indirecte sont éclairées elles-mêmes par des sources directes primaires (Soleil ou lumière du ciel), ou des sources directes secondaires (Nuages, sol, obstacle physique environnement tel un bâtiment). La luminance qui en résulte permet d'avoir alors des sources indirectes.

C. La stratégie de la lumière naturelle :

Elle vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera aussi à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel.

- ✓ **Capter** : Une partie de la lumière du jour est transmise par les vitrages à l'intérieur du bâtiment, la qualité de lumière captée dans local dépend de la nature et du type de paroi vitrée, de sa rugosité, de son épaisseur et son état de propreté.

- ✓ **Pénétrer** : La pénétration de la lumière dans un bâtiment produit des effets de lumière très différents non seulement suivant les conditions extérieures mais aussi en fonction de l'orientation, type de vitrage...etc.
- ✓ **De gêne visuelle** : elle peut se contrôler par des éléments architecturaux fixes (brise de soleil ...etc.) associés ou non à des écrans mobiles (volet persienne ...etc.).
- ✓ **Focaliser** : Il est parfois nécessaire de focaliser l'apport de la lumière naturelle pour mettre en valeur un lieu ou un objet particulier, un atrium ou un centre d'un projet permet à la lumière du jour de mieux pénétrer dans le projet tout en créant un espace de circulation et de repos agréable.

2.2.5. Énergie renouvelable :

Les énergies sont dites « renouvelables » tant qu'elles dépendent du système écologique de la Terre, de l'insolation et de l'énergie géothermique de la Terre. En pratique, les sources énergétiques renouvelables font allusion à :

2.2.5.1. Solaire photovoltaïque :

L'énergie solaire est produite par le rayonnement du soleil. On distingue l'énergie photovoltaïque qui, comme son nom le laisse entendre, transforme l'énergie contenue dans le rayonnement solaire en électricité, de l'énergie solaire thermique qui, elle, transforme ce même rayonnement en chaleur.¹⁶

Nous avons parlé sur cette technique à cause de l'année estivale.

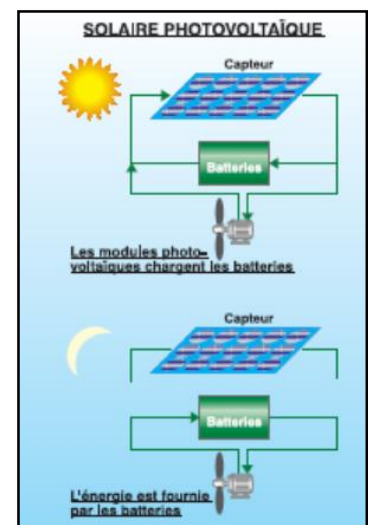


Figure 22 : Typologies de système solaire photovoltaïque
 Source : HERDE. A.
 LIEBARD. DE, A, 2005

¹⁶ energie-renouvelable-sont-cinq-types-energies-renouvelables-4134

2.2.5.2. Solaire thermique :

C'est un système encore plus simple. Il permet de chauffer l'eau (ou un fluide approprié), par circulation dans des tubulures exposées au soleil, et de la distribuer ensuite.

Cette technique est favorable dans les zones semi-arides tels que la zone de Laghouat.

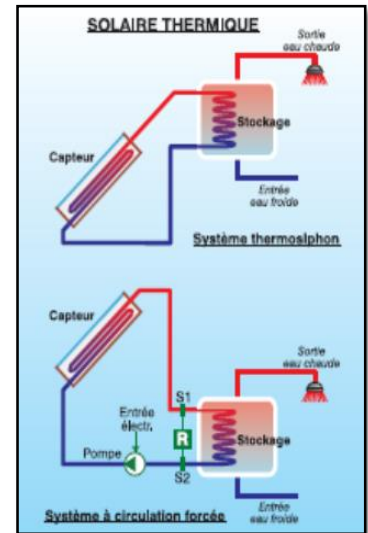


Figure 23 : Typologies de système solaire thermique
Source : HERDE. A.
LIEBARD. DE, A, 2005

Synthèse de chapitre :

Dans ce chapitre nous avons abordé la définition des équipements scientifiques et le centre de recherche en architecture et génie civil, les types, ses rôles et ses rapports avec le développement de ville.

Nous avons aussi abordé les notions et les aspects liées à l'architecture durable et que nous allons essayer de les suivre dans la conception de notre projet : centre de recherche en architecture et génie civil durable à la ville de Laghouat



**CHAPITRE 02 : ETUDE
ANALYTIQUE**

3. CHAPITRE 02 : ETUDE ANALYTIQUE

Introduction du chapitre :

Dans ce chapitre nous allons analyser deux exemples de (laboratoire de recherche en génie civil et centre d'ingénierie) afin de comprendre leurs organisations spatiales et le fonctionnement, pour 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.

Choix des exemples :

I. UMD Swenson Civil Engineering Building (Bâtiment de génie civil de Swenson)

Le Swenson Civil Engineering de l'Université du Minnesota à Duluth est une structure de deux étages entourée de laboratoires à double hauteur. Le programme prévoyait un espace de 35300.0 m2 bruts pour accueillir des salles de classe, des laboratoires d'enseignement et de recherche ainsi que des bureaux pour le département de génie civil. Le nouveau bâtiment construit et renforce les schémas de circulation existants qui font partie du campus de l'UMD.



Figure 25: Bâtiment de génie civil de Swenson (GCS).
Source : site web archidaily.

II. Engineering Center at University of Texas at Austin (Centre d'ingénierie de l'université du Texas à Austin)

Le Centre de formation et de recherche en ingénierie (EERC), qui a ouvert ses portes en août 2017, approfondie et transforme la formation en ingénierie grâce à un enseignement et à une recherche interdisciplinaires, et c'est un emplacement central pour tous les services aux étudiants en ingénierie.



Figure 24: centre de recherche de Texas USA.
Source : site web archidaily.

Critères de choix des exemples :

- ✓ Nous avons choisi d'analyser l'exemple de **bâtiment de génie civil de Swenson** pour des raisons de programmation parce que le projet a la même thématique, et qu'il contient des stratégies durables intégrées au processus de conception et à l'esthétique.

- ✓ Nous avons choisi d'analyser l'exemple de **centre d'ingénierie de l'université du Texas à Austin** parce qu'il contient plusieurs systèmes liés à la durabilité afin de s'inspirer des idées pour notre projet (la certification LEED).

3.1.EXEMPLE 01 : bâtiment de génie civil de Swenson (GCS)

3.1.1. Fiche de présentation du projet :

Lieu : Duluth Minnesota USA
Surface de bâtiment : 35300.0 m²
Nombre d'étages : 3 étages
Type : Laboratoires de recherche en génie civil
Climat : froid en hiver et chaud en été.
Architect: Ross-Barney Architect
Date de realization: 2010



Figure 26 : Bâtiment de génie civil de Swenson (GCS)
 Source : web site d'archdaily

3.1.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

3.1.2.1. Plan de Situation :

Le bâtiment de génie civil situé à la ville de Duluth est le siège du comté de Saint Louis, dans le Minnesota, dans le nord des États-Unis

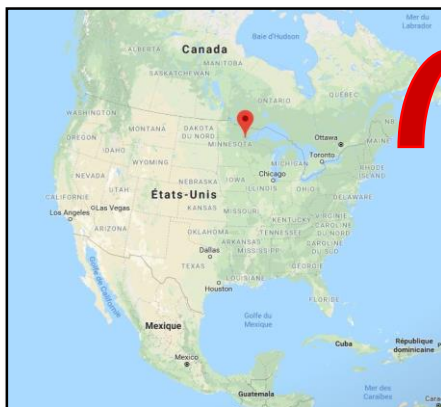


Figure 29: Carte de situation de Duluth Minnesota USA.
 Source : Google maps.

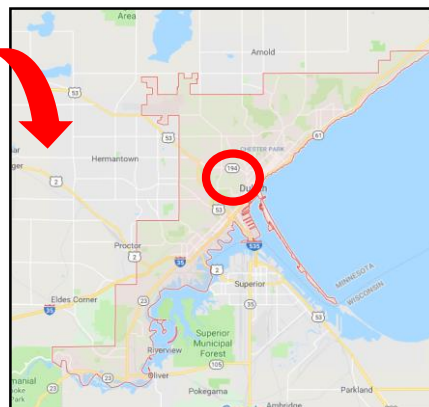


Figure 28: Carte de situation de l'université de Swenden.
 Source : Google maps

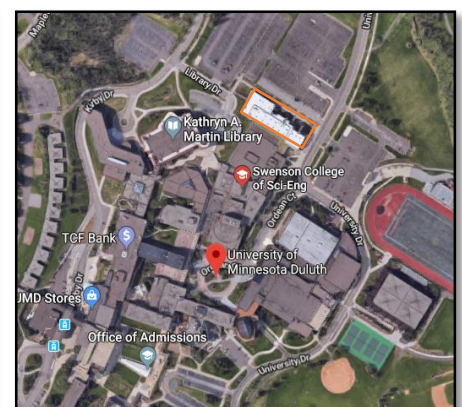


Figure 27: Vue aérienne sur bâtiment de génie civil de Swenson.
 Source : Google Earth

3.1.2.2. Aménagement des espaces extérieur : (lecture plan masse)

Le projet située sur côte Est de l'université du Minnesota, qui occupée une surface importante avec des plus accessibilité que les autres bâtiments dans l'université.

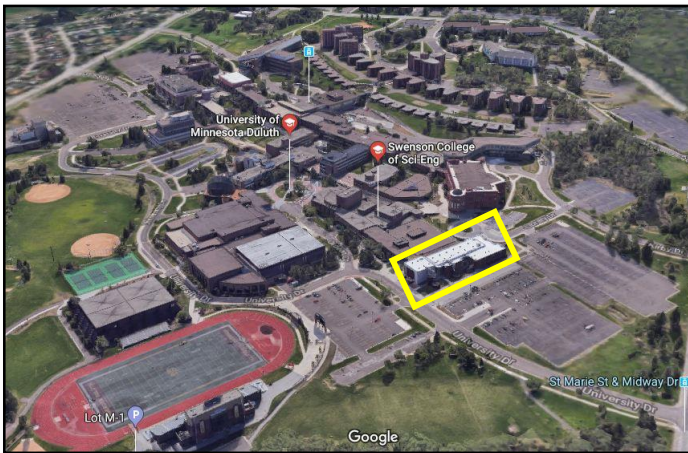


Figure 32: vue aérienne sur le bâtiment.
Source : Google Earth.

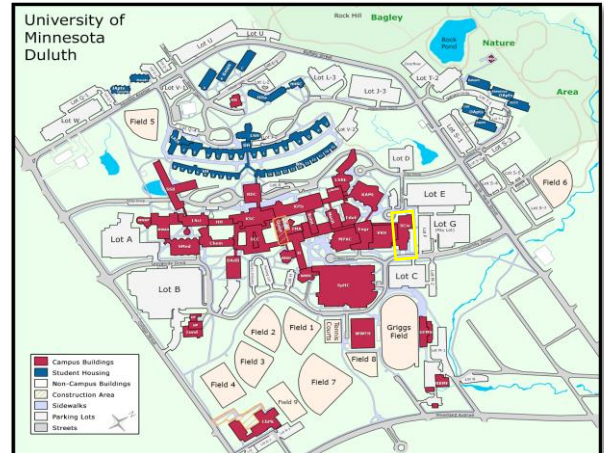


Figure 31: Plan de masse d'université de Swenden.
Source : www.aiatopten.org



Figure 30: plan de masse de bâtiment de génie civil de Swenson.
Source : Google Earth et traité par auteur



Le projet c'est dans une zone urbaine entouré par plusieurs bâtiments et accessible avec deux voies mécanique.

3.1.2.3. Occupation de la parcelle :

- Le projet c'est un bloc dans une grande entité de l'université
- Le projet occupé 65% de surface de bâti

Bloc de bâtiment

Surface réservé



Figure 33: occupation de la parcelle de bâtiment GCS
Source : Google Earth

3.1.2.4. Accessibilité :

L'université entourée par 3 rues principales, et subdivisé en rues secondaires. L'accessibilité du projet par des routes secondaire (le projet n'a pas de relation direct avec la route principale).

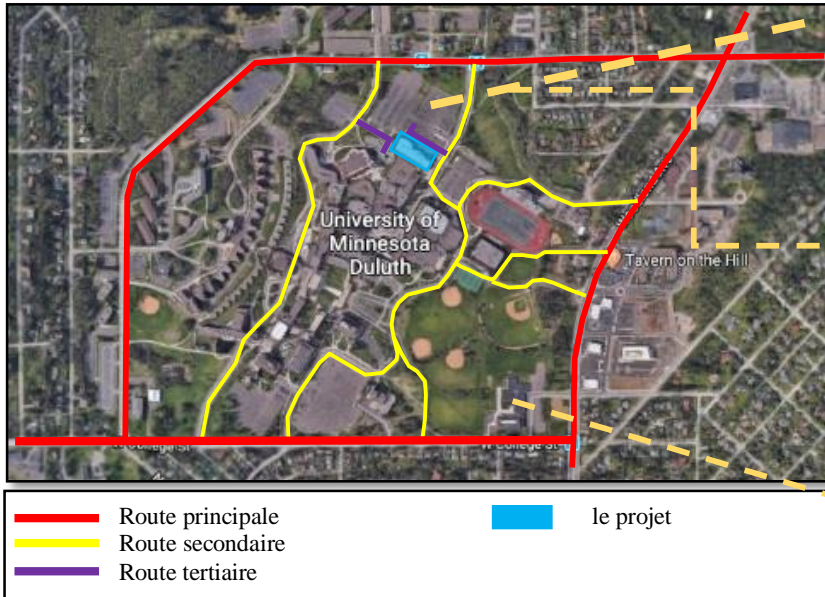


Figure 36: plan d'accessibilité de l'université du Minnesota
 Source : Google Earth et traiter par l'auteur



Figure 34: Vue aérienne sur les accès de projet.



Figure 35: Route principale (St Marie St & Midway Dr)



Figure 37: Route principale (Woodland).

3.1.2.5. La volumétrie du projet :

- Le bâtiment se compose de plusieurs volumes entrelacés, avec des différentes hauteurs, mais avec des petites différences d'hauteur.
- Le volume est composé par : trois volumes (voir le figure 14) sont : un cube (3 dans le figure 38) et deux volume entrelaces, un parallélépipède (2 dans le figure 38) et un volume avec plusieurs décrochement (1 dans le figure 38) qu'est joue un rôle esthétique et pour faire jeux des volumes dans la façade principale et aussi pour marque la façade principale.
- Il y a aussi des éléments intègres dans le volume (4 dans la figure 38) pour des raisons techniques et pour marque l'entrée et la façade principale.



Figure 38: Vues aériennes sur le bâtiment GCS.
 Source : Google Earth et traiter par l'auteur

3.1.2.6. Façades :

- ✓ Les façades de bâtiment de génie civil de Swenson est linaires.
- ✓ Présence jeux des volumes dans les façades.
- ✓ les éléments verticaux pour casser horizontalité de la façade
- ✓ les éléments qu'est sortent vers le front et positionnement les dalots pour marquer l'entrée principale et casser la simplicité des façades.
- ✓ Mixture des matériaux (bois, béton précontrainte, verre, l'acier...) dans les façades pour des raisons technique et esthétique.
- ✓ Ouvertures en longueur pour profiter au maximum la lumière Natural.
- ✓ Un élément dynamique pour protégé les rayons solaire.



Figure 39: façade principale de bâtiment GCS.
Source : www.studyusa.com



Figure 40: façade nord-ouest de bâtiment GCS.
Source : www.studyusa.com

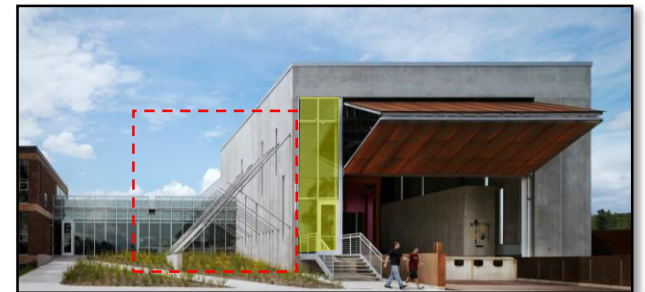


Figure 41: façade nord-est de bâtiment GCS.
Source : www.studyusa.com

3.1.2.7. Entrée :

- Le bâtiment GCS a trois entrées, une entrée sur la façade principale et les autres dans le coté est et ouest de bâtiment.
- L'entrée de l'ouest de bâtiment a une rampe pour les handicapés et les machines pour les essais.
- L'entrée de l'est de bâtiment pour les engins, avec une grande hauteur (figure 42), il a une relation directe avec accès mécanique.



Figure 42: l'entrée principale de bâtiment GCS
Source : www.aiatopten.org



Figure 43: vue sur deux entrées de bâtiment GCS
Source : www.aiatopten.org



L'entrée passage bitonnée

Figure 45: vue aérienne sur la façade principale de bâtiment de génie civil
Source : Google Earth et traiter par l'auteur

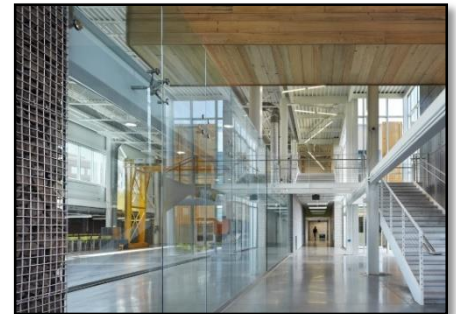
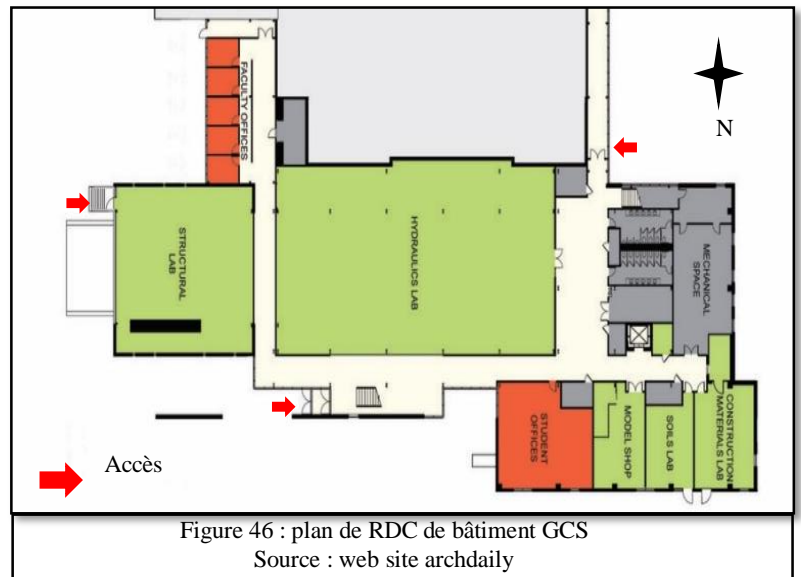


Figure 44: vue sur l'entrée d'ouest de bâtiment GCS
Source: street view de Google

3.1.2.8. Organisation des espaces :

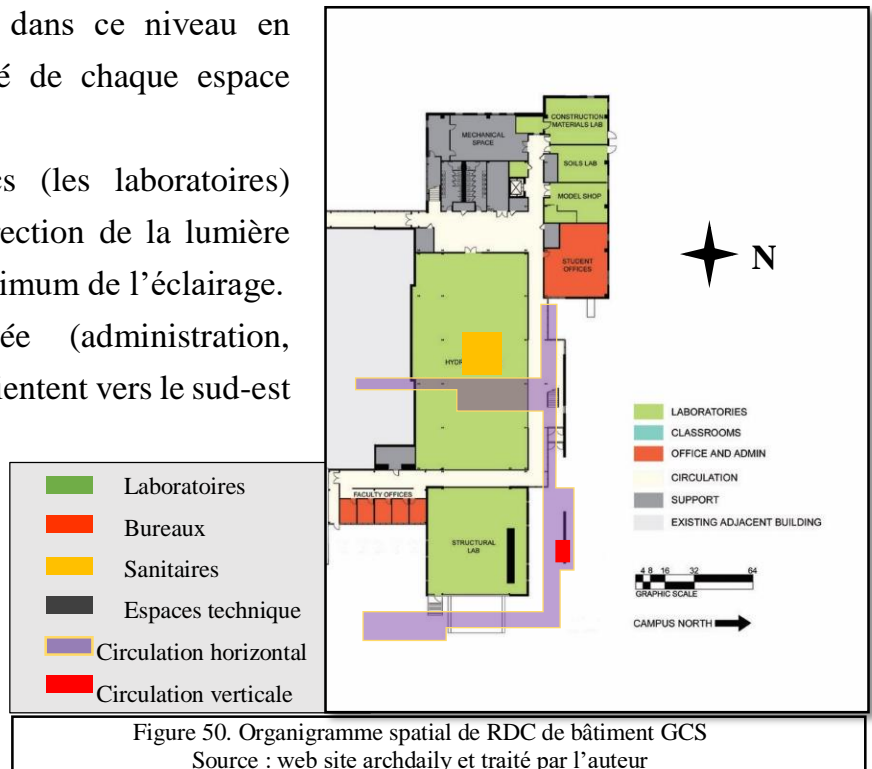
A. Plan de rez-de-chaussée :

- Le plan de RDC contient de :
 - ✓ laboratoire d'hydraulique et laboratoire de structural sont positionnés sur côte nord-est avec double hauteur et occupée une grande surface.
 - ✓ laboratoire de matériaux de construction, laboratoire de sols, magasin de modèle sont positionnés sur côte nord-ouest.
 - ✓ Salles, bureau et espace de repos sur côte nord pour les utilisateurs (figure 48,49)
 - ✓ Espace technique et les sanitaires sont positionnés sur côte sud-ouest avec un accès direct à l'extérieur.
 - ✓ Administration de bâtiment est positionnée sur côte sud-est avec une seule hauteur et un accès direct à l'extérieur.
- La circulation verticale dans ce niveau :
 - ✓ Un seul escalier (figure 47)



B. Organigramme spatial de RDC :

- L'orientation des espaces dans ce niveau en fonction de type d'activité de chaque espace (figure 50) :
 - ✓ Les espaces publics (les laboratoires) orientent vers la direction de la lumière pour profiter au maximum de l'éclairage.
 - ✓ Les espaces privée (administration, espace technique) orientent vers le sud-est et sud-ouest.
- La relation entre l'espace est directe par des halles et des couloirs (figure 50).
- Facilité de l'accessibilité aux espaces publics et privées



- ✓ Les espaces publics ont un accès principal.
 - ✓ Les espaces privées ont deux accès sur les côtes de bâtiment.
- On remarque la Hiérarchisation Des espaces (privé-public).
- La circulation dans ce niveau :
 - ✓ Circulation horizontale est très claire et large (figure 50)
- La circulation verticale présentée avec de escalier est positionnée près de l'accès principal.

C. Plan de l'étage :

- le plan de l'étage occupé seulement par les salles et des bureaux administratif et espace technique et archive, qui sont positionnée au nord-ouest et sud-ouest avec des surface acceptable (figure 51).
- L'étage a deux accès (figure 51) :
 - ✓ Accès par l'escalier.
 - ✓ Accès par une rampe.
- La circulation dans ce niveau :
 - ✓ Circulation verticale positionne au centre de bâtiment (Escalier).

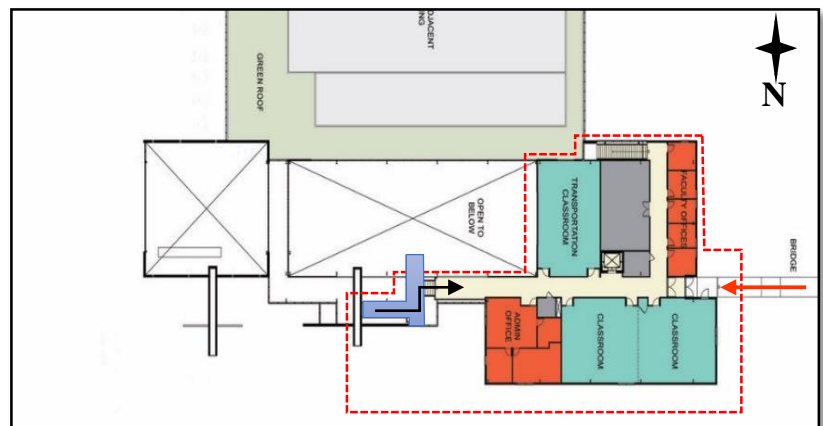


Figure 51: plan de RDC de bâtiment GCS
Source : web site archdaily et traite par l'auteur

- ✓ Circulation horizontale en forme L et positionnée au milieu de bâtiment entre les espaces (couloir)



Figure 54: vue intérieur sur l'étage de bâtiment GCS (classe).
Source : web site archdaily

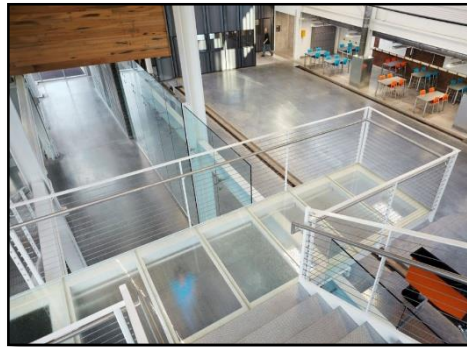


Figure 53: vue intérieur sur l'étage de bâtiment GCS (escalier)
Source : web site archdaily

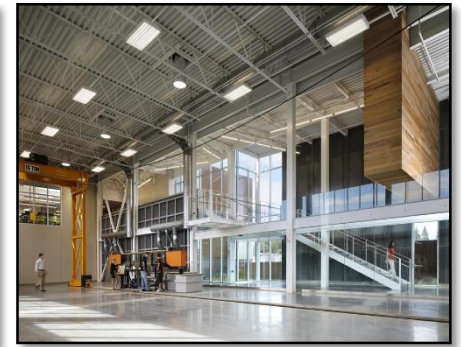


Figure 52: vue intérieur sur niveau supérieur de laboratoire de bâtiment GCS.
Source : web site archdaily

D. Organigramme spatial de l'étage :

- L'orientation des espaces publics (les classes) vers la côte nord pour profiter de la lumière du jour et éviter le soleil (figure 55).
- Concernant les espaces privés sont orientent sur deux côtes (sud-ouest et nord) près les accès de l'étage.
- Une relation directe entre les espaces par un couloir.
- Une relation directe entre l'étage et l'extérieur par une rampe.
- La circulation horizontale est large en forme L sans trop divergence et la circulation verticale par un escalier (figure 55).

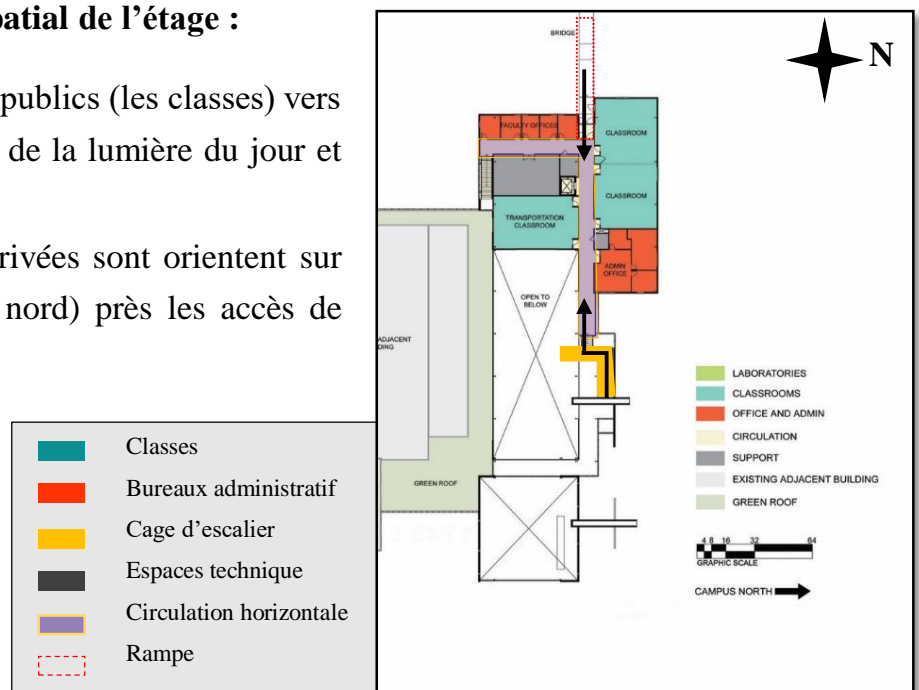


Figure 55: organigramme spatial de l'étage de bâtiment GCS.
Source : web site archdaily et traite par l'auteur

3.1.3. Aspects liées à la durabilité :

3.1.3.1. Éco-construction :

- Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

- ✓ Le bâtiment implante sur un terrain plat et ouvert sur les trois directions (figure 56) qui fait une contacte directe avec l'environnement pour jouer un rôle technique de durabilité.

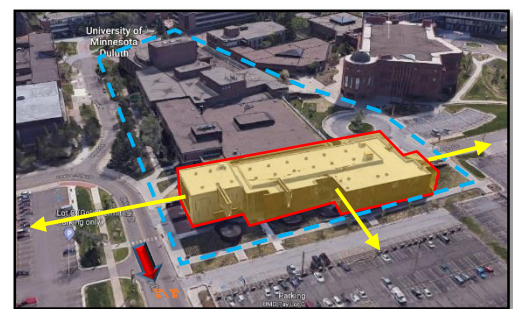


Figure 56: vue aérienne sur le bâtiment GCS.
Source : Google Earth et traite par l'auteur

✓ Les voisinages sont de faible gabarit (hauteur faible des voisinages) ce qui permet de profiter la lumière du jour et l'air au maximum pour réduire la consommation d'énergie.

✓ L'utilisation de verre dans la façade nord pour laisser la pénétration de rayant solaire pour éclairer l'intérieur et crée la transparence.



Figure 57: vue extérieure de bâtiment GCS.
Source : www.aiatopten.org

• **Matériaux :**

Les matériaux de construction ont été sélectionnés pour mettre en valeur des matériaux bruts, naturels et non altérés, disponibles localement, qui constituent la base d'un produit de construction durable et servent d'outil pédagogique. Ces matériaux comprennent :

- ✓ **L'acier.**
- ✓ **Le béton préfabriqué et coulé sur place.**
- ✓ **Les roches taconites (locales) récupérées.**
- ✓ **Le bois récupéré de local.**
- ✓ **Brique**
- ✓ **Verre**
- ✓ **Aluminium**
- ✓ **Chrome**
- ✓ Choix de matériaux du bâtiment en fonction des deux aspects : impact sur la consommation d'énergie et impact sur le changement climatique.

• **Système constructif :**

- ✓ Le système constructif est mixte (acier et béton)
- ✓ Les murs sont simple cloison en brique.

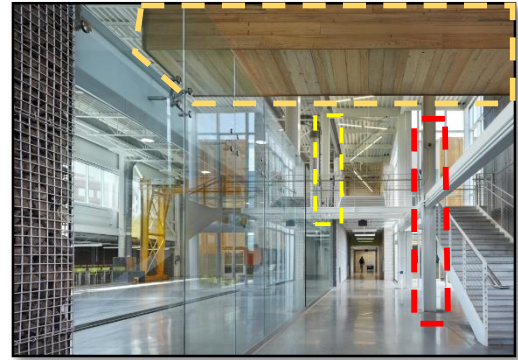


Figure 58: vue sur l'intérieur de bâtiment GCS.
Source : www.aiatopten.org

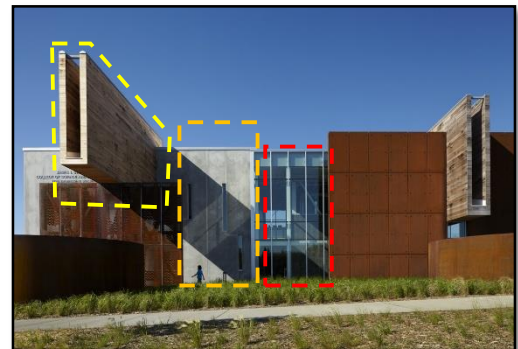


Figure 59: vue sur l'extérieur de bâtiment GCS
Source : www.aiatopten.org

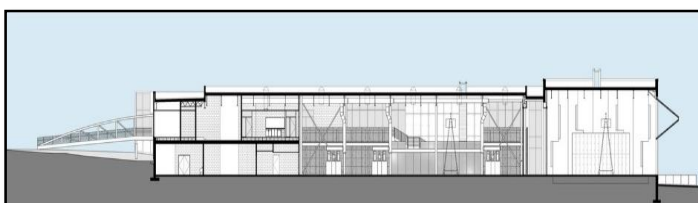


Figure 61: coupe longitudinale de bâtiment GCS
Source : web site Archdaily

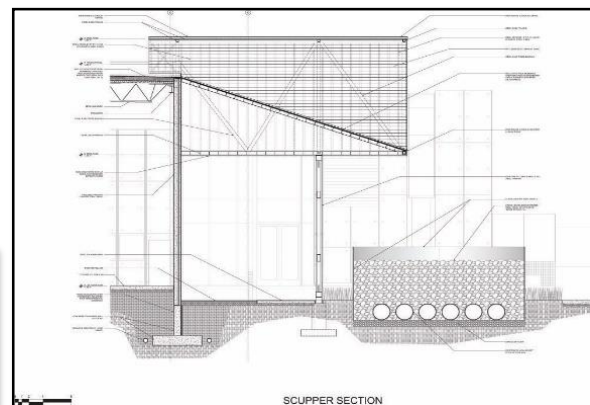


Figure 60: coupe transversale sur l'entrée principale de bâtiment GCS
Source : web site Archdaily

3.1.3.2. Eco-gestion :

- **Gestion de l'énergie :**

Des combinaisons de stratégies ont été utilisées pour réduire la demande de pointe en électricité. Le contrôle de l'éclairage par les capteurs d'occupation et de lumière du jour, associé à une utilisation abondante de la lumière du jour, permet de réaliser les économies les plus importantes grâce à l'élimination de l'éclairage.

- **Gestion de l'eau :**

Les eaux pluviales sont dirigées du toit vers trois dalots et dans des cylindres en surface remplis de roches pour la filtration. Les eaux pluviales finissent par aboutir dans un système de drainage composé de tuyaux de stockage d'eau souterrains pour la rétention. Et redirigez vers l'intérieur (l'eau potable).

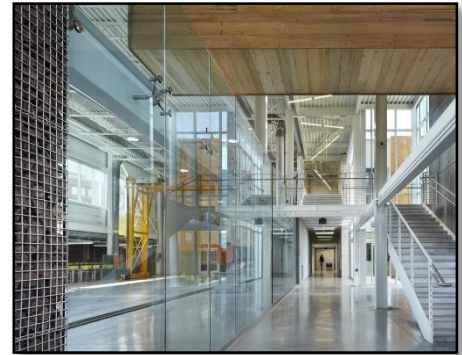


Figure 62: vue à l'intérieur de bâtiment GCS
Source : web site Archdaily

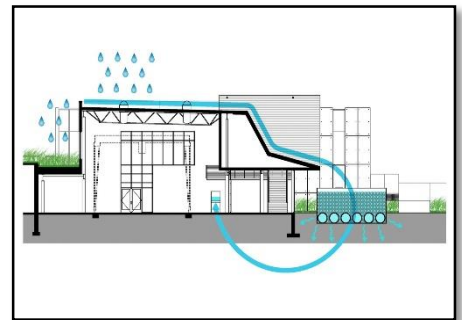


Figure 63: schéma explicatif de système de récupération des eaux pluviales
Source : web site Archdaily

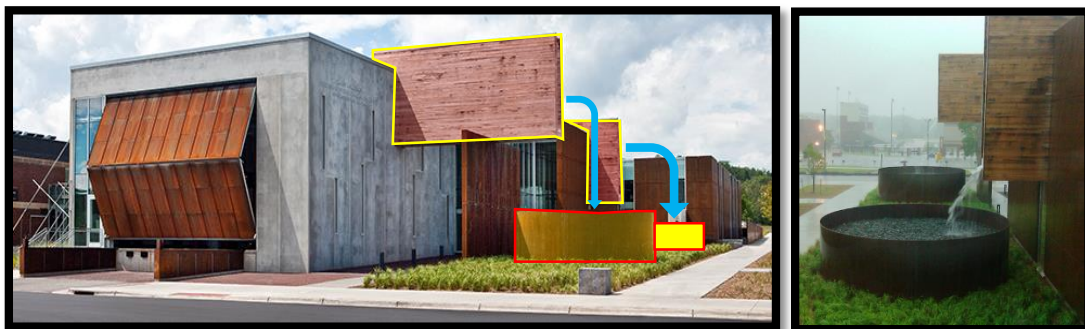


Figure 64: vue à l'extérieur de bâtiment GCS
Source ; site web archdaily et traité par auteur.

Synthèse :

Le bâtiment Science et Engineering est conçu avec des formes simples et une distribution linière, intégration formelle par rapport au contexte, un environnement sain pour les occupants a été réalisé en intégrant des stratégies durables faisant partie du système d'évaluation LEED pour les nouvelles constructions. Celles-ci incluent : une ventilation accrue, l'utilisation de matériaux de construction à faibles émissions, un contrôle avancé de l'éclairage, l'accès à la lumière du jour et aux vues des espaces occupés, Des plantations indigènes et des jardins pluviaux parsèment les élévations est et ouest. Un toit végétal en matériaux végétaux permet de réduire les eaux de ruissellement, de rafraîchir le bâtiment, de réduire le bruit et d'éblouir les bâtiments environnants, enfin un bâtiment durable.

3.2. EXAMPLE 2: Engineering Center at University of Texas at Austin

3.2.1. Fiche de présentation du projet :

Lieu : Austin, Texas. USA

Surface de bâtiment : 40,200m².

Nombre d'étages : R+8

Type : Laboratoires de recherche en génie civil

Climat : froid en hiver et chaud en été.

Architect: Ross-Barney Architect

Date de realization: 2017.



Figure 65 : centre de recherche de Texas USA
Source : archidaily site web

3.2.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

3.2.2.1. Plan de Situation :

Austin est la capitale de l'état du Texas. Située à l'intérieur des terres, au bord de la région du Hill Country, c'est le siège de l'emblématique campus de l'Université du Texas.

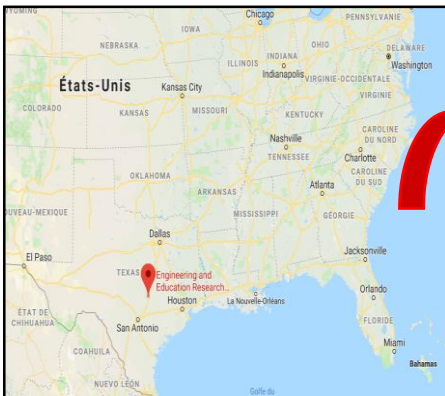


Figure 66: Carte de situation de Texas USA
Source : Google Earth.

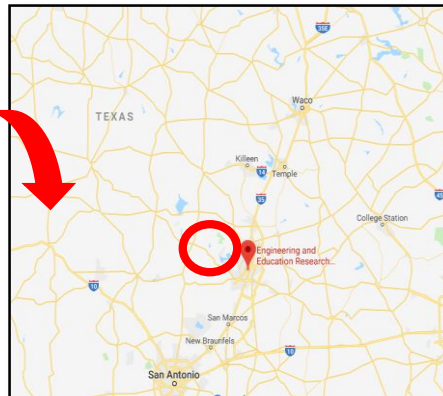


Figure 68: situation de projet dans la ville.
Source : Google Earth.

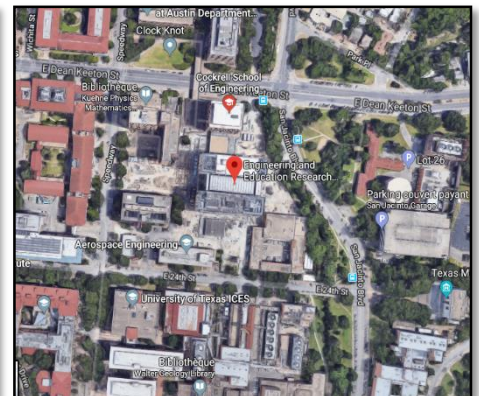


Figure 67: plan de situation de projet Austin.
Source : Google Earth et traiter par l'auteur

3.2.2.2. Lecture plan masse :

Le projet est situé au milieu de l'université d'Austin, TX, qui occupe presque toute la surface de la parcelle intégré au site entouré avec des bâtiments presque de même gabarit et formes.

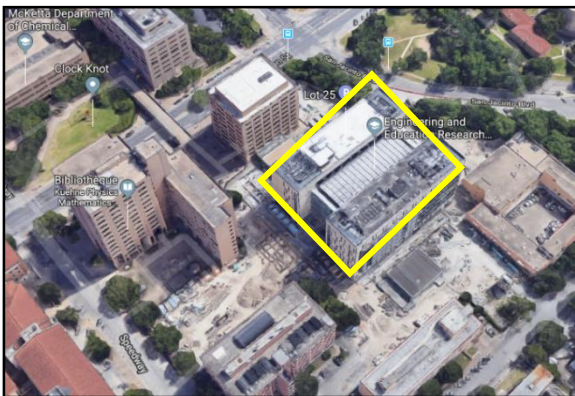


Figure 70: vue aérienne sur le projet
Source : Google Earth.

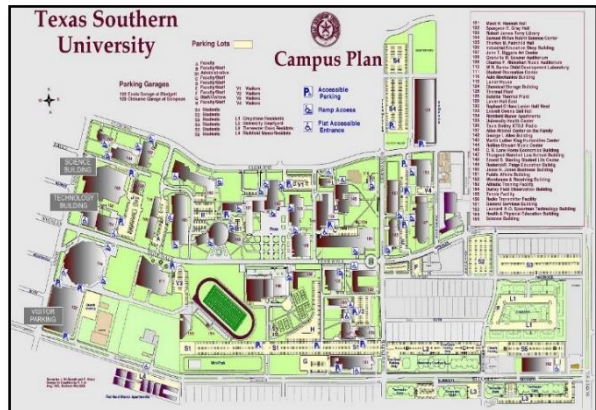
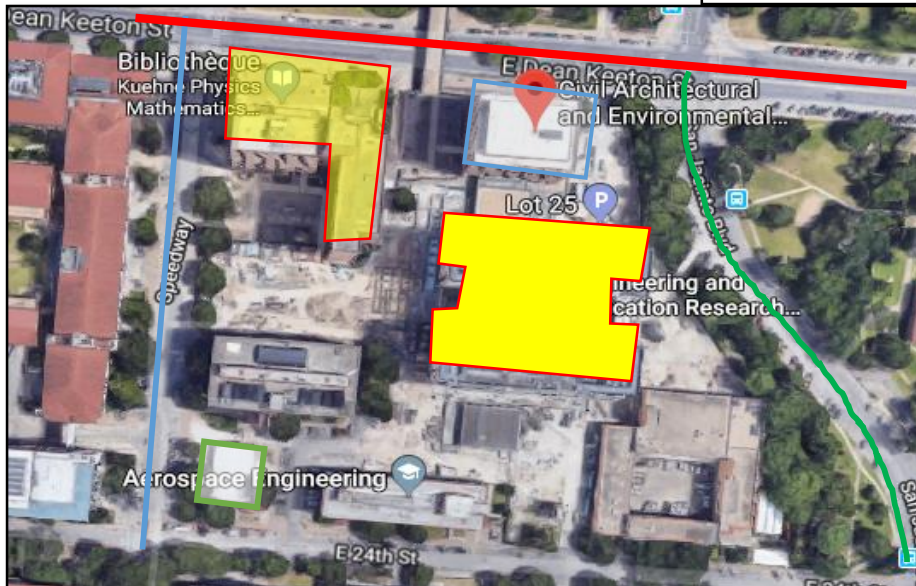


Figure 71 : plan de masse de l'université TX
Source : Google Earth



- Le centre de recherche
- Civil Architectural and Environmental Engineering
- Bibliotheque Kuehne
- Aerospace engineering
- E. Dean Keeton Street.
- Speedway
- San Jacinto Boulevard

Figure 69: plan de masse de centre de recherche Austin TX.
Source : Google Earth traité par l'auteur.

3.2.2.3. Occupation de la parcelle :

Le projet contient 3 parallélépipèdes les deux sur les côtés de taille identique et le troisième entre eux établissant la relation entre eux.

Bloc de bâtiment

Surface réservé

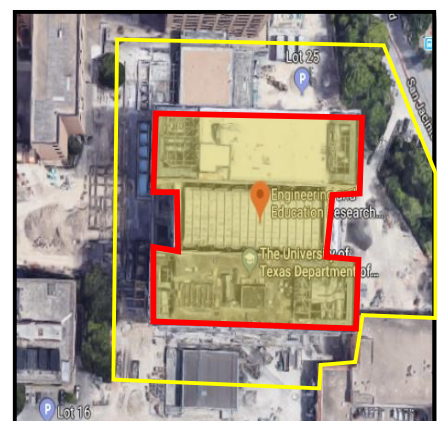
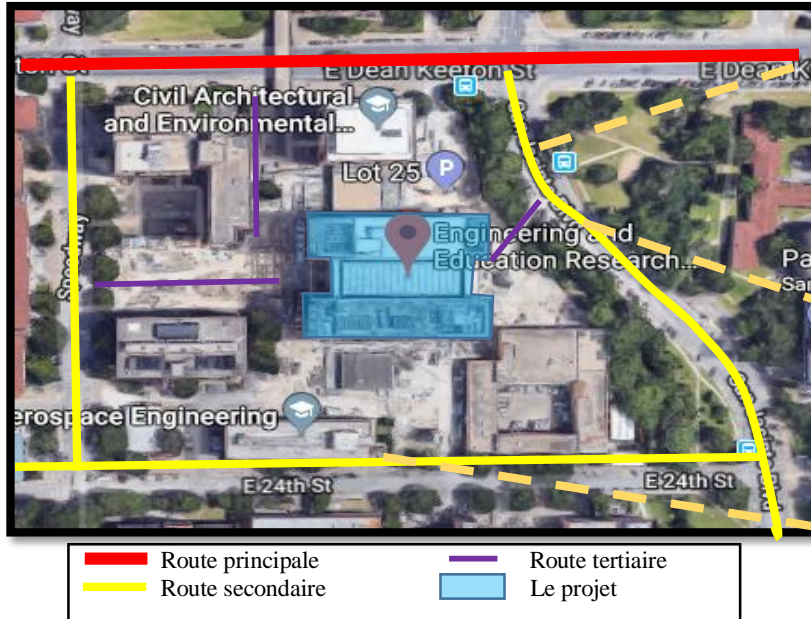


Figure 72: occupation de la parcelle par rapport au terrain.
Source : Google Earth et traité par l'auteur.

3.2.2.4. Accessibilité :

Le projet a entouré à 4 axes, l'un de ses axes est principale qui traverse presque toute la ville et les autres sont secondaires.




- | | | | |
|---|------------------|---|-----------------|
|  | Route principale |  | Route tertiaire |
|  | Route secondaire |  | Le projet |

Figure 74: plan d'accessibilité de centre de recherche Austin TX.
Source : Google Earth et traiter par l'auteur



Figure 73: vue sur la rue E Dean Keeton.



Figure 75: Vue sur la rue san jacinto



Figure 76: vue sur la rue E 24th ST.

3.2.2.5. La volumétrie :

Le projet se compose de trois volumes simple ; sont deux parallélépipèdes identiques sur les côtes et un autre troisième central un petit peut diminuer, pour faire un certain jeu dans le volume et dans le projet une empreinte esthétique avec un gabarit simple.

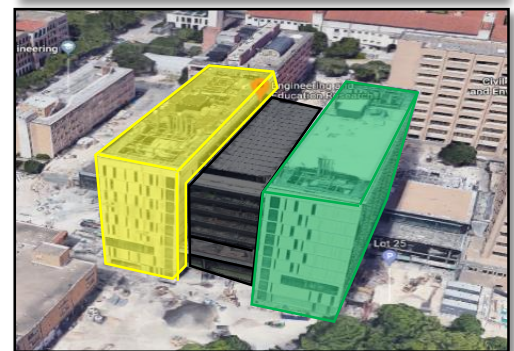
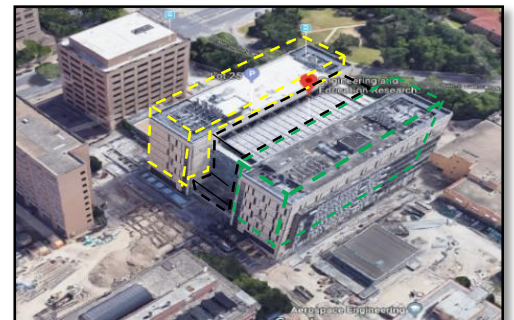


Figure 77: Vue aérienne sur le projet
Source : Google Earth et traiter par l'auteur

3.2.2.6. Façades :

Façade principale contient 3 parties, la partie centrale (2) en rouge qui représente l'entrée avec une certaine monumentalité et qui relie les deux côtés.

- ✓ Traité les deux parties sur les côtés (1 et 3) avec des ouvertures horizontales et laissé la moitié de la partie (1) aveugle pour éviter la symétrie dans la façade
- ✓ Rapport entre le plein et le vide dans la partie (1 et 3) plein plus que vide
- ✓ Des ouvertures longues plus que large
- ✓ Par contre la partie principale (1) est traité avec des éléments de charpente sous forme de losange vitrée pour la transparence, faire un contraste dans la façade.
- ✓ Pour la texture choix de couleur claire intégré a la région de Texas couleurs sahariens.
- ✓ La façade postérieure est traitée par un vitrage de couleur sombre pour des raisons climatiques (protéger l'espace intérieur contre la pénétration des rayant solaire).
- ✓ Dans la partie centrale un élément remarquable (pont suspendue pour marque l'entrée et pour relie les deux parties à l'extrémité)

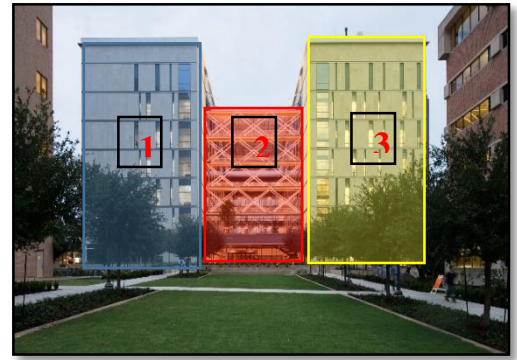


Figure 78: façade principale de projet.
Source : archidaily.com



Figure 79: façade postérieure de projet.
Source : Google Earth

3.2.2.7. Entrée :

Le projet contient deux entrées principales un sur la façade principale, se divise en deux entrée (1) vers le sous-sol et (2) vers le deuxième étage et l'autre entrée à la façade postérieure est qui au sous-sol.

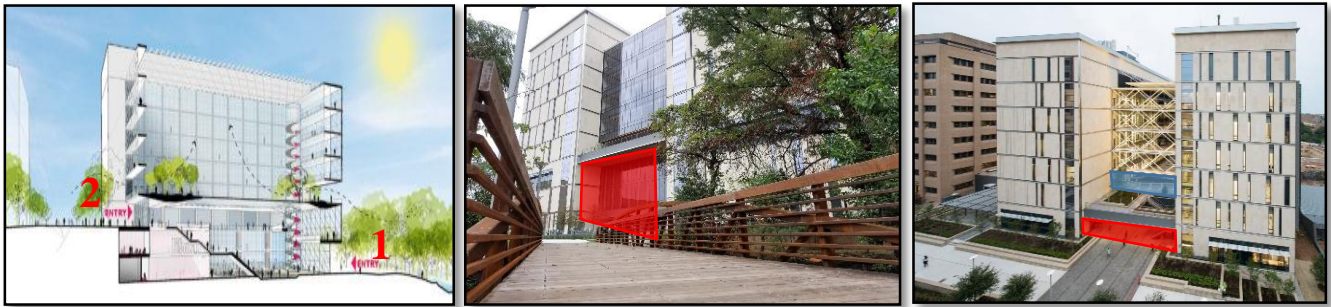


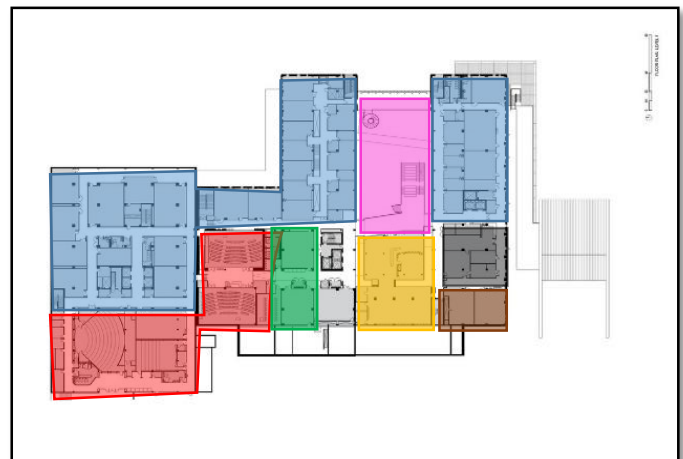
Figure 80: les deux entrées de projet TX
Source : Google Earth et traiter par l'auteur

3.2.2.8. Organisation des espaces :

A. Plan de rez-de-chaussée :

Ce niveau contient plusieurs services :

- ✓ Les laboratoires (génie civil, architecture, les énergies renouvelables, mécanique... etc.)
- ✓ Les amphis, la bibliothèque, réfectoire, les bureaux, locaux technique,
- ✓ Atrium jeu un rôle technique et un autre fonctionnel (espace commun, de repos, la lecture...voire la figure 81)
- ✓ Réfectoire placé juste après l'atrium qui jeu le rôle de connectivité entre tous les services dans ce niveau.



■ Laboratoires	■ Amphis
■ Bibliothèque	■ Réfectoire
■ Atrium	■ Bureaux
■ Locaux technique	■

Figure 81: plan de RDC du projet TX
Source : web site Archdaily

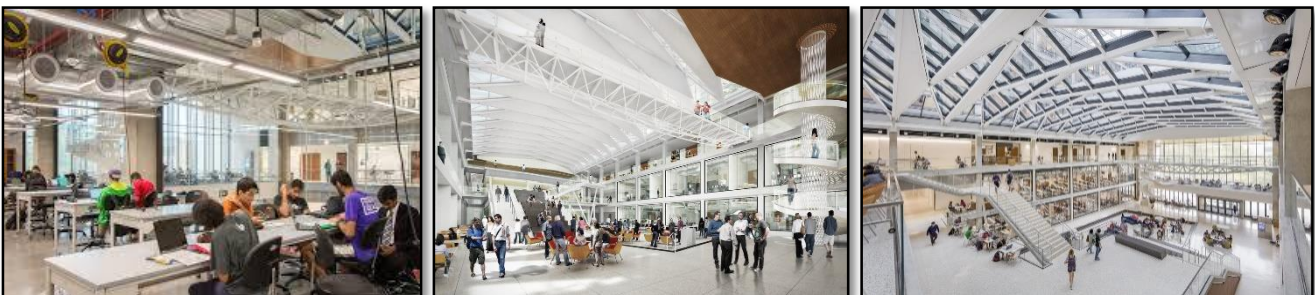


Figure 82: vues intérieur de projet (escalier)
Source : web site archdaily.

B. Organigramme spatial de RDC

- ✓ Distribution linéaire des espaces
- Formes réguliers
- ✓ Des couloirs droits (relation forts entre les espaces de projet)
- ✓ Circulation horizontal remarquable avec des couloirs à distance important
- ✓ Circulation vertical distribuer logiquement a plusieurs points dans le projet

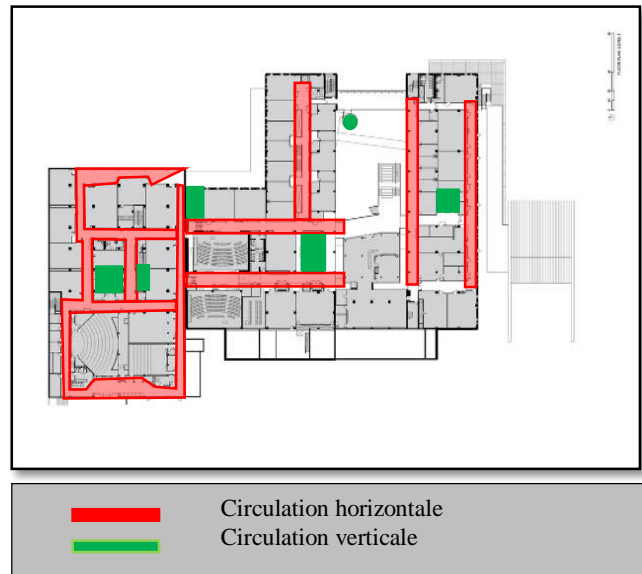


Figure 83: la distribution au niveau de RDC de projet TX
Source : web site et traiter par l'auteur

C. Plan de 1^{er} étage :

L'étage se compose de :

- ✓ Bloc administrative (1)
- ✓ Bloc des ateliers et des classes (2)
- ✓ Atrium avec une rampe (3)
- ✓ Bloc des laboratoires de recherche dans les technologies (4)

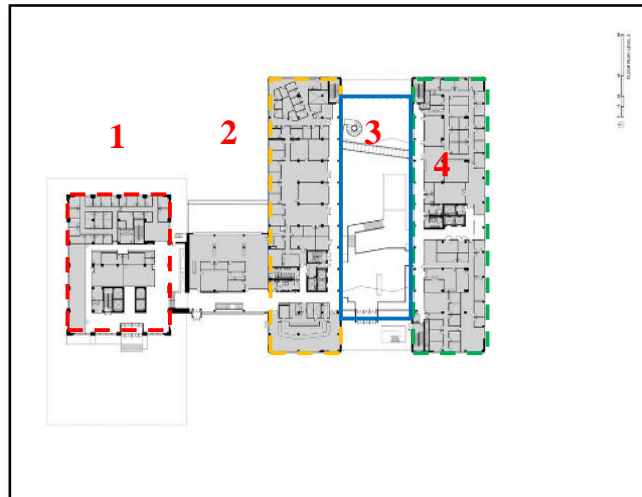


Figure 84: plan de 1er étage
Source : web site archi Daily

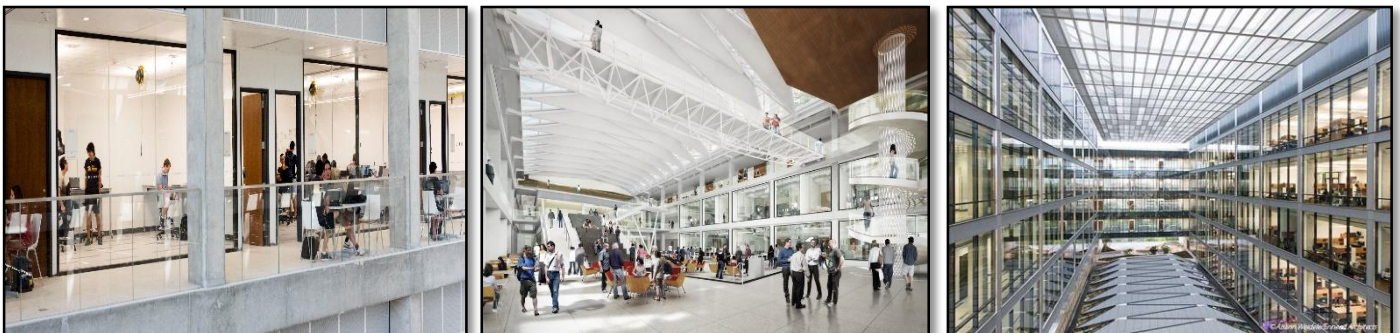


Figure 85: vues à l'intérieur de projet
Source : web site archi Daily.

D. Organigramme spatial de 1^{er} étage :

- ✓ Orientation des ateliers vers l'atrium pour capter plus de lumière naturel
- ✓ Une relation directe entre les espaces par des couloirs.
- ✓ Une relation directe entre l'étage et l'extérieur marqué par l'entrée principale
- ✓ Circulation horizontale avec des couloirs et aussi marqué par un pont liés les deux pavillons dans l'étage
- ✓ Circulation verticale avec des ascenseurs et escaliers marqués par l'un des escaliers sous une forme spirale à côté de l'entrée

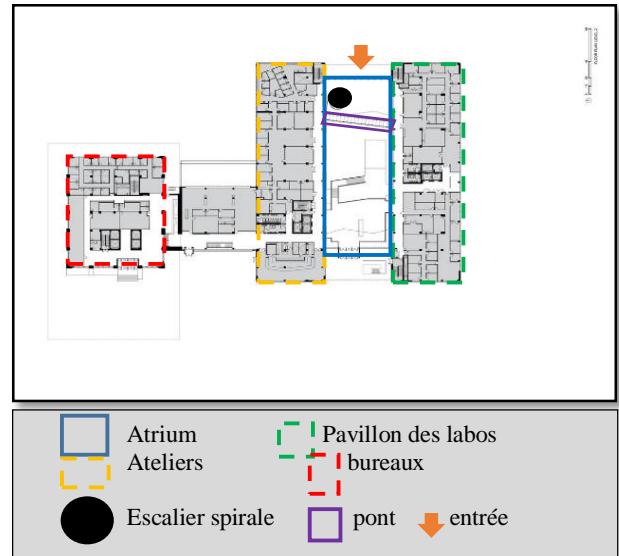


Figure 86: organigramme spatial de l'étage de projet TX
Source : web site archi Daily et traiter par l'auteur.

E. Plan de 3^{ème} étage :

Cet étage est composé de deux ailes, l'un pour les ateliers et l'autre pour les laboratoires, Conformément au domaine d'étude de l'école, dans cet étage le bâtiment a été conçu comme une vitrine pour l'ingénierie, avec une structure en béton et des systèmes de fermes en acier, des ponts, un toit en verre, des systèmes de protection solaire.

Les ailes sont reliées par un atrium public à trois hauteurs coiffé d'une structure de toit en verre et en acier pliée, qui devient également la base d'un volume extérieur de cinq étages, protégé du soleil par un écran suspendu entre les deux tours.

Des ponts de verre et d'acier relient les étages supérieurs du bâtiment le long des façades est et ouest.

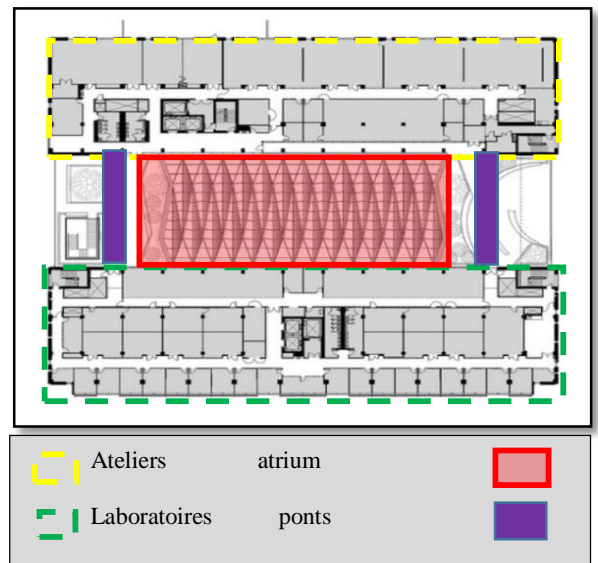


Figure 87 : plan de 3ème étage.
Source : web site d'Arch Daily traité par auteur



Figure 88: vues antérieur de projet
Source : archidaily.com

F. Organigramme spatial de 3^{ème} étage :

- ✓ Orientation des ateliers vers l'atrium pour capter plus de lumière naturel
- ✓ Une relation directe entre les espaces par des couloirs.
- ✓ Circulation horizontale avec des couloirs et aussi marqué par un pont liés les deux pavillons dans l'étage.
- ✓ Circulation verticale avec des ascenseurs et escaliers marqués par l'un des escaliers sous une forme spirale à côté de l'entrée.

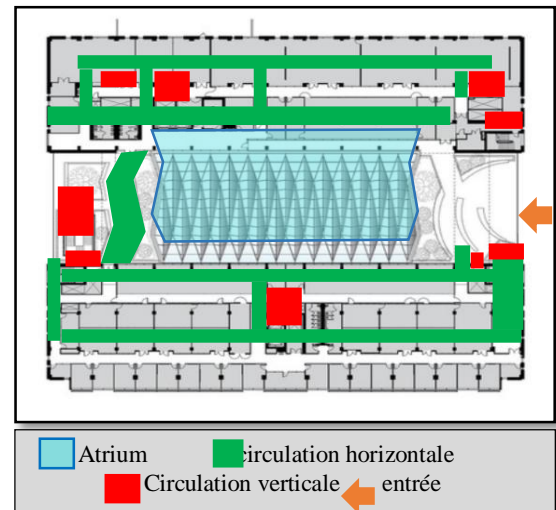


Figure 89: organigramme spatial de l'étage de projet
Source : Archi Daily traité par auteur

G. Plan de 4^{ème} à 7^{ème} étage :

La majorité des espaces de laboratoire dans le centre de projets de deux étages sont dotés d'un vitrage allant du sol au plafond, ce qui permet de montrer le travail des étudiants à toute personne passant par le bâtiment.

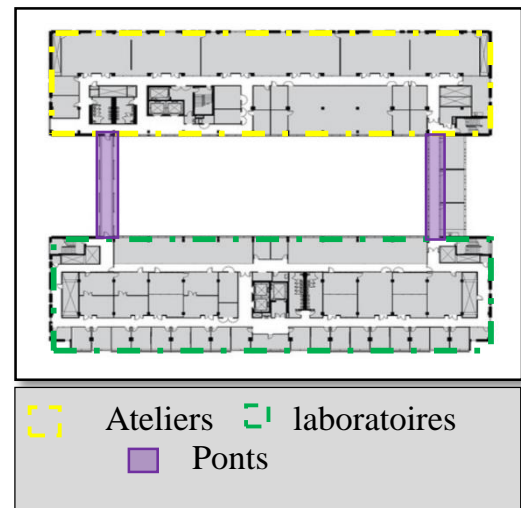


Figure 90: plan de 4^{ème} étage.
Source : Archi Daily traité par auteur.



Figure 91 : vues antérieur de projet
Source : archidaily.com

H. Organigramme spatial de 4^{ème} à 7^{ème} étage :

- ✓ Orientation des ateliers vers l'atrium pour capter plus de lumière naturel
- ✓ Une relation directe entre les espaces par des couloirs.
- ✓ Circulation horizontale avec des couloirs et aussi marqué par un pont liées les deux pavillons dans l'étage.
- ✓ Circulation verticale avec des ascenseurs et escaliers.

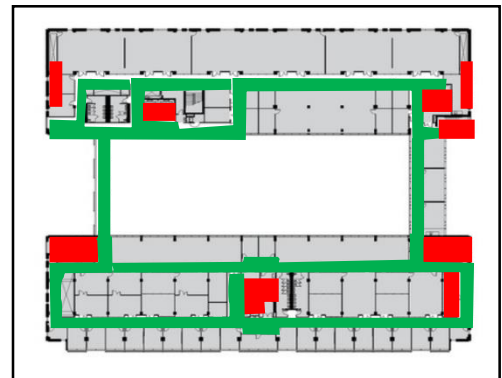


Figure 92: organigramme spatial de l'étage de projet TX.

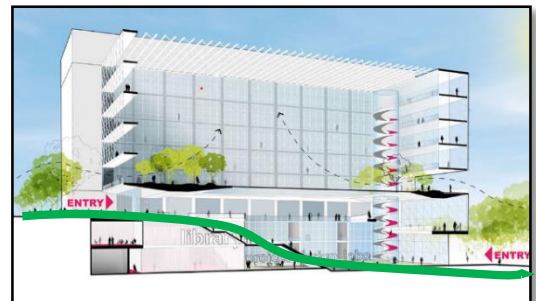
Source : Archi Daily traité par auteur

3.2.3. Aspects liées à la durabilité :

3.2.4. Éco-construction :

• Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

- ✓ Le projet est implanté sur terrain en pente Considérable, profité de l'inertie du sol pour ce projet.
- ✓ Ce projet entouré de bâtiments de différents gabarits mais avec des formes géométriques simple qui donne importance au projet qui bien intégré au site.
- ✓ L'utilisation les murs rideaux et le verre dans les façades ce qui permet de capter l'éclairage et pour créer un endroit d'apprentissage confortable et éclairé naturellement et aussi pour minimiser la consommation d'énergie.



— Pente ⊗ Le centre EERC
 ■ Les bâtiments voisins

Figure 93 : vue aérienne sur le projet EERC.
Source : Google earth traité par l'auteur.

• **Matériaux :**

Le bâtiment conçu autour des notions de "transparence et d'unification", Deux tours sont reliées par un volume de verre central avec des supports structurels à motif en losange sur sa façade. Les matériaux utilisés dans ce projet c'est :

- ✓ L'acier.
- ✓ Le béton précontraint et coulé sur place.
- ✓ Le bois.
- ✓ Le verre.



Figure 94 : vue de projet présenté les deux tours reliées par le volume centrale en verre.
Source : archidaily.com



Figure 95 : les matériaux utilisés dans la construction de projet.
Source : archidaily.com

• **Système constructif :**

- ✓ Le système constructif est mixte (acier et béton), utilisé dans l'atrium.
- ✓ Les murs des labs sont en verre, dans les deux pavillons.
- ✓ Utilisation de structure tridimensionnelle, dans le pont (la figure 97).



Figure 97: coupe longitudinale de projet EERC.
Source : web site Archidaily.com

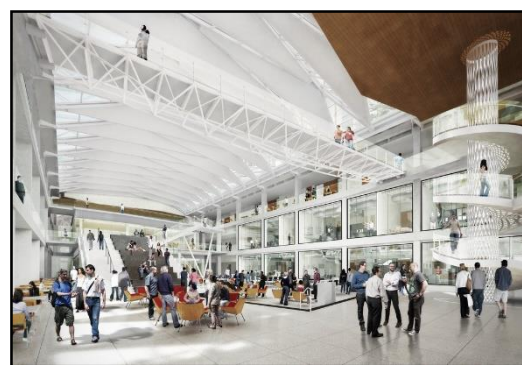


Figure 96 : vue antérieur qui présente la structure tridimensionnelle.
Source : archidaily.com

Synthèse :

Le projet de EERC de l'université de Austin c'est un centre de recherche qui contient plusieurs domaines de recherche, qui contient aussi un grand atrium qui relié les ailes de projet qui se présenté de deux tours de forme identique cette masse monstrueuse a donné le projet sa propre empreinte architecturale dans l'université, l'espace commun sous l'atrium fournier des plusieurs activités, concernant la durabilité l'inertie de sol c'est la technique le plus remarquable dans ce projet et l'utilisation de vitrage pour profiter l'éclairage naturel et minimiser la consommation d'énergie.



**CHAPITRE 03 : ETUDE
CONTEXTUELLE**

4. CHAPITRE 03 : ETUDE CONTEXUELLE

Introduction du chapitre :

L'élaboration d'un projet architectural nécessite au préalable une bonne connaissance du contexte dans lequel il s'inscrit, de ces composantes naturelles (climatique et géotechniques, de ces composantes physiques et géomorphologiques, les équipements d'envergure, l'état du bâti et aussi les orientations effectuées dans le même cadre qui influenceront la conception durable de notre projet dans la ville de Laghouat.

4.1. Présentation de la ville de Laghouat :

4.1.1. Situation géographique :

La ville de Laghouat est située dans le Nord du Sahara de l'Algérie, au pied de l'Atlas saharien. Elle est le chef-lieu de Wilaya de Laghouat et à 403 kilomètres au Sud de la capitale et sa superficie est de 25 052 km².

- ✓ Elle a un 750m d'altitude et une l'altitude de 32°55° et une longitude de 2°30°
- ✓ Sur le plan administratif, la Wilaya est composée de 10 Dairas et 24 communes

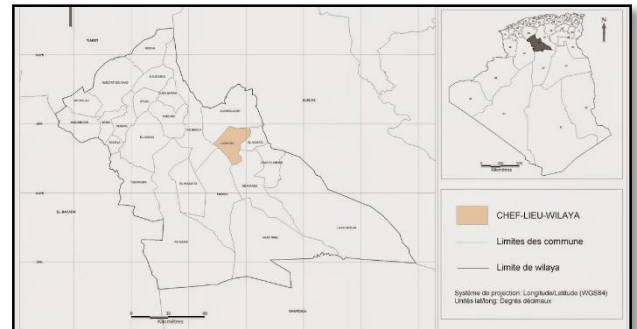


Figure 98: carte de situation géographique de la wilaya de Laghouat
Source : web site Découpage administratif de l'Algérie & Monographie

4.1.2. Limites de la ville :

- La wilaya fait partie des wilayas du sud de l'Algérie. Elle est limitée par les wilayas suivantes :
 - ✓ Au Nord : Tiaret
 - ✓ Au Sud : Ghardaïa
 - ✓ A l'Est : Djelfa
 - ✓ A l'Ouest : El-Bayadh
- La ville de Laghouat est limitée par les communes suivantes :
 - ✓ Au Nord : Sidi Makhloof
 - ✓ Au Sud-Est : Bennasser Benchohra
 - ✓ Au Sud-Ouest : Kheneg
 - ✓ A l'Est : Al-Assafia
 - ✓ A l'Ouest : Tadjemout

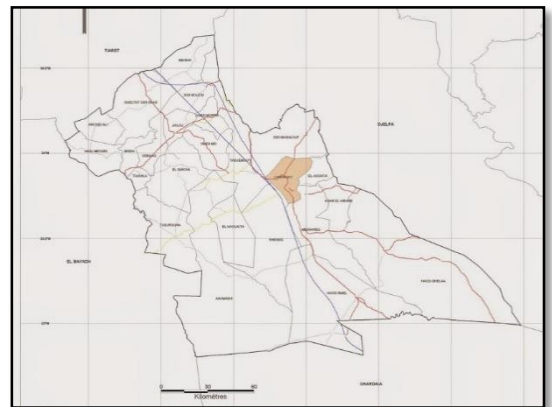


Figure 99: carte géographique de la ville de Laghouat
Source : web site Découpage administratif de l'Algérie & Monographie

4.1.3. Accessibilité à la ville :

4.1.3.1. Accessibilité aérienne :

Laghouat est desservie par un aéroport à 14 km au sud de la ville Laghouat, elle a trois directions (Alger, Oran, Constantine).

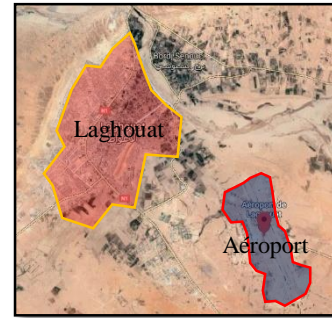


Figure 100: situation géographique de l'aéroport
Source : Google Earth et traité par l'auteur

4.1.3.2. Accessibilité routière :

La ville de Laghouat a deux routes principales :

- ✓ Route nationale 1 (Alger vers Tamanrasset)
- ✓ Route nationale 23 (Mostaganem vers Laghouat)

Et aussi elle a des routes secondaires vers les communes de la ville de Laghouat (Al-Assafia, Kheneg, Bennasser Benchohra).

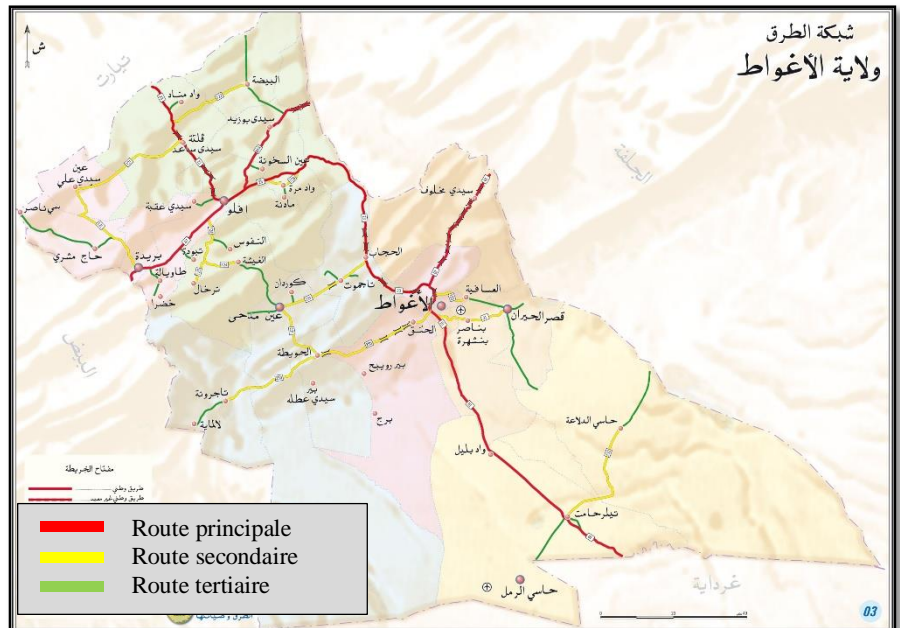


Figure 101: carte d'accessibilité routière de la ville de Laghouat
Source: web site mtp.gov.dz

4.2. Climatologie de la ville Laghouat :

4.2.1. Zone et climat de la ville de Laghouat :

La ville de Laghouat est classée selon le DTR dans la zone climatique D : elle comprend la zone pré de Sahara ; et le Sahara est caractérisé par un climat chaud et aride, il se distingue par sa particularité vu sa position continentale et sa proximité du Sahara qui lui confèrent les caractéristique suivantes : une saison estivale sèche et chaude et une saison hivernale légèrement chaude, la précipitation ne dépasse pas les 111.5 mm.

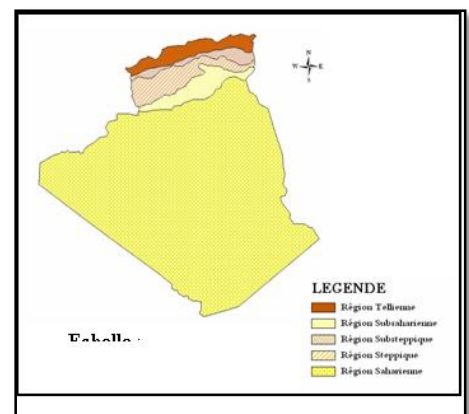


Figure 102: carte zone climatique algerie
Source : web site fr.climate-data.org

4.2.2. Type de ciel :

La zone se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année. Cependant les jours nuageux sont rares, la figure fournit une vue claire sur la portion de chaque

condition du ciel et la portion des jours nuageux est d'environ 5.91% de l'année entière et les jours. Ensoleillés constituent une portion d'environ 76.91%.

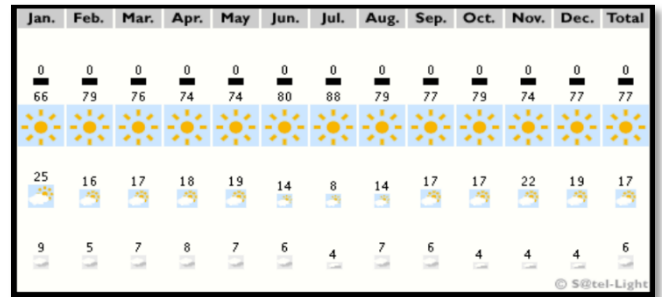


Figure 103: Fréquence des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux
Source: web site fr.climate-data.org

4.2.3. 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.

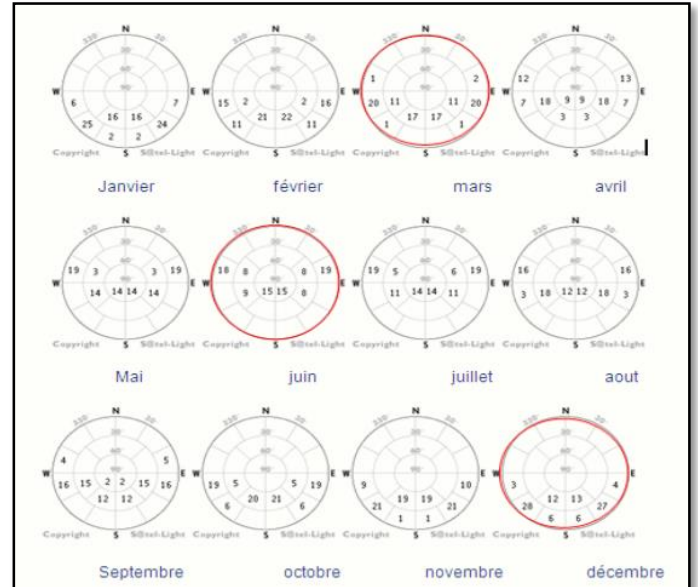


Figure 104: Fréquence mensuelle en (%) d'ensoleillement pour l'année
Source : mémoire de magister de Mr.Mokaddem

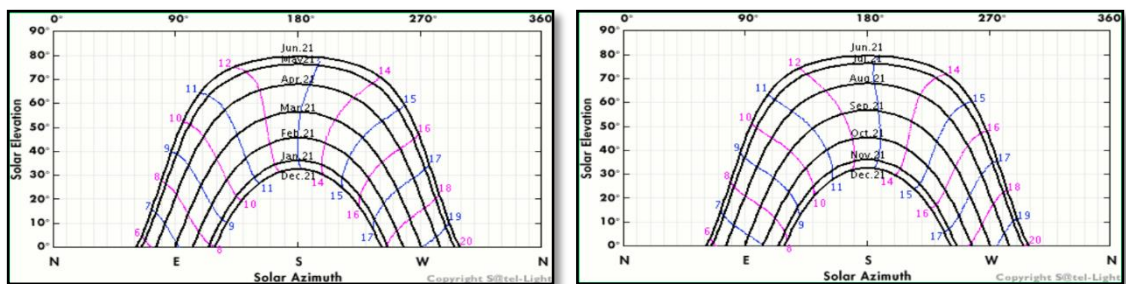


Figure 105: Diagramme solaire 1er semestre et 2ème Semestre
Source : mémoire de magister de Mr.Mokaddem

4.2.4. Vents :

Les vents dominant : sont de direction Ouest,

- **Le SIRICCO :** souffle 65-70 jours par an :
 - ✓ Mois de Mai (cause de graves préjudices aux cultures)
 - ✓ Mois de juillet (il est fréquent du côté Nord et Ouest, généralement sur les hautes terres). Ainsi que dans les mois de Juin et Juillet sur les basses terres
- **Le CHEHALIS :** venant du Sud provoque certaines dégât, dessèchements, ces vents sont souvent violents et leur vitesse varie de 15 à 30 m/s soit 58 à 108 Km/h de direction Sud- ouest fréquence 687 heures/mois.
- **Le BAHRI :** de direction Est-Ouest se manifeste d’Août Octobre, à partir de Septembre.

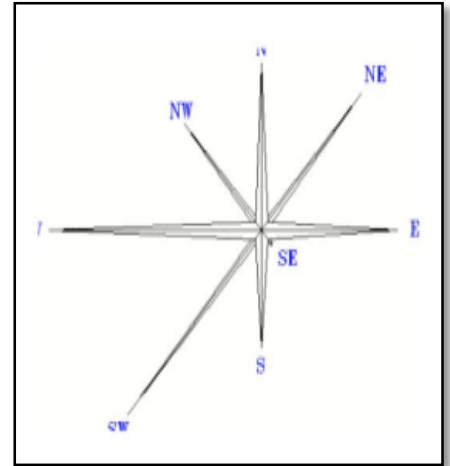


Figure 106: Rose des vents de la ville de Laghouat
Source : mémoire de Magister de Mr.Mokaddem

4.2.5. Température :

D’après la figure l’écart de température est entre 9 et 14°C. Pendant l’été, Les températures maximales et minimales dont les moyennes varient, respectivement entre 33 et 39°C, et entre 16 et 24°C. La figure (10) présentent les des mois de Juin, Juillet, Août et Septembre 2004.

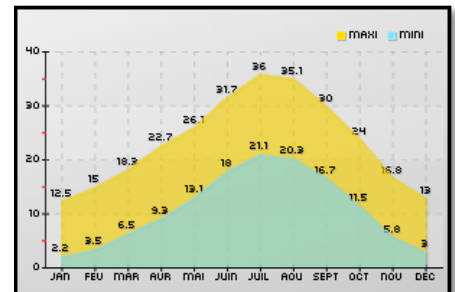


Figure 107: Température mensuelle minimale et maximale de Laghouat
Source : web site levoyageur.net

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	2	4	7	9	13	18	21	20	17	12	6	3	10,9
Température moyenne (°C)	7,5	9,5	12,5	16	19,5	25	28,5	27,5	23,5	18	11,5	8	17,2
Température maximale moyenne (°C)	13	15	18	23	26	32	36	35	30	24	17	13	23,4
Précipitations (mm)	7	14	12	16	15	10	1	107	18	18	15	5	238

Figure 108: statistiques de température sur la ville de Laghouat
Source : web site Le Voyageur et Climatedata

4.2.6. Humidité :

Elle est la vapeur d’eau en suspension dans l’air et se mesure en pourcentage de vapeur saturante de cet air. Le confort climatique dépend strictement de l’humidité. L’humidité est faible, elle s’explique par la faiblesse des précipitations, Les maximums d’humidité varient entre 40 en Février et de 45 en janvier Les minimums varient entre 17 en Juillet et 16 en Août.

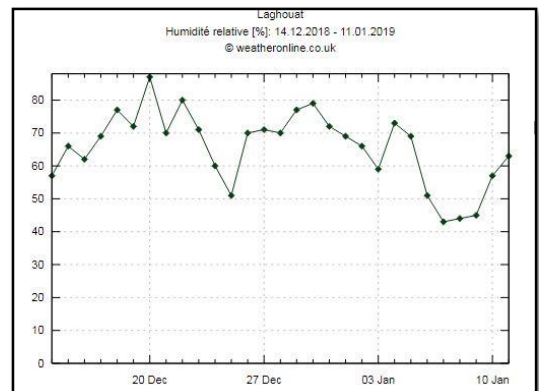


Figure 109: Diagramme de l’humidité de la ville de Laghouat
Source : web site wofrance.fr

4.2.7. Diagramme psychométrique :

L'analyse de diagramme psychométrique de la région de Laghouat, nous permet de constater que : les mois Mai, Juin et septembre sont inclus dans la zone du confort(5). Et les mois, Janvier, Février, Mars, Avril, Octobre, Novembre et Décembre situés dans zone de sous-chauffe (1-2). Donc ils nécessitent un dispositif de chauffage, Les mois juillet, aout ces trouve dans la zone de sur chauffe (8-10), ce qui signifie que le confort n'est pas accessible sans faire recours aux systèmes de rafraîchissement.

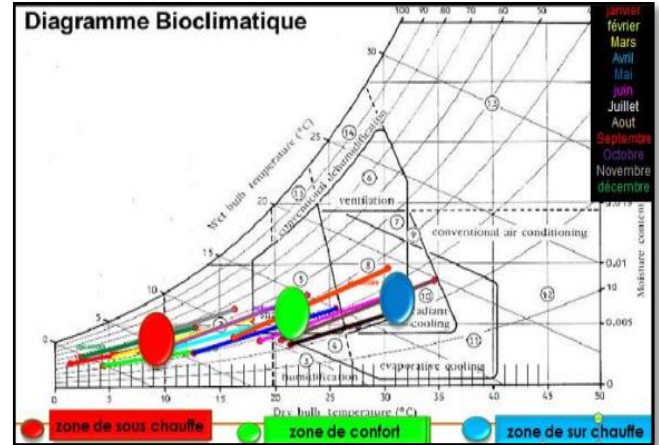


Figure 110: Diagramme psychométrique du Givoni de la zone de Laghouat.
Source : mémoire de magister de Mr.Mokaddem

4.3. Analyse de site d'intervention :

4.3.1. Motivation du choix de site :

Le terrain est intégré dans un nouveau pôle universitaire à proximité de la faculté d'architecture et génie civil, elle est visible de toutes les côtés avec une situation stratégique, intéressant et caractérise aussi par :

- ✓ Terrain plat
- ✓ Une grande superficie (suffisant pour notre programme)
- ✓ Forme rectangulaire

4.3.2. Situation de site :

Le site se situe dans la partie nord-ouest de la ville de Laghouat dans un nouveau pôle d'universitaire, le site est déjà proposé pour un équipement de recherche scientifique.



★ Université Ammar Thelidji □ le nouveau pôle □ site de projet

Figure 111: carte de situation de la ville de Laghouat et de site d'intervention
Source : Google earth et traiter par l'auteur

4.3.3. Accessibilité et flux :

Le nouveau pôle universitaire située à proche la route nationale n°01 (voie d'évitement) et entourée par rues secondaire avec deux entrées, et le nouveau pôle a des routes triaire. Concernant le flux de notre site est :

- le côté nord de projet : flux très important présenté par un parking qui facilité l'accessibilité au projet.
- le côté nord-est : l'entrée principale du pôle universitaire et la faculté de technologie qui sont offre a si important avec le coté de département nord-ouest
- il reste qu'un coté qu'a simple flux c'est le coté de sud.

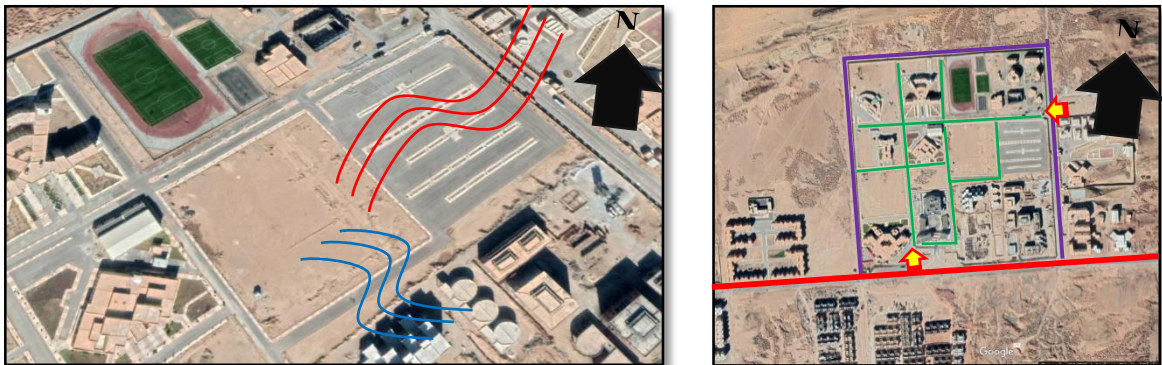


Figure 112: carte géographique de notre projet qu'est représenté l'accessible et le flux de site
Source : Google earth et traiter par l'auteur

4.3.4. L'environnement immédiat :

Notre site situé au centre de pôle universitaire, c'est-à-dire que le site entouré de nombreux bâtiments de l'université et des laboratoires a différents filières.

Des instituts prendre des formes géométriques simple entouré de notre site ce paramètres nous permet de penser à la forme de notre projet.

Des gabarits de différentes hauteurs et des gradations.

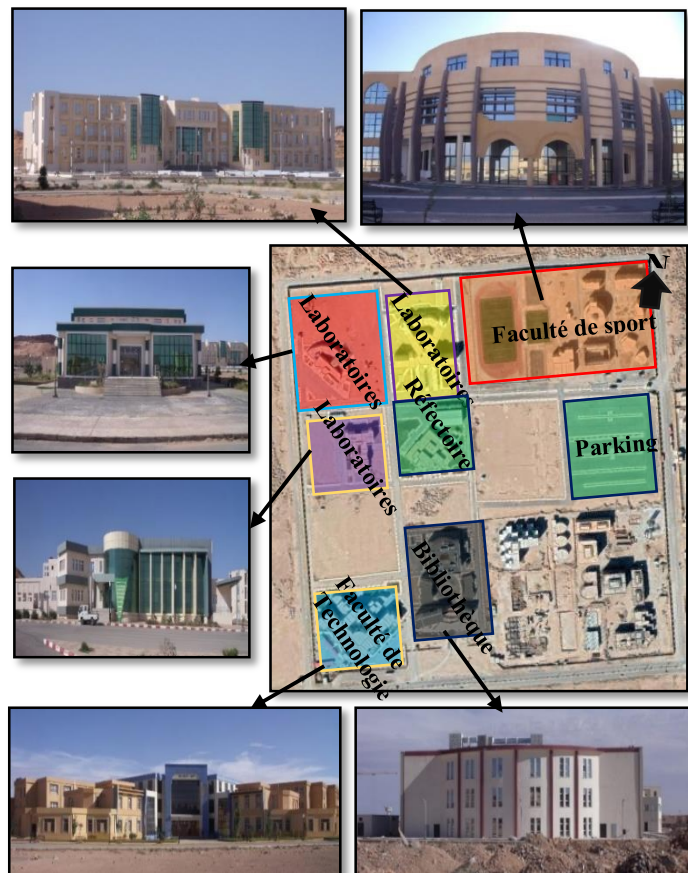


Figure 113: environnement immédiate
Source : Google Earth et traiter par l'auteur.

4.3.5. Morphologie de site :

Notre site est d'une forme rectangulaire et d'une surface 21600 m², notre projet occupée la moitié de cette surface, donc notre site est d'une forme rectangulaire et d'une surface 10800 m².

- ✓ Le site est d'un terrain plat.

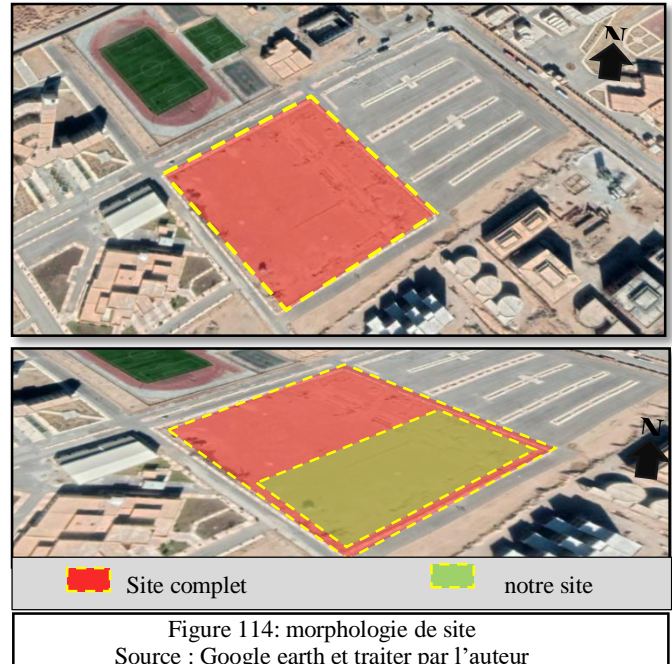


Figure 114: morphologie de site
Source : Google earth et traiter par l'auteur

4.3.6. Aspect climatique de site :

4.3.6.1. Vents :

La direction des vents de ce cas d'étude, nous savons que la ville de Laghouat a trois types des vents, comme suite :

- ✓ Les vents dominant sur la direction (Nord-Ouest).
- ✓ Les vents chauds sur la direction (Sud-Est).
- ✓ Les vents sable sur la direction (Sud-Ouest).

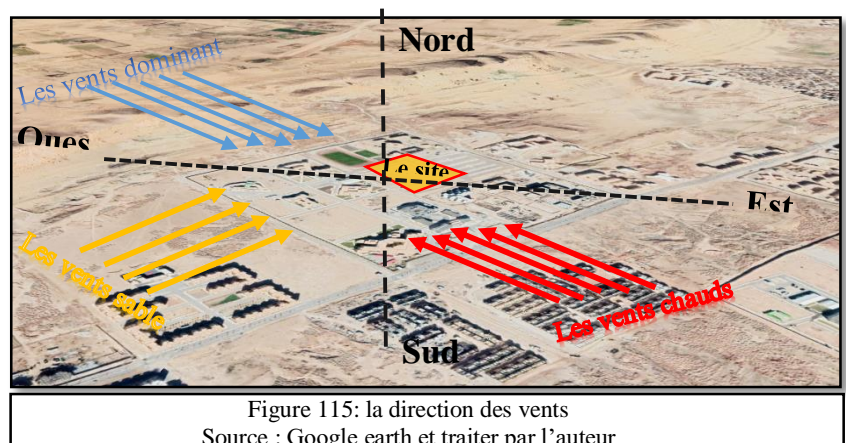


Figure 115: la direction des vents
Source : Google earth et traiter par l'auteur

4.3.6.2. Ensoleillement :

Du moment que le terrain possède 4 façades et les largeurs des voies est importantes et les gabarits de l'environnement immédiate à faible hauteur (pas de retombé d'ombre sur le terrain), nous pouvons dire que le terrain est bien ensoleillé.

Synthèse de chapitre :

D'après l'Analyse de site, nous concluons que le site occupe une position stratégique :

- ✓ Un bon emplacement : au centre de pôle universitaire
- ✓ L'équipement est bien accessible (parking).
- ✓ Un site est visible avec une bonne orientation.

The page features a minimalist design with several parallel diagonal lines crossing the page from the bottom-left to the top-right. A white rectangular box is centered horizontally, containing the chapter title in bold, black, uppercase letters.

**CHAPITRE 04 : ETUDE
PROGRAMMATIVE**

5. CHAPITRE 04 : ETUDE PROGRAMMATIVE

Introduction du chapitre :

Le programme est un moment en amont du projet, c'est une information obligatoire à travers laquelle l'architecture va pouvoir exister, c'est un point de départ mais aussi une phase préparatoire¹⁷

Dans ce chapitre on étudie le programme de notre projet (laboratoire d'architecture et génie civil) qui consiste en une énumération des entités et locaux nécessaires, avec leur localisation dans le projet et leur surface. Cela devra nous permettre de déterminer les exigences quantitatives et qualitatives du projet

5.1.Objectifs de la programmation :

La programmation d'un laboratoire d'architecture et génie civil est contribué aux points suivants :

- ✓ Déterminer le besoin en programme de surfaces et d'espaces on a procédé par la méthode de l'enrichissement à partir des données théorique et des exemples d'un programme de base afin de déterminer le programme finale.
- ✓ Étudier les différents modes de relations fonctionnelles.
- ✓ Définir les fonctions et les activités et leur hiérarchisation.

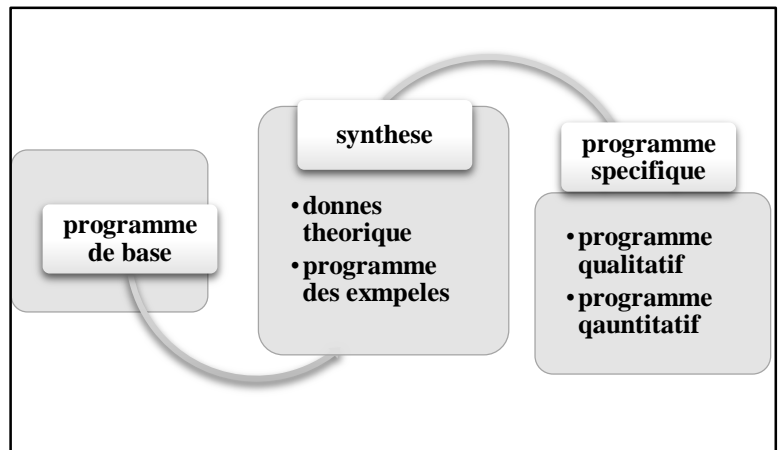


Figure 116: schéma explicative d'établissement d'un programme spécifique
Source : L'auteur

5.2.Présentation du projet :

C'est un laboratoire de recherche à l'université de Laghouat : Cette structure abrite l'activité de recherche scientifique et pédagogique dont deux services mère spécialisés en :

- ✓ Recherche scientifique en architecture.
- ✓ Recherche scientifique en génie civil.

Et notre projet cible par les usagers suivants :

- ✓ Chercheurs (Chercheurs, Chercheurs spécialisé, Les stagiaires).
- ✓ Personnels de recherches (ingénieurs, techniciens).
- ✓ Personnels d'enseignement (Enseignant, étudiants, chercheurs).

¹⁷ Cahier de l'EPAU n°= 2 3 1993 « programmation et conception en architecture », essais méthodologique, Mr AZOUZ enseignant de l'EPAU

- ✓ Personnels administratifs (Personnels de direction générale, Personnels de direction financière, Personnels de direction des personnels, Personnels de direction des services techniques).
- ✓ Visiteurs.

5.2.1. Les principes généraux d'organisation fonctionnelle :

Le programme de laboratoire de recherche en architecture et génie civil dépend des activités de base des chercheurs (chercher, publier, former, communiquer, animer, valoriser), donc on divise le programme sur deux fonctions (fondamental et secondaire).

- ✓ **pour assurer un bon fonctionnement et répondre aux besoins des usagers, donc**

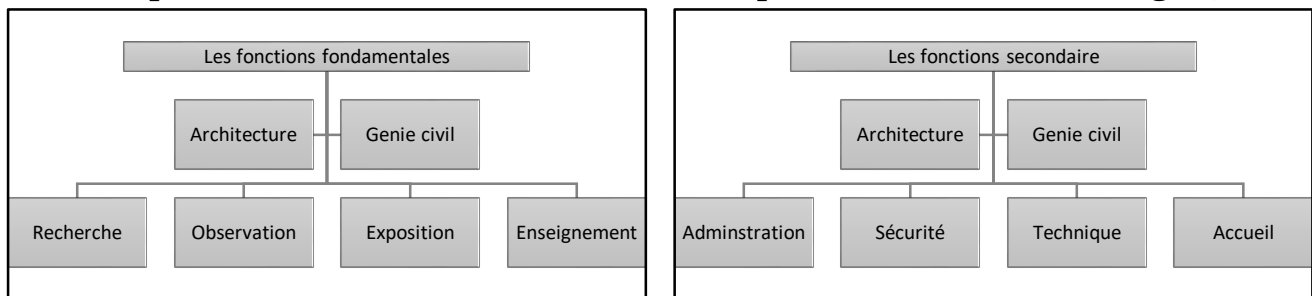


Figure 117: schéma de programme de base
Source : L'auteur

5.2.2. Les axes de recherche :

Dans chaque laboratoire de recherche en architecture et génie civil il existe des axes majeurs de recherche comme suivante :

5.2.2.1. En architecture :

A. Architecture et environnement :

- **Ambiances et confort des espaces construits :**

La recherche portée par cet axe c'est l'étude des espaces extérieurs en milieu construit et de bâtiments existants, le suivi de projets réalisés et l'analyse de dispositifs particuliers destinés à améliorer la qualité des ambiances et confort du bâtiment.

- **Matériaux et écoconstruction :**

La recherche portée par cet axe c'est l'étude et l'innovation dans les matériaux et construction à faible impact sur l'environnement et qui offre un confort très important aux usages.

- **Qualité environnementale et climat saharienne :**

La recherche dans cet axe c'est l'étude de l'influence de climat aride à la conception architecturale et les stratégies (solutions) pour prendre le confort à l'occupant

B. Urbanisme et développement durabilité :

- **Transport et mobilité urbain :**

La recherche dans cet axe c'est l'approche concernant les transports urbains et ces expériences de profonds bouleversements.

- **Ville et territoires :**

La recherche dans cet axe c'est l'étude de développement de l'habitat et des activités sur un territoire entraîne nécessairement des impacts sur l'environnement : augmentation des consommations énergétiques, rejets d'eau polluée, production de déchets, déplacements motorisés, bruit... Certains de ces impacts mettent en péril les écosystèmes et conditionnent directement la qualité de vie des citoyens

- **Intelligence urbaine :**

L'intelligence urbaine en tant qu'approche c'est l'étude de la ville bénéficiant d'une prise en charge technologique réelle peut aujourd'hui muter vers un écosystème intelligent, capable de s'engager avec ses citoyens, tout en responsabilisant ses employés et en optimisant les fonctionnements.

C. Architecture et patrimoine :

- **Patrimoine archéologique :**

L'étude de patrimoine archéologique est constituée de biens et de sites archéologiques. Ce sont des vestiges matériels du passé laissés sur place par des humains, après l'occupation d'un lieu.

- **Stratégie la valorisation du patrimoine :**

Dans cet axe la recherche va concentrer sur la valorisation du patrimoine consiste à faire connaître et à mettre un patrimoine local (architectural, artistique, naturel...) en valeur afin de favoriser l'attractivité du territoire.

- **Matériaux et techniques de bâti ancien :**

Cet axe de recherche est centré sur la définition des savoir-faire des techniques du patrimoine, ainsi que l'évaluation de la vulnérabilité physique par traitement des données et modélisation et ceci dans le cadre de l'étude du comportement des matériaux, la typomorphologie structurale.

D. Espace virtuel de conception architectural et urbaine :

- **Architecture numérique :**

Dans cet axe, comment développer la modélisation numérique jusqu'à ce qu'elle devienne une pratique experte et une spécialisation en soi.

- **Systémique design et écologique projectives :**

Cet axe s'intéresse aux méthodes et théories des sciences du vivant (la morphogénèse, les modèles écologiques, le bio-mimétisme), des sciences de l'information et de la

communication (la cybernétique, le big-data, la robotique) et des sciences de la complexité : démarches systémiques, écologie profonde (éco Sophie), systèmes de décision.

5.2.2.2. En génie civil :

A. Environnement :

La recherche de cet axe concerne principalement l'analyse du comportement des structures et des matériaux du génie civil en relation avec l'environnement. Ainsi les activités de recherche touchent l'amélioration des performances des matériaux avec un souci d'écologie et de durabilité.

B. Géotechnique et Géo-environnement :

L'axe géo-Environnement s'intéresse aux étudiés les sols et les sédiments qui présentent, à des degrés divers, des modifications physiques, chimiques et biologiques. La démarche intègre les effets de la fragmentation des paysages et des changements globaux et plus spécifiquement ceux en lien avec les changements climatiques. Cela implique le diagnostic et l'évaluation de l'état des écosystèmes, la définition de nouveaux indicateurs, la gestion de la biodiversité, l'ingénierie écologique.

C. Hydraulique :

La recherche dans cet axe c'est l'étude de L'hydraulique urbaine qui traite essentiellement du problème de conception des réseaux des distributions d'eau potable et d'évacuation des eaux usées et pluviales en milieu urbain. Cet article porte sur les aspects techniques ; voir aussi l'approche institutionnelle dans assainissement.

D. Matériaux et durabilité de construction :

La recherche dans cet axe c'est l'étude de la durabilité d'un ouvrage ou d'un produit de construction désigne son aptitude à conserver un niveau de performance fonctionnelle attendu au cours du temps.

E. Structure :

L'activité de cet axe c'est regroupe plusieurs grandes thématiques qui s'appuient sur des essais de laboratoire pour :

- Génie parasismique et dynamique des structures
- Renforcement et réhabilitation des structures à l'aide de matériaux composites
- Aspects structuraux et mécaniques

F. Mécanique des sols :

Cet axe caractérise par l'application des lois mécaniques et hydrauliques au matériau sol dans des domaines d'application différente, milieux naturels (problèmes de glissement de terrain) et les ouvrages en sol (routes, voies ferrées, barrages, digues de bassins en terre, plates-formes maritimes...) ou des déblais (talus, canaux, bassins...).

5.3. Programme qualitatif :

5.3.1. Accueil :

C'est le premier espace de contact avec le public, il est proche à l'entrée principale de bâtiment et il est souvent en double hauteur il assure l'articulation entre l'extérieure et l'intérieure, il a comme rôle principale l'information et l'orientation des visiteurs, il est également l'espace générateur de relation avec les autres fonctions de l'équipement.



Figure 118: accueil
Source : Google image

- **Confort d'ambiance** : éclairage (300 à 500 lux), niveau acoustique (40 dB), débit d'air ($18\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 28°C)
- **Equipements** : Plans de laboratoire, Panneaux d'affichage, Affichage des consignes de sécurité, affichage du règlement intérieur du laboratoire de recherche en architecture et génie civil.

5.3.2. Administration :

Au cœur des services de laboratoire, la fonction administration, gestion, organisation prend en charge le quotidien des activités administratives. Et contient par :



Figure 119: administration
Source : Google Image

- Bureau de directeur
 - Bureau de secrétaire de la direction générale
 - Bureaux d'informaticien
 - Bureau des services de gestion
 - Bureaux responsables des laboratoires
 - Bureaux des chefs des blocs
 - Archive
 - Salle de réunion
- **Exigence particulier** : Espace sécurisé, Elle sera visible par le public dès son entrée dans le hall.
 - **Confort d'ambiance** : éclairage (300 lux), niveau acoustique (40 dB), débit d'air ($18\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 26°C).
 - **Equipements** : bureaux administratif avec les chaises, étagères pour les archives, les poste d'informatique, outillage informatique, tables, table de réunion...

5.3.3. Réfectoire :

Un espace de restauration collective destiné aux étudiants. Pour objectif de servir une nourriture et une boisson à prix modéré.

Elle est généralement organisée sous forme de cafétéria, avec un système de libre-service. Organisation permet d'économiser les frais de personnel, en évitant d'avoir à assurer un service de table.

- **Exigence particulier :** Elle est constituée de de plusieurs espaces (de stockage, local et technique) et l'exigence d'une cuisine (frigorifère et cuisinière...).
- **Confort d'ambiance :** éclairage (500 lux), niveau acoustique (40 dB), débit d'air ($18\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 26°C).
- **Equipement :** chaises, tables.



Figure 120: cafétéria d'un laboratoire de recherche
Source : Google image

5.3.4. Médiathèque :

Un espace consultables des données rassemblées sur des laboratoires variés, correspondant aux différents médias (livre, cd, article ...).destinés aux chercheurs et étudiants ou autres personnes intéressées. Dépend le même type d'organisation de la bibliothèque.

- **Exigence particulier :** Les rayons du soleil ne doivent pas pénétrer dans la salle .et Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux-ci ont plutôt des qualités thermiques.
- **Confort d'ambiance :** éclairage (500 à 700 lux), niveau acoustique (30 a 60 dB), débit d'air ($45\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (20 à 26°C).
- **Equipement :** Bureau de la bibliothécaire, Tables, Chaises, Comptoir de prêt...



Figure 121: médiathèque
Source : Google image

5.3.5. Atelier de construction :

C'est une espace de collaboration de l'architecture et du génie civil qu'est un ensemble des activités qui sont représenté la construction, et contient par deux axes principale :

➤ Matériaux de construction :

Cet axe concerne tout (composant des matériaux, mode d'utilisation, la durabilité, la consommation d'énergie...),



Figure 122: atelier de construction
Source : Google image

elle est fait ça par coopère entre les chercheurs de l'architecture et les chercheurs de génie civil.

➤ Structure de bâtiment :

Cet axe concerne tous qu'est (les éléments structuraux, la dynamique de structure, la structure dans la conception...). Cette étude est centré l'architecture et du génie civil.

- **Exigence particulier** : espace libre, double vitrage, double fenêtre et ceux- ci ont plutôt des qualités thermiques
- **Confort d'ambiance** : éclairage (700 lux), niveau acoustique (40 dB), débit d'air ($60\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (18 à 26°C).
- **Equipement** : grandes tables, chaises, panneaux pour présentation, matériels (crics, outils de construction...), outils d'informatique...

5.3.6. Salle d'exposition :

Une salle d'exposition c'est une espace où sont souvent exposés des ouvrages de l'architecture et du génie civil, C'est un espace assez vaste pouvant accueillir à un instant donné un grand nombre de personnes (50 au minimum) venant admirer les œuvres, cet espace il faut placer dans le bloc commun.

- **Exigence particulier** : Isolation phonique. La bonne visibilité
- **Confort d'ambiance** : éclairage (700 lux), niveau acoustique (40 dB), débit d'air ($18\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 26°C).
- **Equipement** : des Panneaux d'affichage Et matériel d'exposition...



Figure 123: salle d'exposition à paris
Source : Google image

5.3.7. Bureau de surveillance :

C'est un espace où il est surveillé les activités humaine à l'intérieur et l'extérieur de laboratoire, il est connecté avec plusieurs caméras dans chaque endroit de laboratoire.

- **Exigence particulier** : La bonne visibilité et proche à l'entrée principale, double vitrage
- **Confort d'ambiance** : éclairage (300 à 500 lux), niveau acoustique (30 à 40dB), débit d'air ($18\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 26°C).
- **Equipement** : plusieurs télévisions, téléphones, outillage d'informatique, table, chaise...

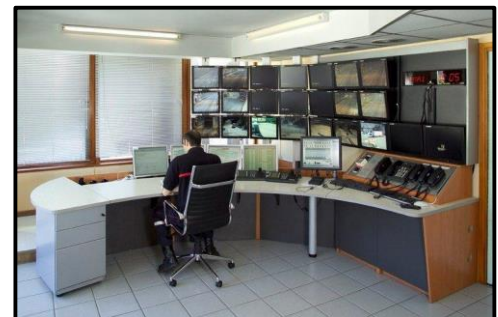


Figure 124: bureau de surveillance
Source : Google image

5.3.8. Entité d'architecture :

5.3.8.1. Laboratoires d'architecture et environnement :

C'est un ensemble des laboratoires dans le domaine architecture et environnement pour les activités de recherche dans son domaine soit des recherches appliquées ou des recherches théoriques, et chaque laboratoire a même caractéristique de l'autre.



Figure 125: exemple d'un laboratoire d'architecture et environnement
Source : web site architecture et design

- **Exigence particulier** : L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux-ci ont plutôt des qualités thermiques Elle sera invisible par le public
- **Confort d'ambiance** : éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air ($18\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 26°C).
- **Équipement** : Un plan de travail fixe, les placards de rangement, lavabo, les tables et les chaises et l'installation de recherche, des Poste informatiques.

5.3.8.2. Laboratoire d'urbanisme et développement durabilité :

C'est un ensemble des laboratoires dans le domaine de l'urbanisme et développement durabilité pour l'étudier et la recherche concerne tous qu'est en relation avec la ville, le territoire de la ville et développement durable...

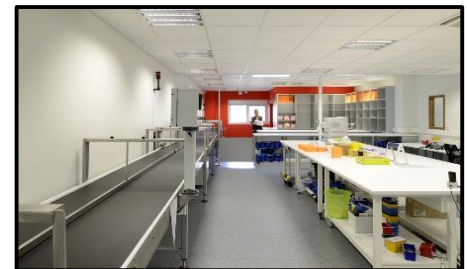


Figure 126: exemple d'un laboratoire d'urbanisme et territoire
Source : web site architecture-adhoc

- **Exigence particulier** : L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux-ci ont plutôt des qualités thermiques Elle sera invisible par le public
- **Confort d'ambiance** : éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air ($18\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 26°C).
- **Équipement** : Un plan de travail fixe, les placards de rangement, lavabo, les grandes tables, les chaises et l'installation de recherche, des Poste informatiques. Outillage de maquette...

5.3.8.3. Laboratoire d'architecture et patrimoine :

C'est un ensemble des laboratoires dans le domaine de l'architecture et patrimoine où ils sont étudiés et la recherche la valorisation du patrimoine, patrimoine archéologique et matériaux et métiers bâtis anciens...



Figure 127: exemple d'un laboratoire d'archéologique
Source : <https://cervo.ulaval.ca/fr>

- **Exigence particulier :** L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire. Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs. Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux-ci ont plutôt des qualités thermiques. Elle sera invisible par le public.
- **Confort d'ambiance :** éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air (18m³/h/pers), confort thermique (21 à 26°C).
- **Équipement :** Un plan de travail fixe, les placards de rangement, lavabo, les tables et les chaises et l'installation de recherche, des Postes informatiques.

5.3.8.4. Laboratoire d'Espace virtuel de conception architectural et urbaine :

C'est un grand laboratoire qui est composé par deux laboratoires spécialisés par architecture virtuelle et numérique pour étudier et innover les outils d'informatique de l'architecture ...



Figure 128: exemple d'un laboratoire d'informatique et espace virtuel
Source : web site chic-cm

- **Exigence particulier :** L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire. Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs. Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux-ci ont plutôt des qualités thermiques. Elle sera invisible par le public.
- **Confort d'ambiance :** éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air (18m³/h/pers), confort thermique (21 à 26°C).
- **Équipement :** Un plan de travail fixe, les placards de rangement, les tables et les chaises et l'installation de recherche, lavabo, des Postes informatiques. Outillage d'informatique...

5.3.9. Entité de génie civil :

5.3.9.1. Laboratoire d'environnement :

C'est un espace de recherche applique et recherche de développement de deux thèmes principales concerne le milieu environnementale contamine et développement les technologies de son domaine.

- **Exigence particulier :** L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux- ci ont plutôt des qualités thermiques Elle sera invisible par le public
- **Confort d'ambiance :** éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air ($30\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 26°C).
- **Équipement :** Un plan de travail fixe, les placards de rangement, lavabo, les tables et les chaises et l'installation de recherche, des Poste informatiques. Outillage pour les travaux pratique...



Figure 129: exemple d'un laboratoire de génie civil
Source : web site ghrmsa.fr

5.3.9.2. Laboratoire de géotechnique et de géo-environnement :

C'est espace de recherche applique dans deux thème principale (géotechnique et géo-environnement) qu'il se concentre sur la recherche des ressources naturelles : l'eau, les sols et la dépollution...

- **Exigence particulier :** L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux- ci ont plutôt des qualités thermiques Elle sera invisible par le public
- **Confort d'ambiance :** éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air ($30\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 26°C).
- **Équipement :** Un plan de travail fixe, les placards de rangement, lavabo, les tables et les chaises et l'installation de recherche, des Poste informatiques, Matériel de laboratoire de précision...



Figure 130: exemple d'un laboratoire de géotechnique
Source : web site lcbtp.com

5.3.9.3. Laboratoire d'hydraulique :

C'est un grand espace pour la recherche et l'analyse hydrodynamique des structures du génie civil (barrages, écluses, centrales hydroélectriques...) et Réalisation de modèles physiques à grande ou petite échelle...



Figure 131: exemple d'un laboratoire d'hydraulique
Source : web site hach.ulg.ac.be

- **Exigence particulier** : grand espace libre, L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux- ci ont plutôt des qualités thermiques Elle sera invisible par le public
- **Confort d'ambiance** : éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air (30m³/h/pers), confort thermique (21 à 26°C).
- **Equipement** : Un plan de travail fixe, les placards de rangement, lavabo, des grandes tables et, chaises, l'installation de recherche, des Poste informatiques, Matériel de laboratoire d'hydraulique ...

5.3.9.4. Laboratoire des matériaux et durabilité de construction :

C'est un laboratoire spécialisé dans le domaine de la science des matériaux du Génie Civil, et plus particulièrement de la durabilité des matériaux , il est associant des travaux conduits sur les plans expérimental, théorique et pratique, avec pour objectifs la compréhension et la modélisation du comportement et/ou de l'évolution des matériaux et des ouvrages dans leur environnement.



Figure 132: exemple d'un laboratoire des matériaux de construction
Source : web site anmopyc

- **Exigence particulier** : L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux- ci ont plutôt des qualités thermiques Elle sera invisible par le public
- **Confort d'ambiance** : éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air (30m³/h/pers), confort thermique (21 à 26°C).
- **Equipement** : Un plan de travail fixe, les placards de rangement, des grandes tables et, chaises, lavabo, l'installation de recherche, des Poste informatiques, Matériel de laboratoire (machine de compression, cisaillement,...)

5.3.9.5. Laboratoire de structure :

C'est un grand espace de recherche appliqué dans trois thèmes principaux (page ...) pour effectuer une gamme d'essais, particulièrement pour réaliser des essais de flexion ainsi que pour d'autres types d'essais structuraux.



Figure 133: exemple d'un laboratoire de structure
Source : web site polymtl.ca

- **Exigence particulier** : grande hauteur (double hauteur), L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire
Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux-ci ont plutôt des qualités thermiques Elle sera invisible par le public
- **Confort d'ambiance** : éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air (30m³/h/pers), confort thermique (21 à 26°C).
- **Équipement** : Un plan de travail fixe, les placards de rangement, des grandes tables et, chaises, lavabo, l'installation de recherche, des Poste informatiques, Matériel de laboratoire (crics, machine de flexion...).

5.3.9.6. Laboratoire de mécanique des sols :

C'est un espace de recherche appliqué et recherche de développement dans deux thèmes (page...) pour caractériser/identifier les matériaux étudiés, puis pour tester leur comportement en fonction du temps et des mouvements mécaniques des sols.



Figure 134: exemple d'un laboratoire de mécanique des sols
Source : web site batiments-leguillerm

- **Exigence particulier** : L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire
Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage, double fenêtre et ceux-ci ont plutôt des qualités thermiques Elle sera invisible par le public
- **Confort d'ambiance** : éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air (30m³/h/pers), confort thermique (21 à 26°C).
- **Équipement** : Un plan de travail fixe, les placards de rangement, lavabo, des grandes tables et, chaises, l'installation de recherche, des Poste informatiques, Matériel des essais de laboratoire

5.3.10. Atelier de laboratoire :

Dans chaque laboratoire a un espace pour l'entretien aisé et consulte les résultats des essais de laboratoire et rencontre les chercheurs de chaque l'axe de laboratoire.

- **Exigence particulier :** L'ambiance acoustique et lumineuse doit être similaire
- **Confort d'ambiance :** éclairage (450 à 700 lux), niveau acoustique (40dB), débit d'air ($30\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (21 à 26 °C).
- **Equipement :** Un plan de travail fixe, les placards de rangement, les tables et les chaises et l'installation de recherche, des Poste informatiques.



Figure 135: exemple d'un atelier pour les chercheurs
Source : web site guenin-architectes

5.3.11. Magasin de laboratoire :

C'est un espace de stockage des matériels, des matériaux des essais de laboratoire et des outils techniques ...pour l'aide les chercheurs dans son recherche et son étude.

- **Exigence particulier :** Espace sécurisé. Une relation avec les laboratoires
- **Confort d'ambiance :** éclairage (300 à 500 lux), niveau acoustique (30dB), débit d'air ($18\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (18 à 21 °C).
- **Equipement :** les placards de rangement, tables, armoires



Figure 136: exemple d'un espace de stockage
Source : web site lbtp.com

5.3.12. Salle de conférence :

Cet espace accueille les conférences sur différents Domaines de communication, pour recevoir des réunions, Conférence, fêtes, spectacle et des projections, et dans chaque bloc a une salle de conférence, et ouverte tout le public

- **Exigence particulier :** La bonne visibilité, La pente est nécessaire pour la visibilité, Isolation acoustique de l'auditorium, Perméabilité par rapport à l'ensemble des espaces de la médiathèque.
- **Confort d'ambiance :** éclairage (100 à 300 lux), niveau acoustique (60dB), débit d'air ($18\text{m}^3/\text{h}/\text{pers}$), confort thermique (18 à 21 °C).



Figure 137: exemple d'une salle de conférence
Source : web site geniusmeetings

- **Équipement** : Equipée en sonorisation micros HF et fixes, chaises vidéoprojecteur, écran, tables présidents,

5.3.13. Salle de commission :

Salle qui, permet de faire des travaux de groupe entre les équipes de recherche à une partie des personnes présentes à la manifestation. Dans chaque bloc a salle de commission, placé dans chaque pavillon de laboratoire.

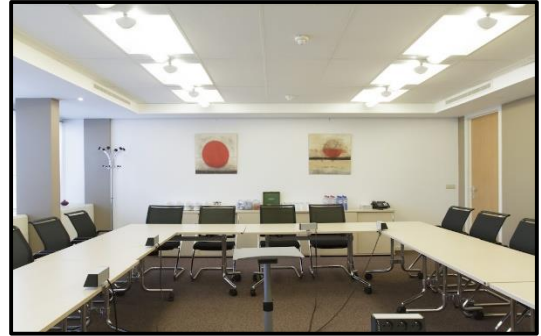


Figure 138: salle de commission
Source : web site eventonline.be

- **Confort d’ambiance** : éclairage (200 à 400 lux), niveau acoustique (60dB), débit d’air (18m³/h/pers), confort thermique (18 à 21 °C).
- **Équipement** : chaises, tables, vidéoprojecteur, écran, paperboard Agencées à votre convenance : en U, table ronde

5.3.14. Salle des réunions :

Permet d’organiser des réunions de travail entre l’administration et les chefs des équipes des chercheurs, des conférences, formations ou autres réunions à distance tout en donnant l’impression d’être tous présents dans la même salle.



Figure 139: exemple d'une salle des réunions
Source : web site sicontact.net

- **Confort d’ambiance** : éclairage (200 à 300 lux), niveau acoustique (40dB), débit d’air (18m³/h/pers), confort thermique (18 à 21 °C).
- **Équipement** : chaises, tables, vidéoprojecteur, écran, table ronde

5.4. Programme quantitatif :

SERVICE : ACCUEIL			
ESPACE	SURFACE (m ²)	QUANTITIE	SURFACE TOTALE (m ²)
Réception et information	18	3	54
Poste de sécurité	16	1	16
Hall d'attente	45	3	135
Circulation			144
SURFACE TOTAL = 349 m²			

Tableau 2: tableau des surfaces (service d'accueil)
Source : l’auteur

SERVICE : ADMINISTRATION			
ESPACE	SURFACE (m²)	QUANTITE	SURFACE TOTAL (m²)
Bureau directeur	20	1	20
Secrétaire de la direction générale	12	1	12
Salle d'attente	18	1	18
Bureaux des services de gestion	18	3	54
Bureaux responsables des laboratoires	18	2	36
Bureaux responsables des blocs	18	2	36
Bureau d'informaticien	20	1	20
Archive	12	1	36
Salle des réunions	70	1	70
Sanitaire (de 4 personnes)	14	8	56
Circulation			150
SURFACE TOTALE = 508			

Tableau 3: tableau des surfaces (service d'administration)
Source : l'auteur

SERVICE : BLOC D'ARCHITECTURE			
ESPACE	SURFACE (m²)	QUANTITE	SURFACE TOTAL (m²)
Urbanisme et développement durable	55	3	165
Architecture et patrimoine	40	3	120
Architecture et environnement	50	3	150
Espace virtuel de conception architecturale et urbaine	40	2	120
Atelier	72	4	288
Sanitaire	10	8	80
Bureau des chercheurs	20	4	80
Salle de conférence	110	1	110
Magasin /stockage des matériels	32	1	32
Maintenance et technique			
Circulation			190
SURFACE TOTALE = 1220 m²			

Tableau 4: tableau des surfaces (services de bloc d'architecture)
Source : L'auteur

SERVICE : BLOC DE GENIE CIVIL			
ESPACE	SURFACE (m²)	QAUNTITE	SURFACE TOTAL (m²)
Matériaux et durabilité de construction	70	1	70
Structure	140	2	280
Mécanique des sols	50	1	60
Hydraulique	140	2	280
Environnement	50	2	100
Géotechnique et Géo-environnement	50	2	100
Atelier	60	6	360
Bureau des chercheurs	20	6	120
Salle de conférence	120	1	120
Salle de commission	60	1	60
Magasin /stockage des matériels	25	1	25
Maintenance et technique/ vestiaires	18	1	18
Circulation		350	
SURFACE TOTAL= 1920 m²			

Tableau 5: tableau des surfaces (service de bloc de génie civil)
Source : L'auteur

Synthèse de chapitre :

L'approche programmatique est la liaison entre les deux parties majeures du travail, qui articule les trois approches (théorique, thématique, et) avec l'approche architecturale qui donne la naissance au projet.

- Après cette étude programmatif on a défini une idée globale sur l'organisation spatiale de laboratoire de recherche en architecture et génie civil à la ville de Laghouat. déterminer les fonctions principales et secondaires de notre projet et la hiérarchisation des relations fonctionnelle entre eux.

The page features a minimalist design with several parallel diagonal lines crossing the page from the bottom-left to the top-right. A central white rectangular box with a thin black border contains the chapter title. The lines are composed of multiple thin, closely spaced parallel lines, creating a sense of depth and movement.

**CHAPITRE 05 : ETUDE
CONCEPTUELLE**

6. CHAPITRE 05 : ETUDE CONCEPTUELLE

Introduction du chapitre :

Dans cette phase, nous allons expliquer les démarches et les différentes étapes que nous avons suivies pour concrétiser notre projet (laboratoire de recherche en architecture et génie civil), en prenant en considération les différentes contraintes. Tout en rappelant la relation étroite qui existe entre le site, le programme établi et l'idée de base.

6.1. Démarche conceptuelle :

Afin d'arriver à une formalisation simple et logique du projet, nous avons adopté une démarche conceptuelle claire et objective pour nous permettre de cerner le maximum de paramètres qui peuvent rentrer dans la projection architecturale.

6.2. Concepts :

Nous avons pu identifier les concepts principaux de notre projet lors des études précédentes (théorique, analytique, programmatif), l'indentification des concepts concernant le contexte, donc on a regroupé les concepts comme suit :

6.2.1. Concepts liés au contexte climatique :

Sous des conditions climatiques difficiles comme c'est le cas de la ville de Laghouat, le bâtiment doit assurer la fonction de confort de l'utilisateur, pour qu'il puisse pratiquer ses activités normalement. Ce qui nous permet de définir les éléments suivants comme des concepts dans notre projet :

- Choisir **le patio** comme un concept et une solution pour faire un microclimat à l'intérieur de chaque bloc de notre projet, qu'il assure la protection, l'inertie et l'ombre ce qui garantit un climat sain et confortable des occupants.
- Utiliser le système de ventilation et refroidissement (**tour à vent**) comme une solution dans le climat chaud et aride.
- Utiliser des matériaux massifs pour augmenter l'inertie thermique.
- Prévoir des vitrages isolants (par exemple double vitrage), qu'il faut protéger par des volets, des stores et des casquettes, tout en privilégiant l'éclairage naturel des espaces.
- Eviter les surchauffes estivales en protégeant le bâtiment par une végétation appropriée.
- Utiliser des dispositifs architecturaux de protection tels que la protection mobile, toiture opaque, casquette, etc...

6.2.2. Concepts liés à la programmation du projet :

Après étude programmatique qu'est la liaison entre les deux parties majeures du travail, qui articule les trois approches (théorique, thématique, et) avec l'approche architecturale qui donne la naissance au projet. Nous avons défini les éléments suivants comme des concepts dans notre projet :

- Divise le projet sur 3 blocs selon les fonctions principales de notre programme et spécifier la surface de chaque bloc et la liaison entre eux.
- Positionner les blocs avec la logique de la relation entre eux, et déterminer la hauteur de chaque bloc selon son surface et le programme.

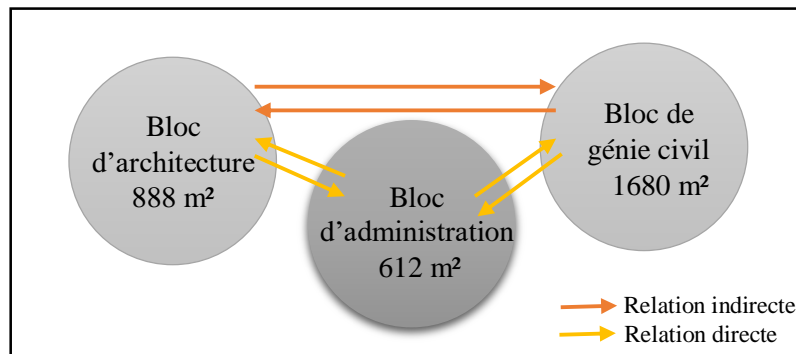


Figure 140: schéma explicatif de relation entre les fonctions principales (blocs)
Source : L'auteur

6.2.3. Concepts liés à l'architecture :

On a fait une projection d'une partie de l'histoire de l'architecture dans notre projet qui fait une combinaison entre les concepts de l'architecture ancienne et contemporain c'est à dire **les tendances de l'architecture moderne et contemporain**, d'choisi quelque concepts selon la fonction principale de notre projet, afin de montrer le développement de l'architecture au fil du temps et de motiver les chercheurs à développer et inventer.

- Donc on a choisi les éléments suivants comme des concepts dans notre projet :

A. L'ARCHITECTURE MODERNE :

- **la géométrie du plan** : dans ce concept on a utilisé le principe du tracé régulateur (**modulor de Corbusier**) pour déterminer les proportions de notre projet. La méthode du tracé régulateur se base sur l'utilisation de triangles rectangles pour déterminer les proportions d'un bâtiment, en effet ceux-ci permettent de trouver une longueur et une largeur dont la beauté est visible à l'œil nu. *"Le tracé régulateur est une satisfaction d'ordre spirituel qui conduit à la recherche de rapports ingénieux et de rapports harmonieux. Il confère*

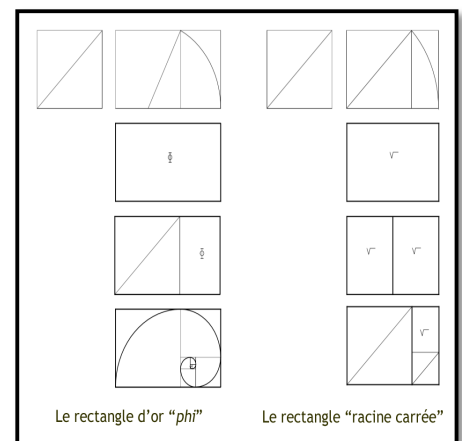


Figure 141: la géométrie de rectangle d'or et racine carré
Source : web site nicolas-poussin.com

à l'œuvre l'eurythmie."¹⁸. Pour obtenir un confort maximal dans les relations entre l'usage et son espace vital.

- **Horizontalité** : Nous avons pris le principe de l'horizontalité de Corbusier comme un concept pour le but de présenté dans notre plan et façade.
- **formes compacte** : c'est le principe de plusieurs architectes de mouvement moderne (Corbusier, Richard Miere...), Pour minimiser les déperditions énergétiques et protéger contre les vents.
- **notion d'appelé et repère au projet** : plusieurs projets de mouvement moderne ont été marque par cette notion, donc le projet doit être un élément d'appel qui invite les gens à le visiter à travers un traitement exceptionnel, sa forme, sa morphologie, son gabarit ou sa position dans l'université.

B. L'ARCHITECTURE CONTEMPORAINE :

- **Système constructif** : on s'est inspiré du système constructif (**poteau incline**) par l'architecte **Zaha Hadid** utilisé dans ses certains projets et défini comme un concept dans notre projet pour que le message soit bien clair et marque l'évolution de l'architecture à travers le temps.
- **La transparence** : « *J'essaie d'utiliser en architecture des éléments immatériels tels que la transparence, la légèreté ou la vibration de la lumière. Ces ingrédients font partie de la composition au même titre que les formes et les volumes* »¹⁹, on a

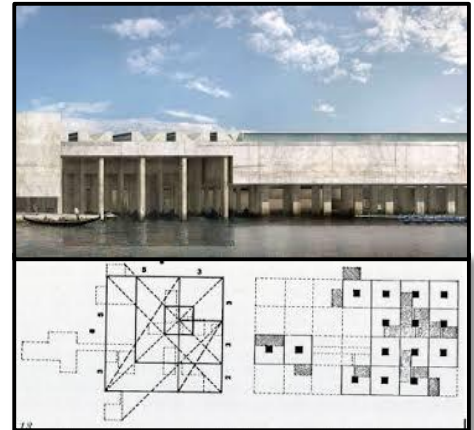


Figure 142: Hospital Venecia (Le Corbusier) et conception de Modulor
Source : web site thegalleria.eu



Figure 143: Congresso Nationale, Brésil
Source: web site tripadvisor.fr



Figure 144: Zaha Hadid, Strasbourg Terminus
Source: web site flickr.com

¹⁸ Le Corbusier, *Vers une architecture*, 1923.

¹⁹ (Renzo Piano, 1994).

pris cette technique ou style comme un concept de notre projet pour marquer l'architecture contemporaine dans notre façade.

- **L'apparence de structure** : on a pris le concept de l'architecte Renzo Piano dans ses projets (centre Pompidou) comme un concept dans notre conception pour l'apparition de concept et de rôle de génie civil dans notre projet.
- **Escaliers à l'extérieur de bâtiment** : on a choisi ce geste du projet de Renzo piano (Academy Museum of Motion Pictures) comme un geste pour marquer l'architecture contemporain et facilite la circulation de notre projet.
- **Absence de la symétrie** : comme les principes de l'architecture contemporaine, on a cassé la symétrie dans notre volume, cela en prenant les actions suivantes pour éviter la symétrie :
 - Faire un décrochement dans notre composition volumétrique selon les fonctions des espaces et pour faire un jeu de volume.
 - Ajoute des éléments verticaux et horizontaux dans les façades pour des raisons de la protection solaire.

6.2.4. Concepts liés à la durabilité :

On a pris les techniques de l'architecture bioclimatique comme des concepts dans notre projet pour adapter au climat, par la propre physique de la construction, un microclimat intérieur plus confortable que les conditions extérieures, de manière à économiser les dépenses énergétiques.

- **Patio et tour à vent** : pour concevoir un climat sain et confortable des usages et réduire la consommation énergétique
- **Energie renouvelable** : Nous avons choisi l'énergie solaire comme un concept dans notre projet parce que notre projet situe à zone saharienne, lange durée estivale.
- **Traitement de façades** : Outre leurs qualités esthétiques (**façades ventilées** et les **façades dynamiques**) garantissent aussi une protection thermique et assure la durabilité et la résistance de l'ouvrage.



Figure 147: Centre Pompidou (Renzo Piano)
Source: web site leparisien.fr



Figure 147: Academy Museum of Motion Pictures (Renzo Piano)
Source: web site Variety



Figure 147: Carré d'art (Norman Foster)
Source : web site de Norman Foster.

- **protection des ouvrants** : Cette protection est assurée par des éléments architectoniques (les galeries, les portes à faux et les éléments fixes verticaux et horizontaux).
- **transparence** : ce concept est assurée une relation entre l'intérieur et extérieur de notre projet et pour de l'économie l'énergie, par le captage de rayant solaire pour éclairer l'intérieur avec l'éclairage naturel durant les heures de travail.
- **Végétation** : la présence de la végétation dans notre projet à quatre formes pour assurer un confort thermique, visuel et lumineux.
 - **La présence de végétale dans le patio** : Il est bien évident que les arbres peuvent être efficaces pendant la période d'été par leurs effets de bloquer le rayonnement solaire (créer l'ombre), donc on a choisi ce concept dans notre projet pour cette raison et pour le refroidissement de l'intérieur du projet.
 - **Mur végétalise** : La végétalisation des façades offre une surface végétale supplémentaire et significative pour l'épuration de l'air et la production d'oxygène. Pour cela on a intègre un mur végétalise dans une façade de notre projet.
 - **Toiture végétalise** : Un impact technique sur la durabilité et le confort du laboratoire. En effet, les toitures végétalisées offrent : une inertie thermique permettant de réaliser d'importantes économies d'énergie, une isolation phonique parce qu'elle absorbe les ondes sonores et une protection de l'étanchéité et du rayonnement thermique solaire.
 - **Ecran végétale** : la végétation à l'extérieur de projet est assurer une protection contre les vents sables, donc il doit faire ce concept dans notre projet.

6.3.Genèse de projet :

Le laboratoire de recherche en architecture et génie civil est un lieu de recherche, d'étude et d'innovation, il doit disposer d'un environnement approprié, d'une forme et de technique reflétant l'importance de l'innovation dans le domaine de l'architecture et du génie civil.

- Notre idée dans ce projet est de rapprocher le concept et le rôle de l'architecture et du génie civil et la combinaison les deux dans la construction
- Dans notre projet on montrant les paramètres et les bases de chacun soit dans la conception pour que le message soit bien clair pour tous.
- Notre idée est claire et montre l'évolution des techniques de construction entre le passé et le présent, ce qui motive et inspire les chercheurs et les étudiants à innover et à développer.

6.4. Matérialisation des idées :

Notre projet est réalisé par 7 étapes qui représentent le processus de la genèse de projet et on résume les étapes dans la figure suivante :

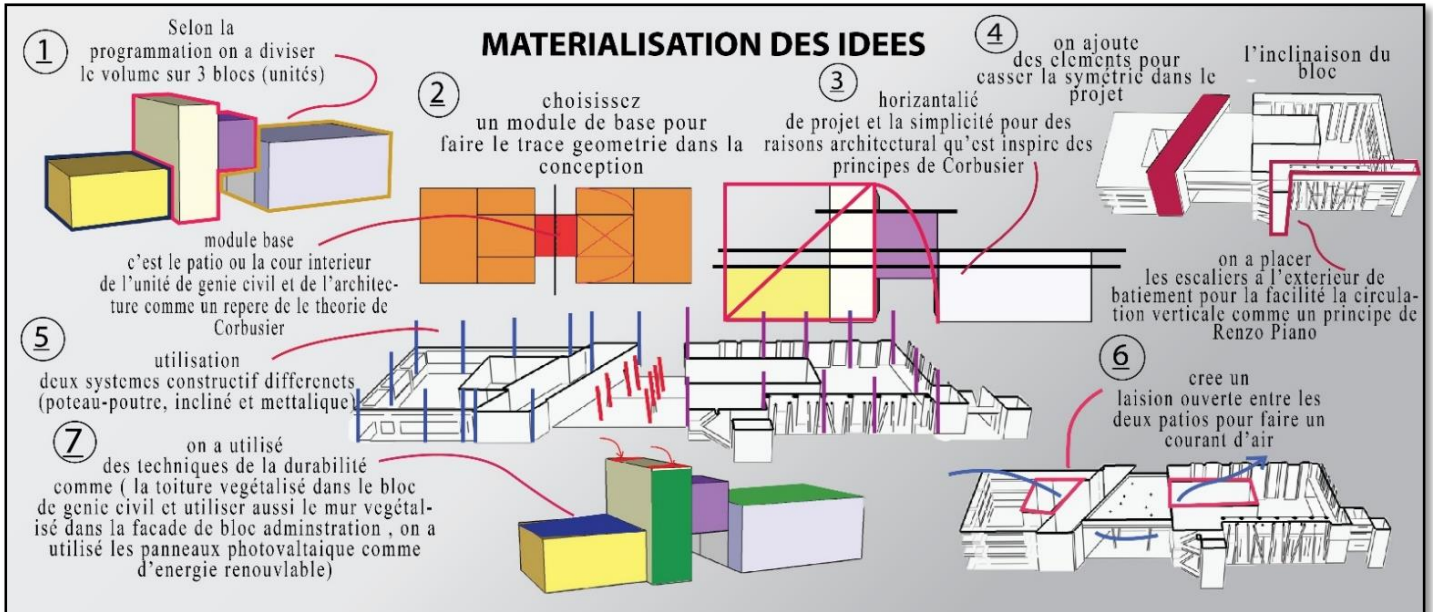


Figure 148: schéma de matérialisation du projet
Source : l'auteur

1. 1^{er} Etape : selon la programmation, on a divisé le volume sur 3 unités (blocs) :

Après avoir le programme quantitatif de notre projet, nous avons trouvé que le projet doit se diviser en trois blocs (bloc pour l'architecture et autre pour le génie civil et autre pour les services commun entre les deux).pour avoir une bonne organisation spatiale

2. 2^{ème} Etape : la géométrie du plan (choisissez un module de base pour faire la trace géométrie dans la conception) : pour obtenir le plan de notre projet.

3. 3^{ème} Etape :

horizontalité et la simplicité de notre projet : comme des principes inspirés de l'architecture moderne et pour des raisons de confort (Pour minimiser les

déperditions énergétiques et protéger contre les vents)

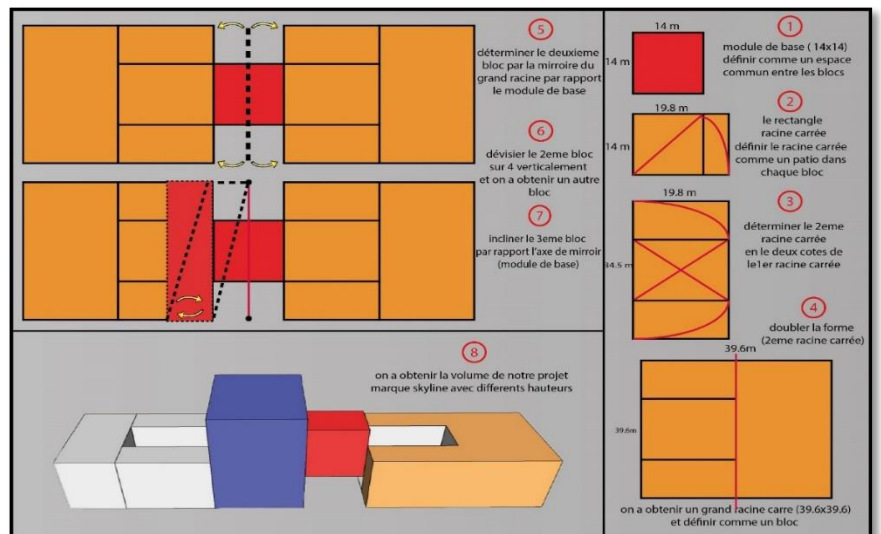
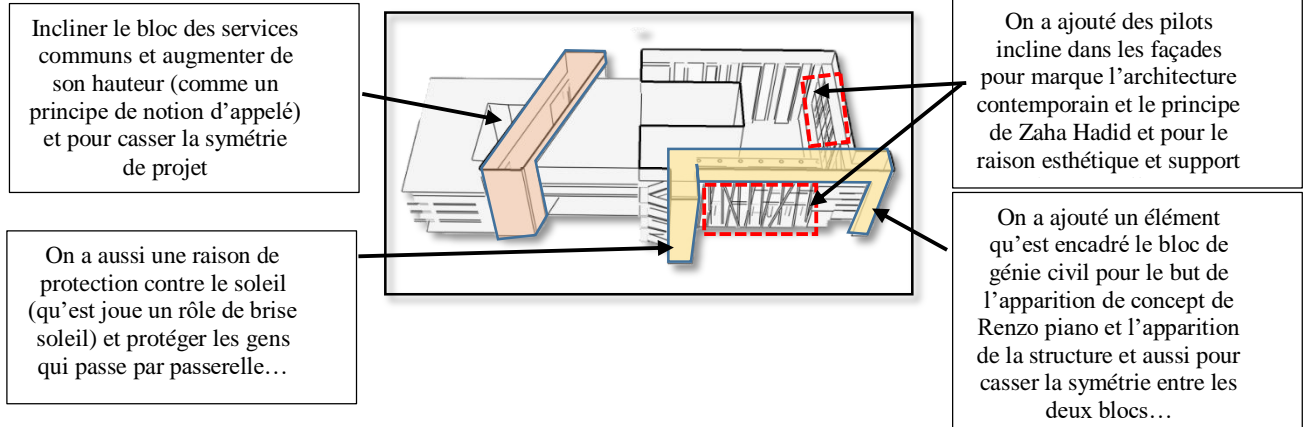
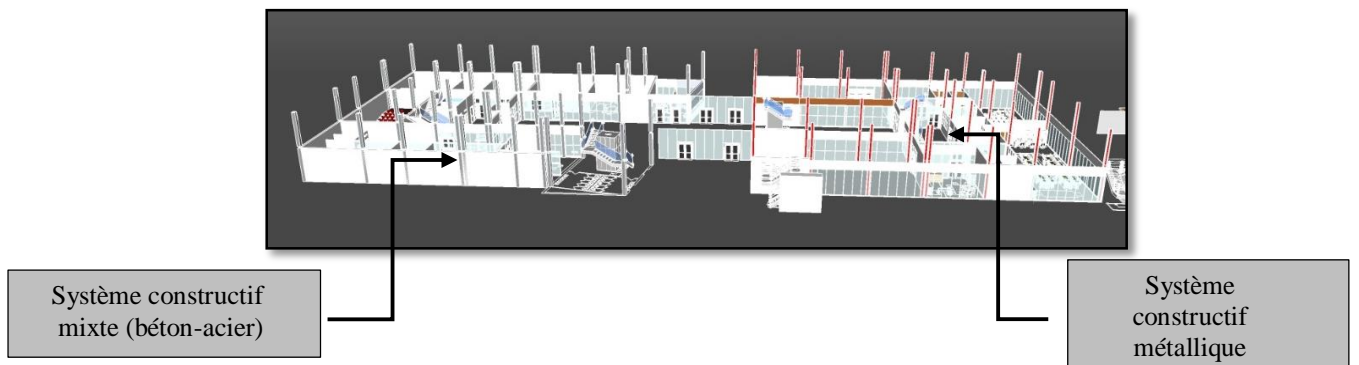


Figure 149: la géométrie du plan
Source : l'auteur

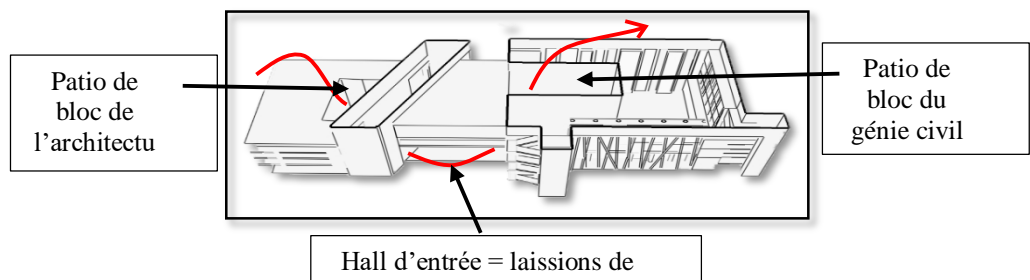


4. 4^{ème} Etape : on a ajouté des éléments pour casser la symétrie dans le projet : (comme un principe de l'architecture contemporaine c'est l'absence de la symétrie)

5. 5^{ème} Etape : choisir deux systèmes constructifs différents (métalliques et mixtes) : Nous avons utilisé la structure métallique dans le bloc de génie civil pour aides les chercheurs d'innover dans leur recherche, et dans le bloc d'architecture on a utilisé le système mixte (béton-acier), on a fait cette combinaison pour le but de motive et inspire les étudiants et les chercheur pour l'innover et développer...



6. 6^{ème} Etape : faire une laissions ouverte entre les deux patios : pour faire un microclimat dans ces conditions climatique de la ville de Laghouat on a créé deux cours au centre de chaque bloc et faire un laissions entre les deux pour le courant d'air



7. 7^{ème} Etape : intégré les techniques de la durabilité dans notre projet : pour économiser l'énergie de notre projet et pour un confort intérieur optimal et bien être...

- A. **Panneau solaire (énergie renouvelable) :** Nous avons choisi le côté sud de projet pour intégrer les panneaux solaire de capter maximum les rayons solaire.
- B. **Tour à vent :** Nous avons choisi le bloc de l'administration pour intégrer le tour à vent puisque ce bloc est le plus élevé que les autres blocs, pour capter maximum de l'air.
- C. **Toiture végétalisée :** Nous avons choisi cette technique pour toutes les parties de terrasse du projet qu'est minimisée la chaleur et rayons soleil

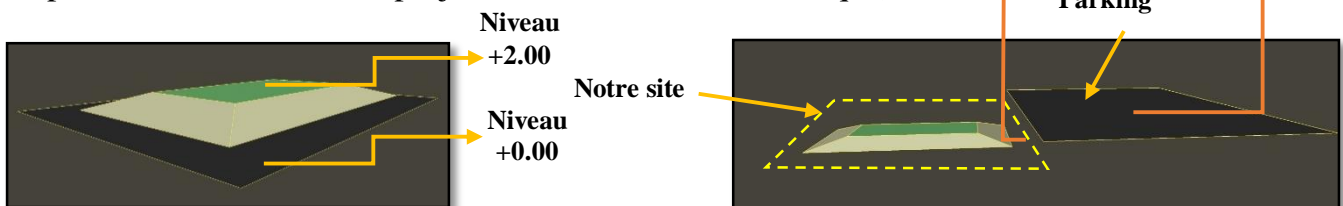
6.5. Conception de l'espace extérieur :

6.5.1. Implantation :

Comme nous avons dit dans le chapitre précédent que nous avons choisi la moitié de la surface complète donc on a implanté notre projet dans un rectangle avec une surface de 10800 m², et augmenter ou bien élevé le niveau de sol jusqu'à 2 mètre pour créer un terrain en pente entourée le projet de raison conceptuelle (pour donner la valeur au projet et à la recherche scientifique)

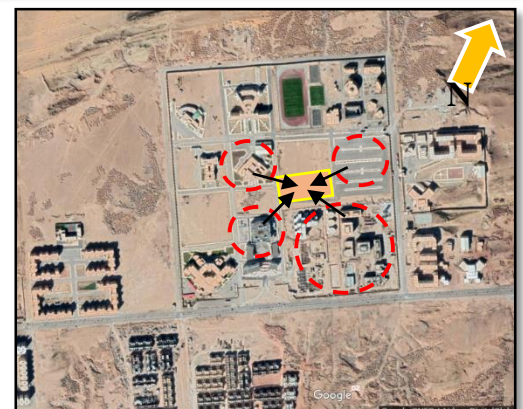


Figure 150: vue sur le terrain de notre projet
Source : Google earth et traiter par l'auteur



6.5.2. Plan de masse :

- ✓ Nous avons placé notre volume au centre de site et orienté vers le (Sud-Est), la façade principale de nouvelle pole d'université.
- ✓ Nous avons tracé des parcours entre les points fortes des projets à proximité (par rapport le flux et l'accessibilité d'université).
- ✓ Nous avons créé deux rampe pour les handicapes et pour l'accès mécanique pour laboratoires de génie civil.



Notre site projet a proximité

Figure 151: carte de situation de notre projet
Source : Google Earth

- ✓ Les accès de notre projet sont des entrées avec des marches. 4 accès piétons.
- ✓ La conception des passages piétonniers qui entourent le projet et l'espaces verts traduit la démarche environnementale du projet par ses divers aspects et un écran végétale pour protéger le projet contre les vents sable. (créé un endroit sein et confort avec l'écran végétalisé dans le site.

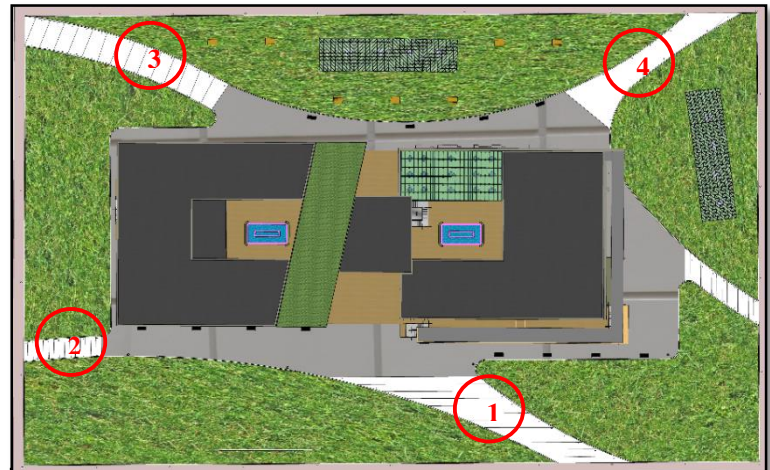


Figure 152: plan de masse
Source : l'auteur



Figure 156: l'accès principal (Sud-Est)
Source : l'auteur



Figure 155: l'accès (Sud-Ouest)
Source : l'auteur



Figure 155: l'accès (Sud)
Source : l'auteur



Figure 155: l'accès mécanique (Nord)
Source : l'auteur

6.6. Organisation spatiale du projet :

L'organisation spatiale des blocs, chaque étage est comporte deux axes de recherche avec les services public (cafeteria, bibliothèque,...), et chaque axe de recherche y'a des services pour les chercheurs (sanitaire, kitchenette, vestiaires...).

- ✓ Dans chaque axe de recherche est comporte des laboratoires, atelier, bureau.

6.6.1. LE REZ DE CHAUSSEE :

Service	Axe de recherche (architecture et patrimoine)
Service	Axe de recherche (espace virtuel de conception architectural et urbaine)
Service	Axe de recherche (structure)
Service	Axe de recherche (hydraulique)
Service	Hall d'entrée/réception
Service	Espace commun entre les axes (magasin, technique, salle d'amphi,...)
Service	Service de bloc administratif

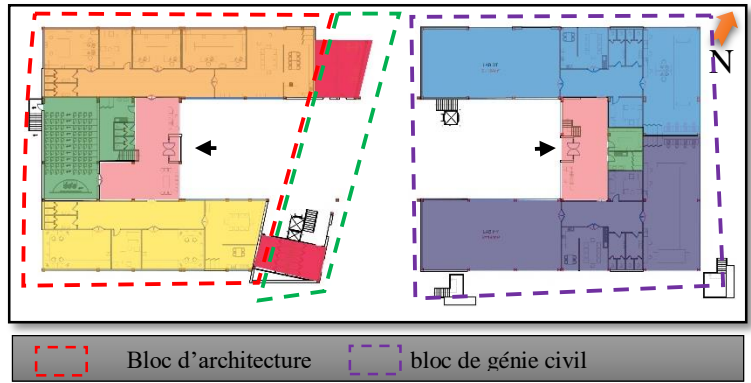


Figure 157: organisation spatiale du rez de chaussée
Source : l'auteur

6.6.2. LE PREMIERE ETAGE :

Service	Axe de recherche (urbanisme et développement durabilité)
Service	Axe de recherche (architecture et environnement)
Service	Axe de recherche (environnement)
Service	Axe de recherche (matériaux et durabilité de construction)
Service	Espace commun (salle d'amphi)
Service	Hall d'entrée
Service	Service de bloc administratif (salle d'exposition, cafeteria, sanitaire)

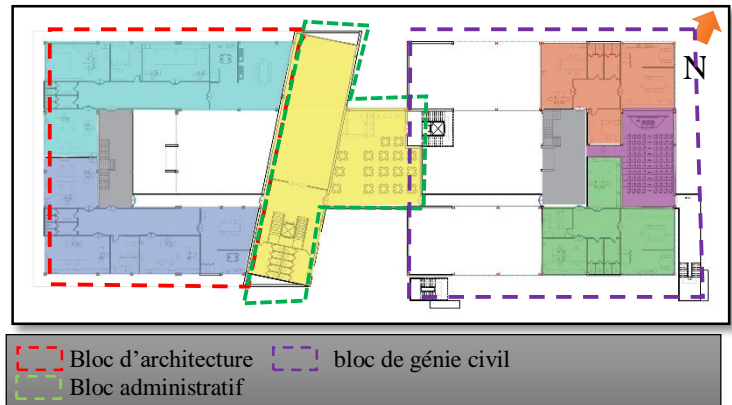


Figure 158: organisation spatiale du premier étage
Source : l'auteur

6.6.3. LE DEUXIEME ETAGE :

Service	Terrasse jardin
Service	Axe de recherche (géotechnique et géo-environnement)
Service	Axe de recherche (mécanique des sols)
Service	Espace commun (bibliothèque)
Service	Administration (bureaux, salle des réunions)
Service	Hall d'entrée

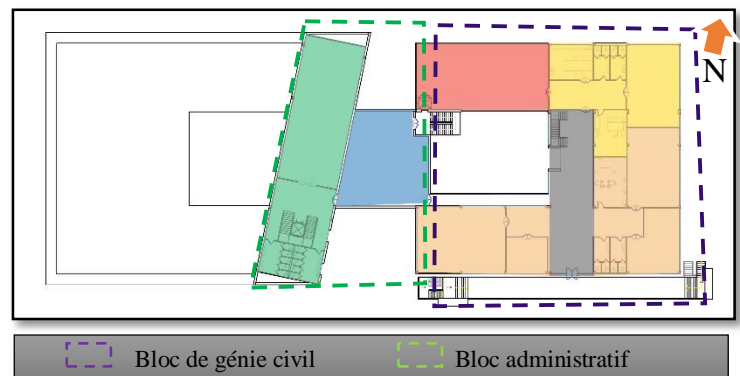


Figure 159: organisation spatiale du 2ème étage
Source : l'auteur

6.6.4. LE TROISIEME ETAGE :

Service	Administration
---------	----------------

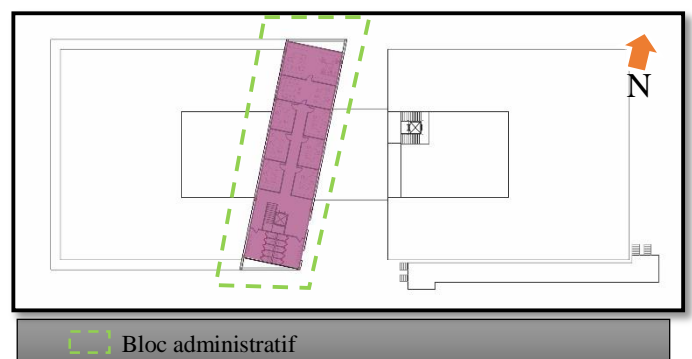


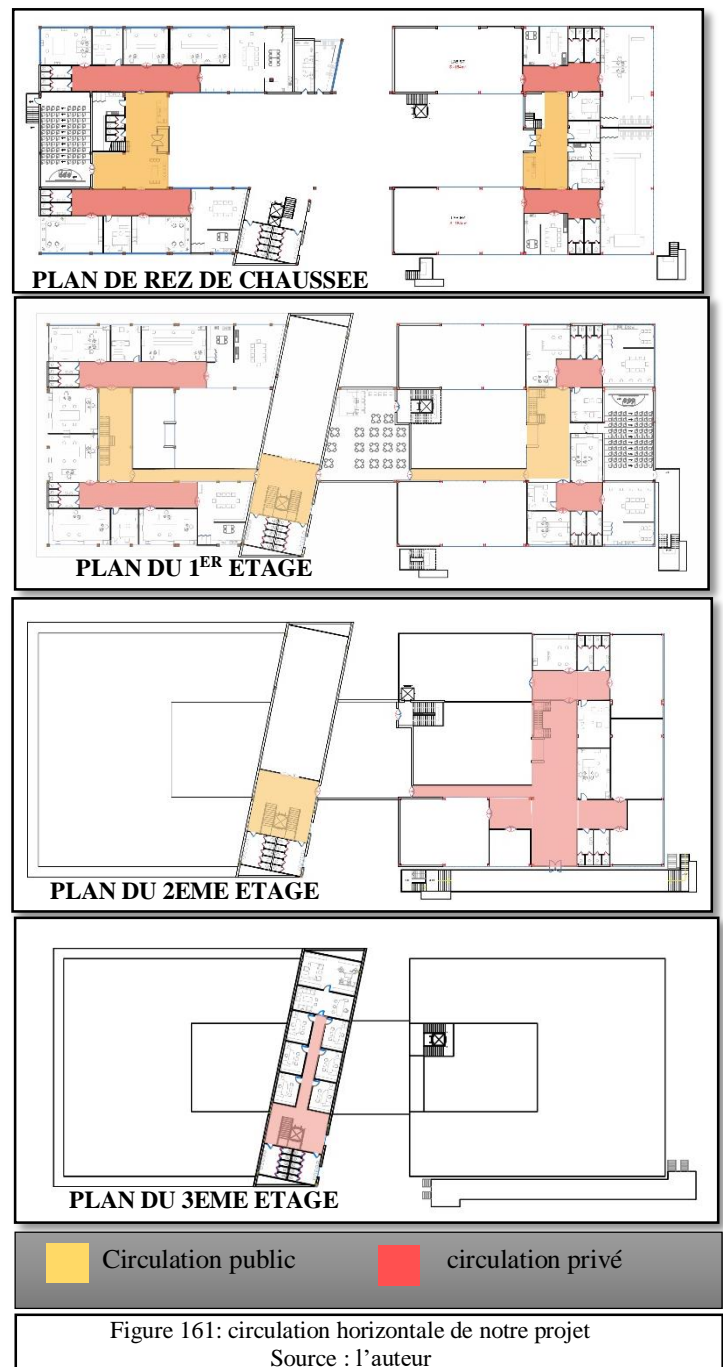
Figure 160: organisation spatiale du 3ème étage
Source : l'auteur

6.7. Circulation :

6.7.1. Circulation horizontale :

La circulation horizontale de notre projet contient deux formes de circulation horizontale comme suivante :

- ✓ **Circulation public** : dans chaque bloc à un grand hall de distribution vers les laboratoires et les espaces communs (salle de conférence, magasin...)
- ✓ **Circulation privé** : dans chaque axe de recherche à un hall de distribution vers (laboratoires, atelier, bureau, sanitaire...)



6.7.2. Circulation verticale :

Notre projet contient 6 cages d'escalier et 2 ascenseurs pour faciliter la circulation des chercheurs et les étudiants dans notre projet avec différents positionnement des escaliers.

- ✓ Concernant le bloc de génie civil, une cage d'escalier à l'intérieur de bloc pour les gens qui travaillé à l'intérieur, et autres des escaliers à l'extérieur pour faciliter la circulation et éviter les longs parcours .pour les chercheurs qui travaillé dans l'étage supérieur...
- ✓ Il y a aussi une cage d'escalier et un ascenseur dans la cour intérieur (patio) de bloc du génie civil pour visiteurs et les gens qui facilité la circulation vers la cafeteria et la bibliothèque et la terrasse jardin...
- ✓ Salle de conférence de génie civil et salle de conférence d'architecture a des escaliers de secours, ce sont des sorties vers l'extérieur de bâtiment.

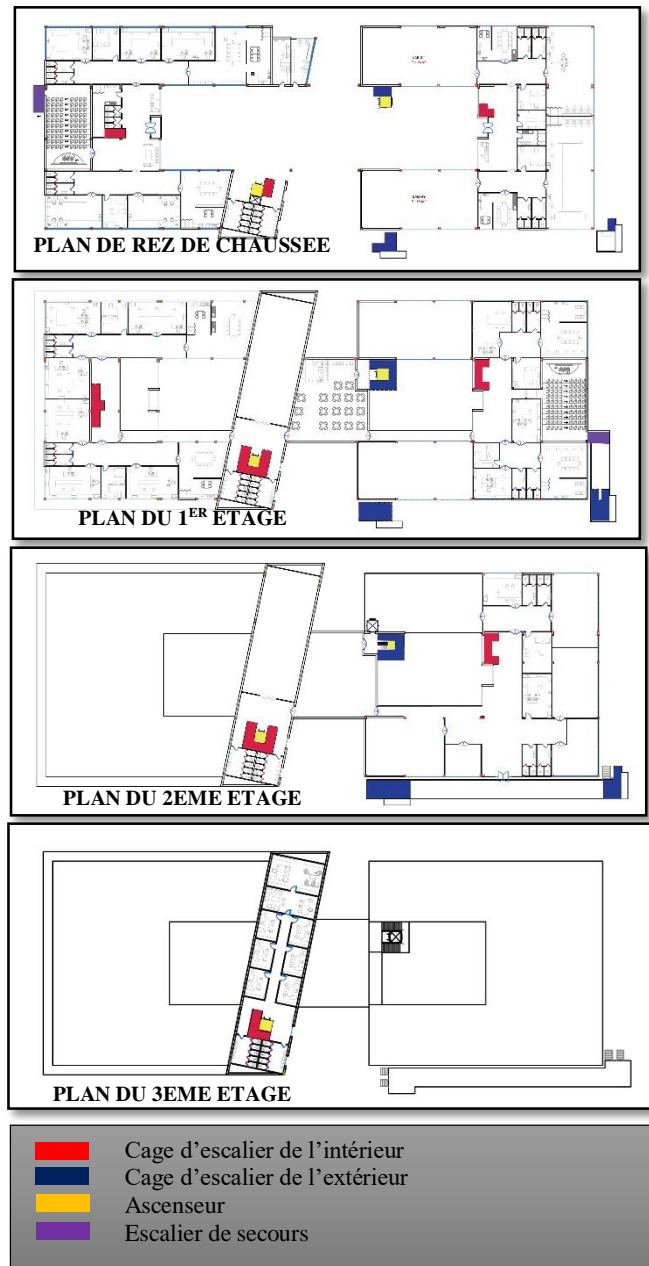


Figure 162: circulation verticale de notre projet
Source : l'auteur

6.8.Lecture des plans :

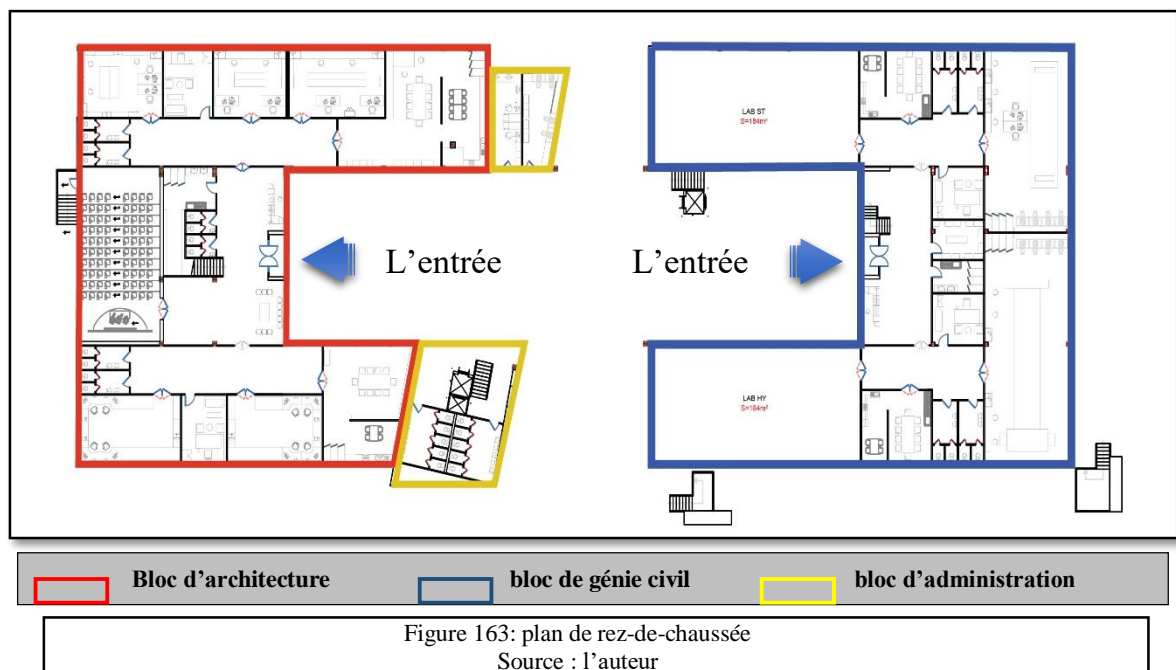
Laboratoire de recherche en architecture et génie civil s'élève sur 4 niveaux (rez de chaussée, 1er étage, 2eme étage, 3eme étage). Le principe de distribution des blocs (bloc d'architecture et bloc de génie civil) adopté pour notre projet est une organisation centrale : les entités s'organisent autour d'un grand hall à une façade dans le patio pour de profiter l'éclairage naturel avec des espaces communs entre les spécialités de recherche.

- ✓ Concernant les entrées des blocs sont par le patio (cour intérieur),

6.8.1. REZ-DE-CHAUSSEE :

Contient deux cours intérieure et entre eux un grand espace pour distribuer la circulation vers le bloc d'architecture, le bloc génie civil, la réception, poste police, escalier de bloc d'administration et escalier de cafeteria et bibliothèque...

- ✓ **Le bloc d'architecture** : composé de trois parties (deux côtes latérales, partie centrale), les deux côtes latérales pour les laboratoires de recherche avec des autres services (sanitaire, kitchenette, atelier, bureau), concernant la partie centrale pour les services communs entre les spécialités de recherche (salle de conférence, espace technique, réception, cage d'escalier...), il y a aussi une issue de secours pour la salle de conférence.
- ✓ **Le bloc de génie civil** : la même organisation comme le bloc d'architecture, deux côtes latérales pour les laboratoires de recherche et leur service (sanitaire, kitchenette, atelier, bureau...), dans les laboratoires de génie civil à deux laboratoires avec double hauteur (laboratoire de structure, laboratoire d'hydraulique), il y a aussi deux escaliers à l'extérieur de bâtiment (un escalier pour faciliter la circulation vers le 3ème étage et l'autre c'est une issue de secours de la salle de conférence et même temps pour faciliter la circulation).
- ✓ Concernant **le bloc d'administration** dans le rez-de-chaussée il n'y a pas des espaces ou bien des services d'administration sauf la réception générale (de laboratoire de recherche en architecture et génie civil), le poste police et la cage d'escalier de l'administration.

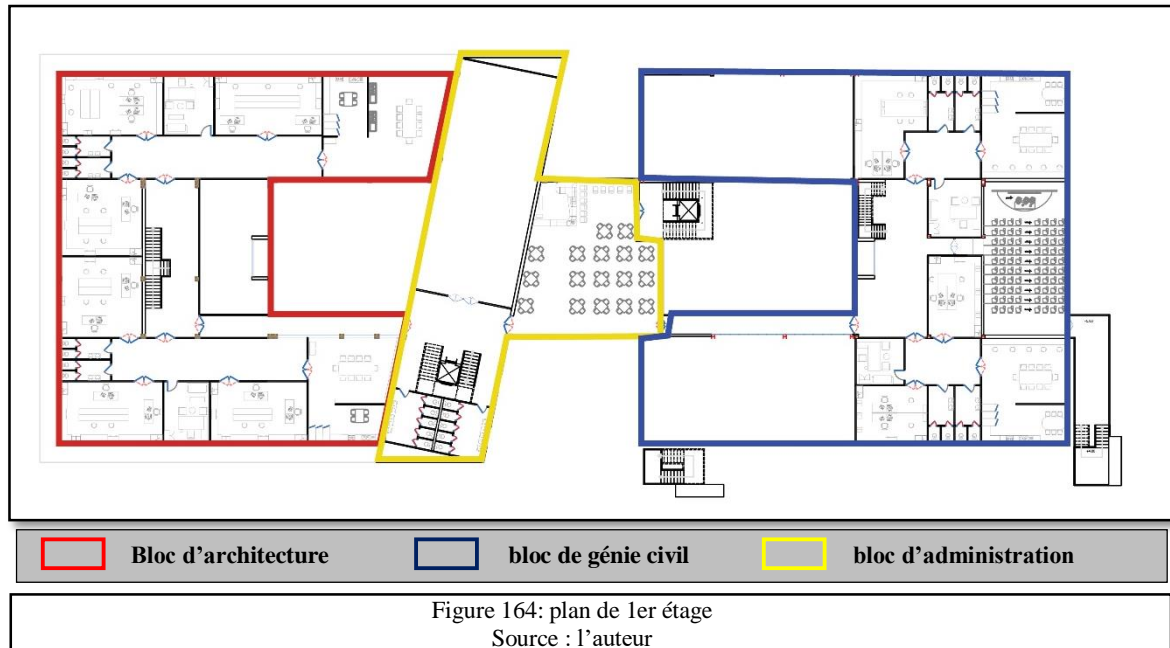


6.8.2. 1ER ETAGE :

Cet étage contient plusieurs services privés et publics comme (laboratoires, salle de conférence, cafeteria, salle d'exposition...), pour accéder à cet étage des escaliers dans chaque bloc.

- ✓ L'organisation du bloc d'architecture et de génie civil est la même au rez-de-chaussée, c'est un grand hall de distribution vers les deux axes de laboratoire et chaque un a des services privés (sanitaire, atelier, kitchenette).

- ✓ Le bloc d'administration contient deux services (cafeteria et salle d'exposition) pour public (visiteurs, chercheurs, administrateurs...), avec autres services comme sanitaire et ascenseur.
- ✓ Pour la cafeteria et la bibliothèque à deux escaliers et ascenseurs l'un a l'extérieur et l'autre à l'intérieur de bâtiment.
- ✓ Il y a une passerelle couverte qui relié entre (1^{er} étage de génie civil et cafeteria).et une autre dans le cote d'architecture qu'est relié entre (1^{er} étage d'architecture et salle d'exposition).



6.8.3. 2EME ETAGE :

Cet étage est composé de deux bloc seulement (bloc de génie civil et bloc d'administration), relié entre les deux par une passerelle couverte intégré qu'ont relation directe entre les laboratoires de génie civil et la bibliothèque.

- ✓ **Le bloc d'administration** a deux type de services (prive et public) et autres services comme sanitaires et ascenseur, puisque dans cet étage il y a des bureaux administrative et une bibliothèque
- ✓ Il y a deux accès pour accéder cet étage de **bloc de génie civil**, l'un par les escaliers de l'intérieur et l'autre par les escaliers de l'extérieur.
- ✓ L'organisation de **bloc de génie civil** est différente par rapport les autres étages, il contient un seul hall qu'est une relation direct avec les laboratoires car les spécialités de recherche de cet étage sont semblables.

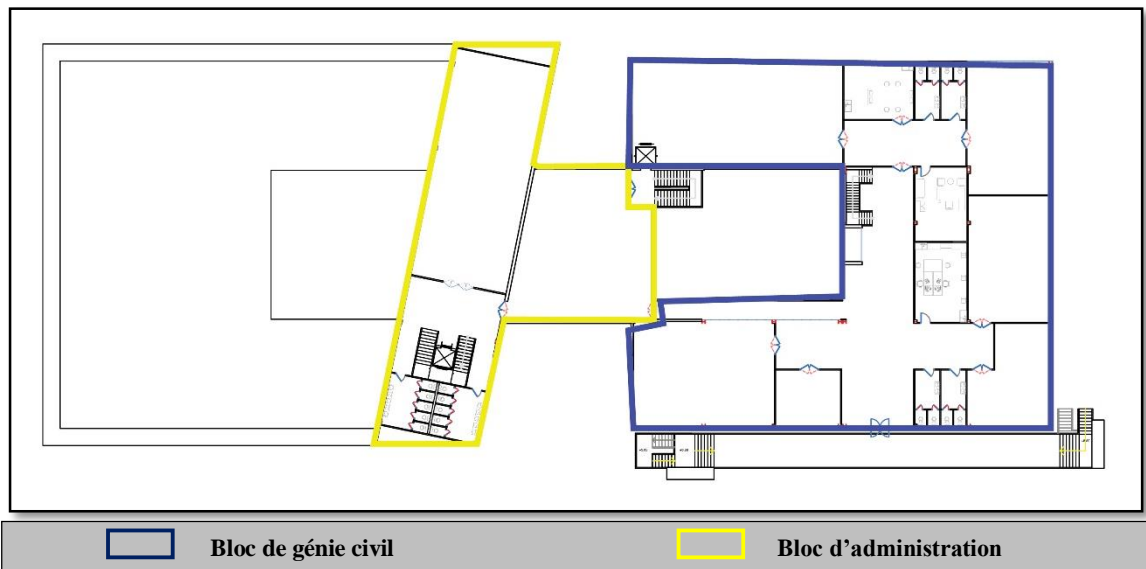


Figure 165: plan de 2eme étage
Source : l'auteur

6.8.4. 3EME ETAGE :

Cet étage occupe par les bureaux de l'administration, salle des réunions, bureau de directeur, et des autres services comme (sanitaire, ascenseur...).

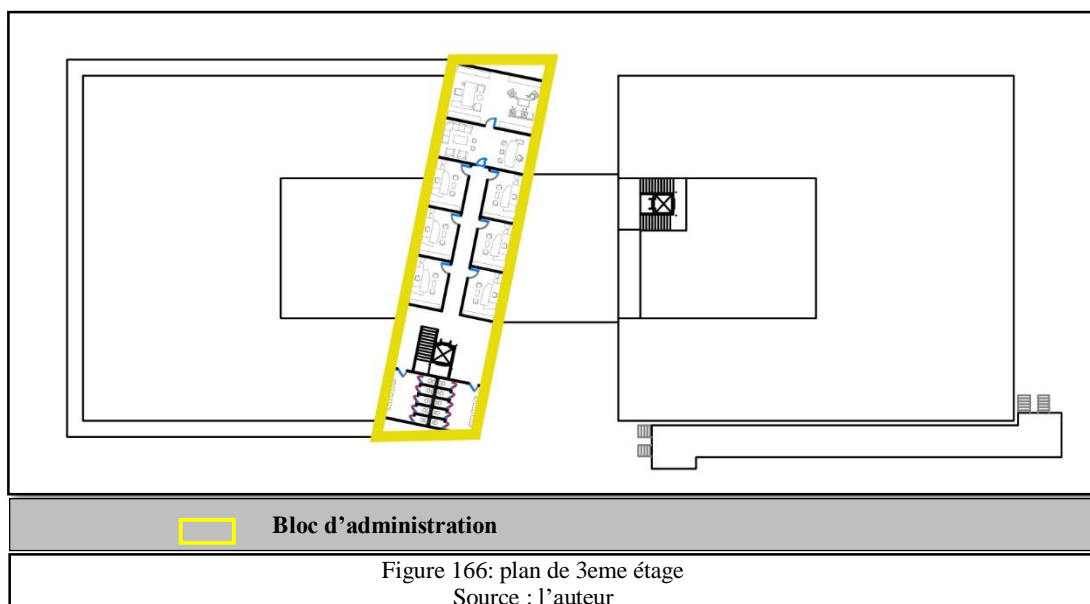


Figure 166: plan de 3eme étage
Source : l'auteur

6.9. Lecture des façades :

6.9.1. Façade principale :

La façade principale de notre projet est orienté vers le Sud-Est avec une longueur est égale 97 mètre et une hauteur est égale 19 mètre.

- ✓ L'entrée principale marquée par un traitement spécial (mur végétalisée, moucharabieh, pergola, colonne décorée, escalier et passerelle).

- ✓ Façade dynamique pour protéger le bloc d'architecture car il est orienté vers sud directement.
- ✓ La présence de la végétation dans l'entrée principale pour plusieurs raisons (marque l'entrée, rôle d'écran végétale pour protéger contre le vent sable, faire un microclimat).
- ✓ Utiliser le système de moucharabieh qui permet d'apporter de l'ombre et minimiser l'intensité des rayons solaires.
- ✓ Pour faire un traitement dynamique dans la façade principale on a utilisé les pilotes inclinés utilisés comme support de la passerelle. Ils sont des modules répétitifs pour monter la symétrie dans la façade principale.
- ✓ Utilisation du bois comme un matériau de revêtement dans la façade pour rappeler à penser que ce bâtiment est respectueux de l'environnement.

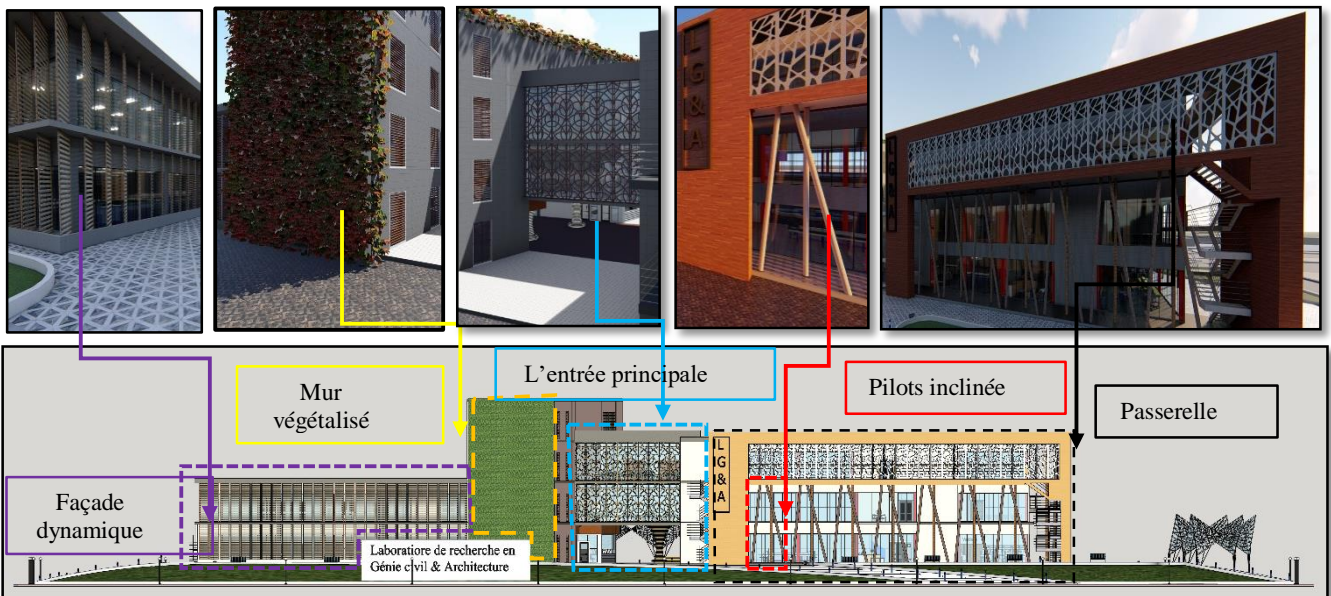


Figure 167: façade principale
Source : l'auteur

6.9.2. Façade Nord-Ouest :

Cette façade est la façade secondaire de notre projet parce qu'elle contient la deuxième entrée du projet, elle a la même longueur et hauteur de la façade principale.

- ✓ L'entrée de cette façade est marquée aussi par des traitements spéciaux (mur végétalisé, moucharabieh, pergola...)
- ✓ Utilisation des verres dans la côte nord de bâtiment pour créer direct entre le bâtiment et leur environnement, profiter au maximum d'éclairage et réduire la consommation de l'énergie.
- ✓ Il y a une terrasse jardin apparente dans cette façade pour donner une image écologique est respectueux de l'environnement.

- ✓ Continuité la façade dynamique dans cette façade parce qu'elle est dans la côte sud-ouest.

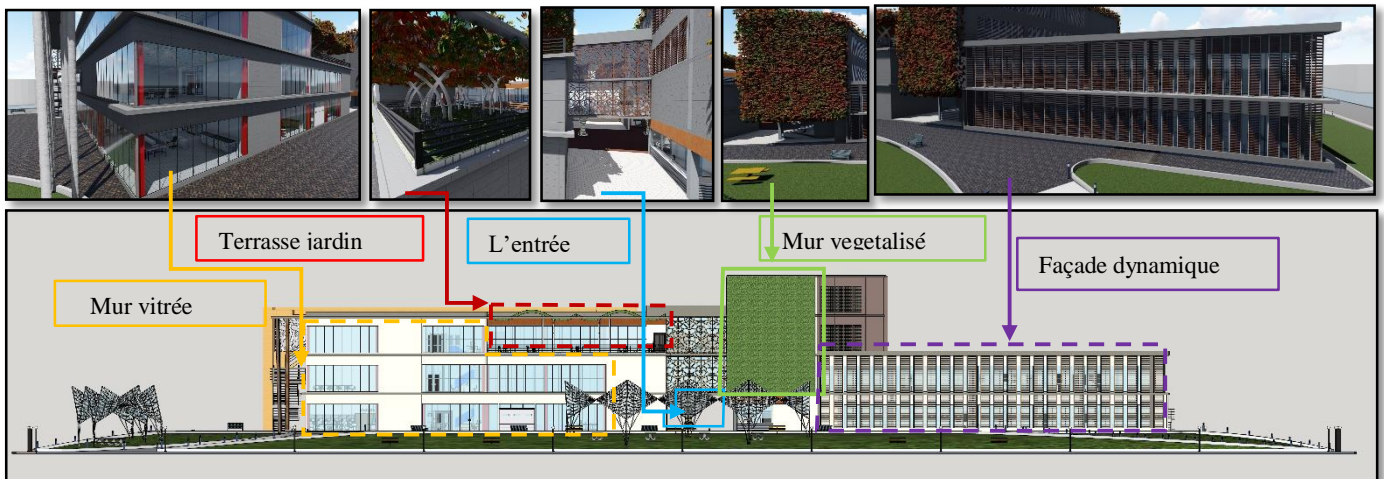


Figure 168: façade nord-ouest
Source : l'auteur

6.9.3. Façade Sud-Ouest :

Cette façade est caractérisé par un traitement dynamique et des murs aveugles (parce qu'il y a une salle de conférence derrière le mur donc nous devons faire une protection contre le bruit et le soleil), un escalier utiliser comme d'issue de secours.

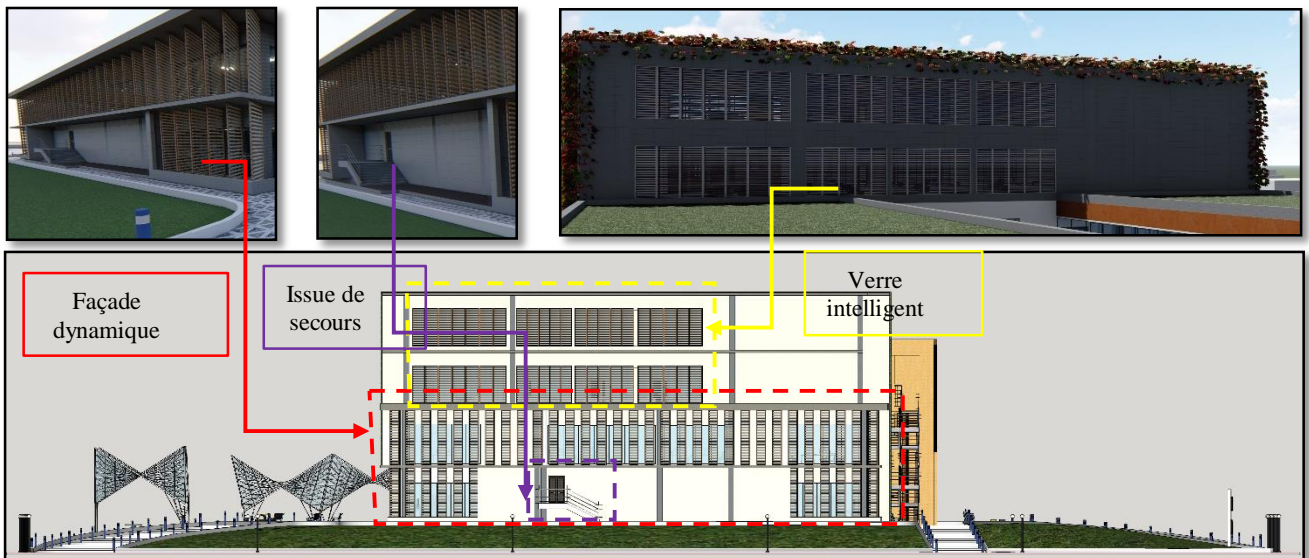


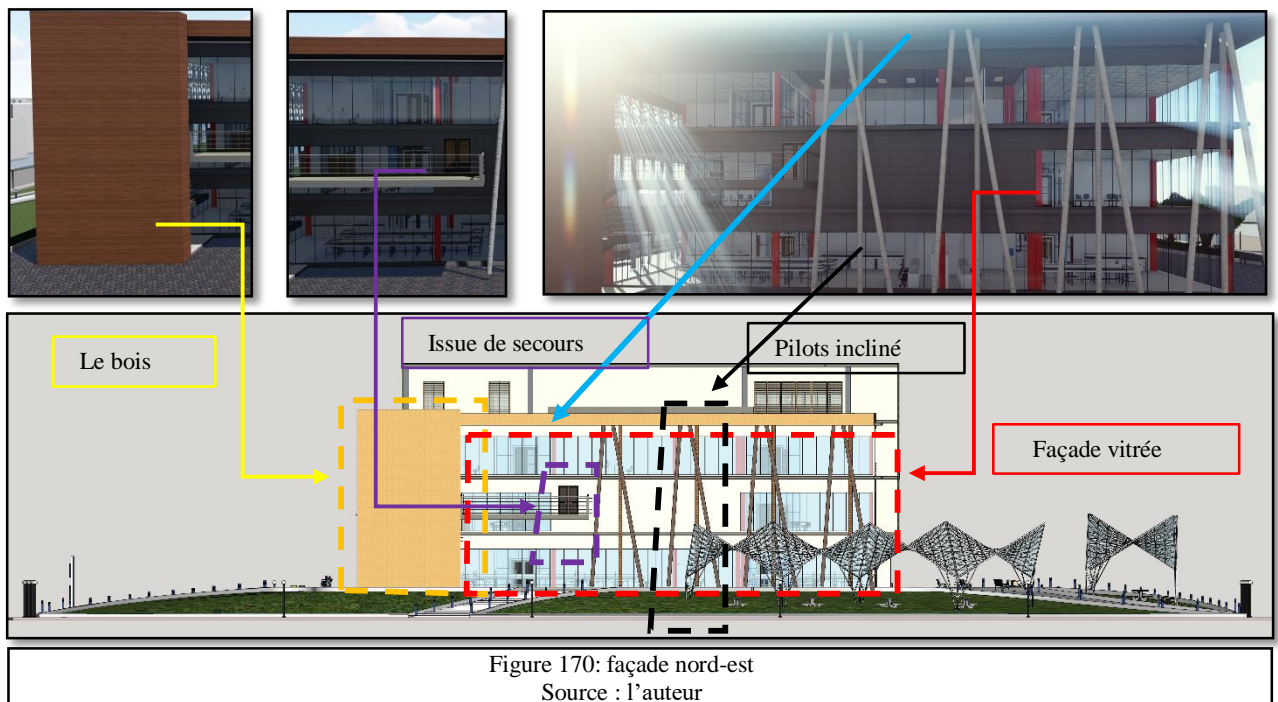
Figure 169: façade sud-ouest
Source : l'auteur

6.9.4. Façade Nord-Est :

Cette façade se caractérise par l'apparence de sa structure et l'intérieur de bâtiment pour des raisons conceptuelle et faire une relation directe avec leur environnement.

- ✓ Utilisation des matériaux de durabilité (bois, verre intelligent, acier...).

- ✓ Nous mettons un brise de soleil le long de la façade et il joue aussi un autre rôle c'est la protection les escaliers et la passerelle.
- ✓ Il y a une porte qui joué un rôle d'issue de secours pour la salle de conférence dans ce bloc.



Synthèse de chapitre :

A travers toutes les approches que nous avons effectuées pour mener notre projet, on a conclu que pour conçu un laboratoire de recherche en architecture et génie civil durable d'une manière harmonieuse avec les potentialités du site (l'orientation, le climat, la forme, morphologie etc.), sans oublier les critères et les exigences de laboratoire de recherche et tout en tenant compte de l'intégration du projet dans son environnement.

The page features a minimalist design with several parallel diagonal lines crossing the page from the bottom-left to the top-right. A central white rectangular box with a thin black border contains the chapter title. The text is in a bold, black, serif font.

**CHAPITRE 06 : ETUDE
TECHNIQUE**

7. CHAPITRE 06 : ETUDE TECHNIQUE

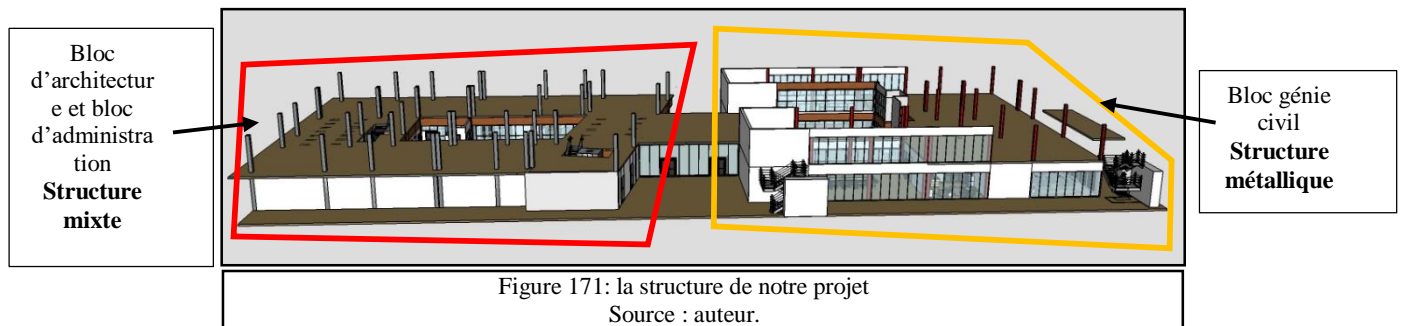
INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous allons présenter sur l'étude technique, c'est l'étude qui détermine les différentes techniques et dispositifs liés à la durabilité utilisés dans notre projet (le système constructif) ; les techniques de confort thermique, visuel et acoustique, la gestion d'énergie et d'eau.

7.1. Système constructif :

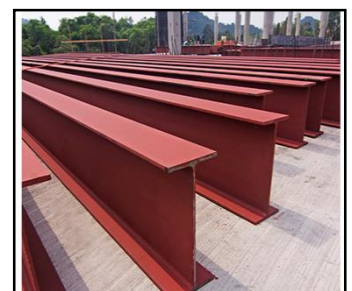
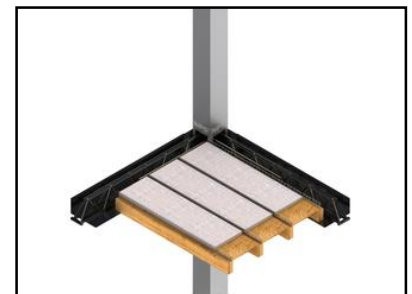
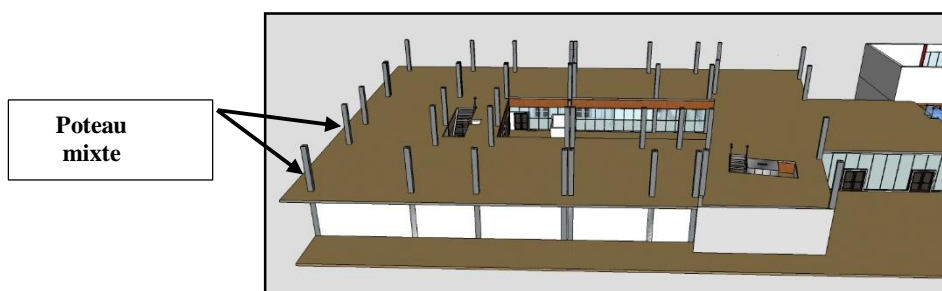
7.1.1. Structure :

Notre choix de la structure est basé sur notre idée d'essayer de montrer l'évolution de la structure au fil du temps dans notre projet. Après avoir examiné la structure, nous avons choisi la structure mixte et la structure métallique à partir de ces avantages.



7.1.2. Structure mixte :

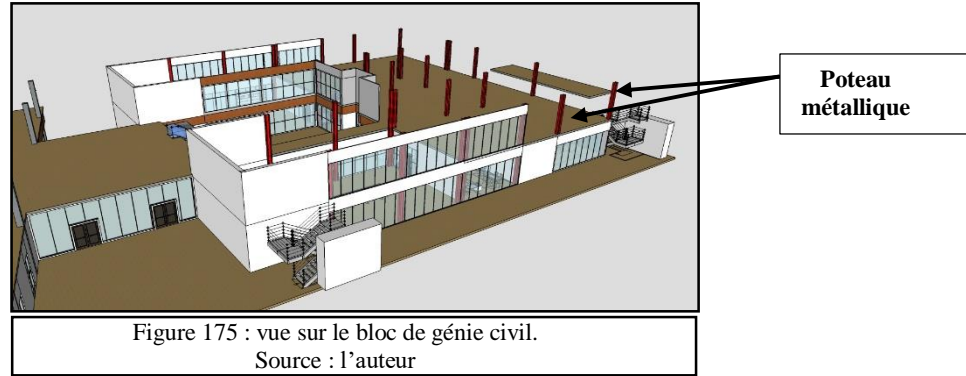
Nous savons que la structure mixte doit sa capacité portante à la collaboration structurale entre l'acier et le béton qui exploite les caractéristiques favorable de ces matériaux de façon optimale, nous avons utilisé cette structure dans le bloc d'architecture et le bloc d'administration pour des raisons conceptuelle, puisque le travail des chercheurs d'architectures et des administrateurs nous avons choisi cette structure.



7.1.3. Structure métallique :

Nous savons que la structure métallique nous permet de construire de manière rapide, durable et légère, nous avons utilisé cette structure dans le bloc de génie civil, puisque nous avons vu que la structure doit présenter dans ce bloc (présenter le rôle de structure et

génie civil dans ce bloc), et inspiré, motivé les chercheurs de génie civil pour innover et à développer.



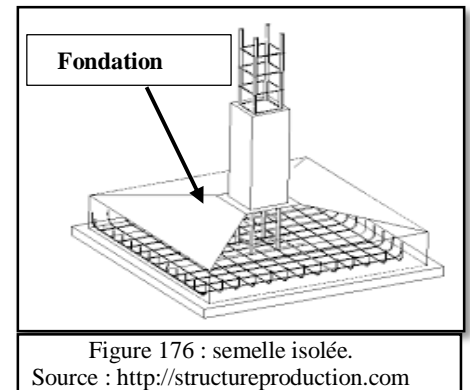
7.1.4. Infrastructure :

7.1.4.1. Fondation :

Pour ce qui est des fondations on ne peut pas statuer sur le choix, car il relève d'une étude précise sur la résistance du sol, du type d'ouvrage et d'un résultat des calculs des descentes des charges. Néanmoins, sachant que notre sol est de bonne portance, ce sera donc des semelles isolées.

Critère du choix du type de fondations :

- ✓ La capacité portante du sol.
- ✓ Les conditions du site en termes de stabilité globale et de mouvements du sol.
- ✓ Les forces, les charges et la contrainte admissible.
- ✓ Les conditions de terrain.
- ✓ La sismicité régionale.



Concernant notre site c'est du bon sol et homogène cette propriété physique nous permette de choisi les semelles isolées dans les fondations.

7.1.5. Superstructure :

7.1.5.1. Les éléments verticaux :

A. Poteaux mixtes :

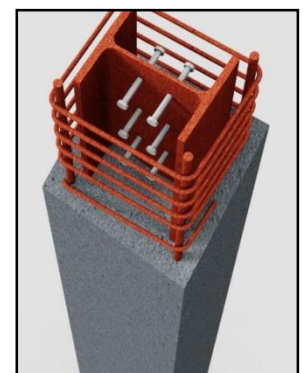
Les poteaux mixtes acier-béton sont deux types :

- ✓ Les poteaux partiellement ou totalement enrobés de béton.
- ✓ Les poteaux en profilés creux remplis de béton.

Nous avons utilisé ce type de poteau (totalement enrobé figure 177) dans le bloc d'architecture pour des raisons conceptuelle ainsi qu'on a vu que ce type est convenable.

B. Poteau métallique :

Nous avons choisi ce type de poteau dans le bloc de génie civil car il contient des laboratoires de double hauteur, pour qu'il représente le rôle de génie civil dans le projet.



Poteau
métallique



Figure 178: poteau métallique.
Source : <http://structureproduction.com>

7.1.5.2. Pilotis rond incliné :

On a choisi les pilotis ronds pour supporter le pont qui relie les deux escaliers dans la façade, ces pilotis sont implantés de façon inclinée pour rendre cette façade attractive.

Pilotis rond



Figure 179: pilotis rond incliné
Source : auteur.

7.1.6. Les éléments horizontaux :

7.1.6.1. Poutre mixte :

La poutre mixte qu'on la choisi est compatible avec le poteau mixte qui est déjà utilisé dans le bloc d'architecture.



Figure 180: poutre mixte.
Source : <http://structureproduction.com>

7.1.6.2. Poutre cellulaire (alvéolaire) :

Ces poutres cellulaires ont été choisi pour alléger les structures et augmenter les portes. Ce type de poutre permet le passage des gaines techniques à travers ses ouvertures.

Les ouvertures

Les gaines

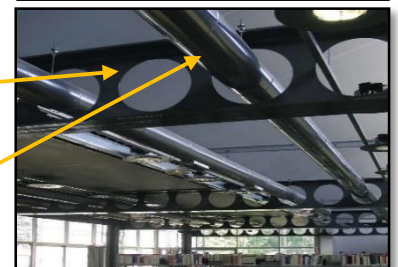


Figure 181: poutre cellulaire (alvéolaire).
Source : <http://structureproduction.com>

7.1.6.3. Plancher corps creux :

Suite aux choix précédant (poteau et poutre) on a choisi le plancher corps creux dans le bloc d'architecture et le bloc administrative parce qu'il est le plus favorable et disponible au marché.



Figure 182: plancher corps creux.
Source : bonestructure.ca

7.1.6.4. Planchers mixtes (collaborant) :

Le plancher mixte est le résultat de combinaison entre la tôle d'acier et le béton, on l'a utilisé pour qu'il est résiste aux tensions générées par les charges contenu dans le bloc de génie civil.

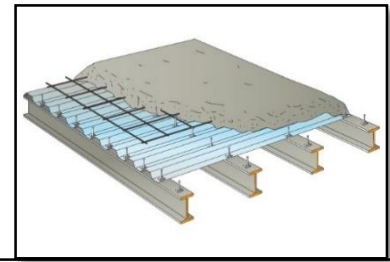


Figure 183: plancher mixte (collaborant).

Source : PDF La solution intelligente

7.1.6.5. Joints :

On a prévu des joints de rupture et de dilatation afin de répondre à toutes les sollicitations éventuelles et notamment dans le but de prévenir contre les effets du séisme.

Les joints sont importants techniquement.

L'utilisation des joints dans notre projet a pour l'objectif de séparé les blocs (architecture, génie civil, adminstration et l'espace commun).



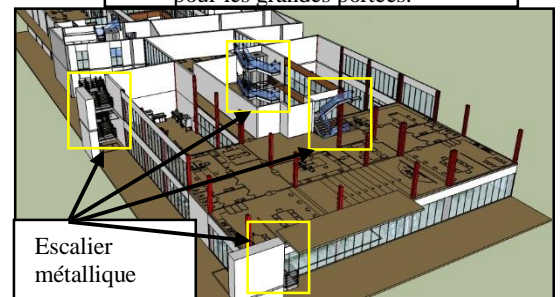
Figure 184: la forme de joint de dilatation.

Source : PDF La solution intelligente pour les grandes portées.

7.1.6.6. Escaliers :

Nous avons utilisé deux types des escaliers :

- ✓ Escaliers métallique dans la façade et à l'intérieur de bloc de génie civil.
- ✓ Escalier de béton dans le bloc d'architecture et le bloc administratif.



Escalier métallique

Figure 185 : escalier métallique.

Source : coupe représentative traité par l'auteur.

7.1.6.7. Ascenseurs :

Nous avons opté pour des ascenseurs mécaniques pour l'utilisé dans le bloc de génie civil et le bloc administrative.

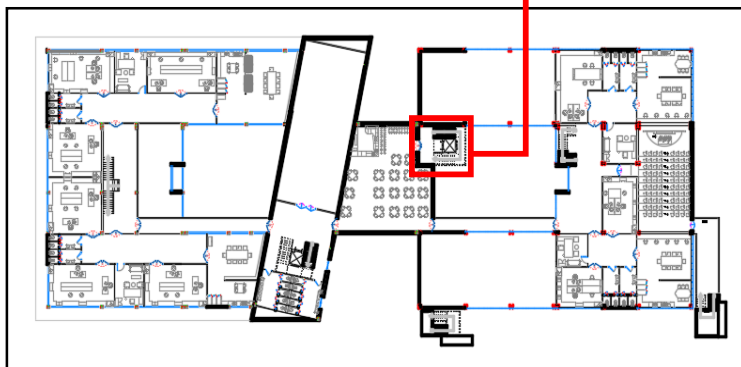


Figure 186: Ascenseur.

Source : auteur.

7.2. Matériaux de construction (sols, murs et Plafond) :

Concernant les revêtements utilisés dans notre projet pour l'intérieur et l'extérieur nous avons décidé de faire des choix simples et réalisable.

7.2.1. Revêtement de sol :

7.2.1.1. Dalle en PVC :

Est un revêtement de sol technique qui répond à différentes contraintes : résistance au trafic, aux rayures et aux tâches, usure à la marche, poinçonnement et tenue à l'eau et aux produits chimiques. Nous avons l'utilisé dans les deux blocs architecture et génie civil pour prend en considération les mesures de sécurité.

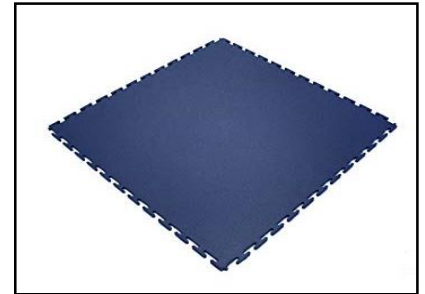


Figure 187: Dalle en pvc.
Source : www.archiexpo.fr

7.2.1.2. Le linoléum :

Le linoléum est un produit écologique qui garantit un revêtement de sol très solide et durable. Ce type de revêtement nous avons l'utilisé dans le hall d'accueil et le bloc administratif. Et aussi on a utilisé dans la bibliothèque et cafeteria.



Figure 188 : le linoléum forme de bois.
Source : isospace.fr

7.2.2. Revêtement de mur :

7.2.2.1. Le vitrage intelligent :

Le vitrage intelligent, le revêtement de dioxyde de vanadium ultra-mince est capable de réagir automatiquement au rayonnement solaire, bloqué la chaleur en été et le tenant en hiver.

Pour les murs intérieurs on a utilisé vitrage simple isolant acoustique.

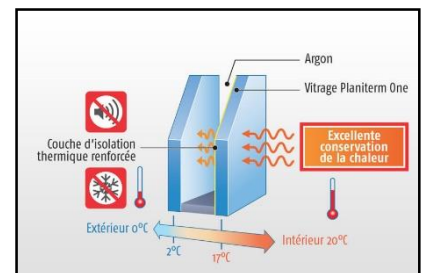


Figure 189: double vitrage inélégant.
Source : isospace.fr



Figure 190: vues sur les murs en vitrage (int et ext) de projet.
Source : auteur.

7.2.2.2. Mur double cloison :

Dans notre projet on a utilisé mur en brique double cloison à simple isolant thermique dans tous les murs sauf qu'on a ajouté un isolant acoustique dans les murs de salle de conférence de l'architecture et le génie civil.

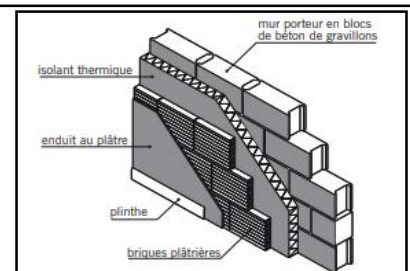
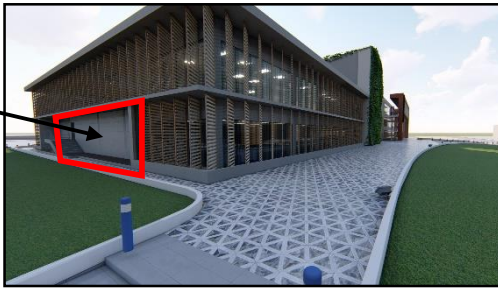
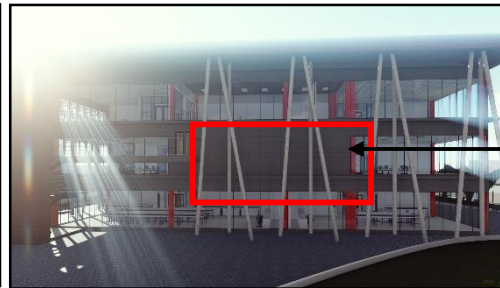


Figure 191: mur de double cloison.

Mur en brique avec un isolant acoustique



Mur en brique avec un isolant acoustique



7.2.2.3. Les isolants :

A. Isolant thermique :

Les isolants disponibles sont de sources très diverses (minérales, végétales, synthétiques...) et se présentent sous des formes très variées (panneaux rigides, vrac, rouleaux...), nous avons choisi isolation végétale c'est pour sa on a utilisé le panneau de paille compressée. C'est un isolant durable résistant au transfert thermique.



Figure 192: panneau de paille compressée.
Source : site web DD.com

B. Isolant phonique :

Nous avons utilisé l'isolation phonique dans les deux salles de conférence dans notre projet pour réduire la nuisance sonore et la vibration.

On a utilisé le type insonorisant d'isolant qui réduit de pollution sonore de l'intérieur aussi bien que de l'extérieur.



Figure 193: isolant phonique type Panel A 50.
Source : bonestructure.ca

7.2.3. Revêtement de plafond :

7.2.3.1. Plaque de plâtre :

Dans notre laboratoire on a utilisé le faux plafond en plaques de plâtre dans le bloc d'architecture et l'administration, pour ces avantages qui nous permet de :

- ✓ Passé des câbles et des gaines techniques.
- ✓ Cacher le plancher et donner un aspect esthétique.
- ✓ Améliorer le confort acoustique.
- ✓ La fixation des lampes d'éclairage, les détecteurs d'incendie et de fumée.

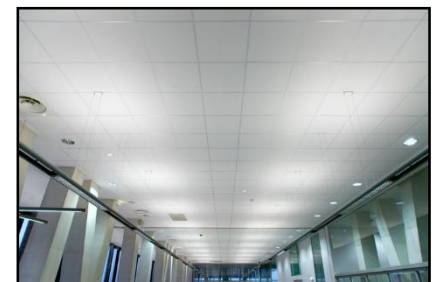


Figure 194 : plaque de plâtre fixé sur plafond.
Source : bonestructure.ca

7.3. Techniques de durabilité :

7.3.1. Tour à vent :

C'est un élément traditionnel d'architecture persane utilisé pour créer une ventilation naturelle dans les bâtiments, qui nous avons décidé d'utiliser pour améliorer le confort thermique dans le bloc administratif.

7.3.1.1. Principe :

Le principe des tours est de capter les vents qui circulent au-dessus des toits. L'air chaud circule ainsi dans la tour, descendant et remontant par des canaux verticaux. Cela crée un mouvement d'air qui va aspirer l'air frais des sous-sols afin de rafraîchir la pièce (effet Venturi). De même, ce courant d'air, passant au-dessus d'un bassin va permettre son évaporation créant ainsi de la fraîcheur alentour.

7.3.2. Façade dynamique :

7.3.2.1. Isolation Dynamique :

La façade dynamique c'est le contrôle du rayonnement solaire se fait par le calcul de la taille et le mouvement de l'unité de base du panneau d'ombrage en réponse aux changements environnementaux. Donc on a utilisé cette technique dans l'enveloppe de bloc d'architecture pour ombrager.

7.3.2.2. Principe :

Les protections solaires se mettent en position haute ou basse en fonction des variations climatiques extérieures et des besoins de confort à l'intérieur. Elles réagissent aux ordres communiqués par des capteurs météo (température et ensoleillement) ou par des horloges programmables. Les brise-soleil orientables permettent au bâtiment de réagir face aux différentes positions du soleil ; ils vont optimiser les flux de chaleur et l'apport en lumière au travers de la façade.

7.3.3. La toiture végétalisée :

Le concept de la végétalisation de toiture véhicule une image écologique et esthétique, le toit végétalisé est un excellent isolant phonique et thermique. Il protège des nuisances acoustiques et permet de réduire les dépenses énergétiques de 20 à 30%. C'est pour ça qu'on l'utilise dans notre projet dans le toit et les murs de bloc administratif.



Figure 195: tour à vent moderne.
Source : <http://aboudhabi2.canalblog.com>

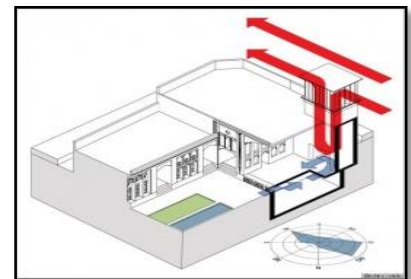


Figure 196: principe de fonction de tour à vent.
Source : habitat-eco-responsable.fr

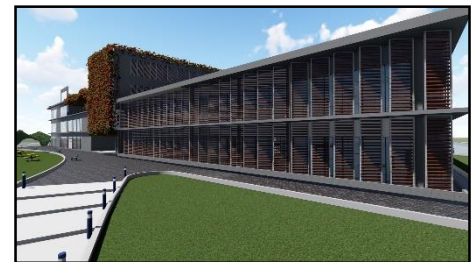


Figure 197 : façade dynamique de projet.
Source : auteur

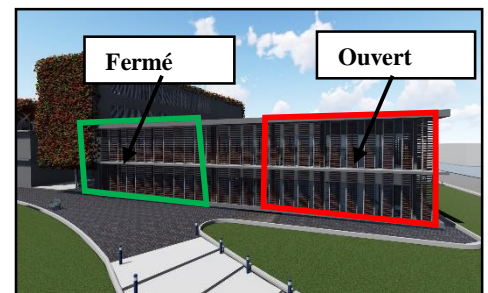


Figure 198 : façade dynamique fonctionnement.
Source : auteur.

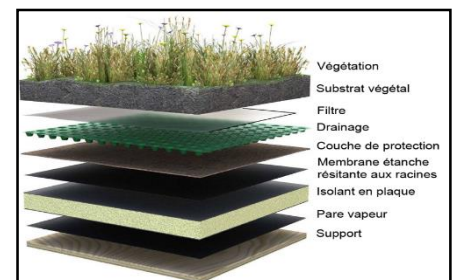


Figure 199: les composants de toiture et mur végétalisé.
Source : bonestructure.ca

7.3.3.1. Principe :

Une toiture végétalisée se compose essentiellement de quatre composantes. En partant du support de toit, on trouve :

- ✓ Une membrane d'étanchéité : bitume, caoutchouc, polyoléfine / TPO / FPO (cartouche éthylène propylène + polypropylène) ou PVC.
- ✓ Une couche de drainage et de filtration : granulats d'argile expansée, cailloux, graviers, plaques de polystyrène alvéolées et nervurées.
- ✓ Un substrat de croissance : terre végétale, terreau, compost.
- ✓ Une couche végétale : le sedum.

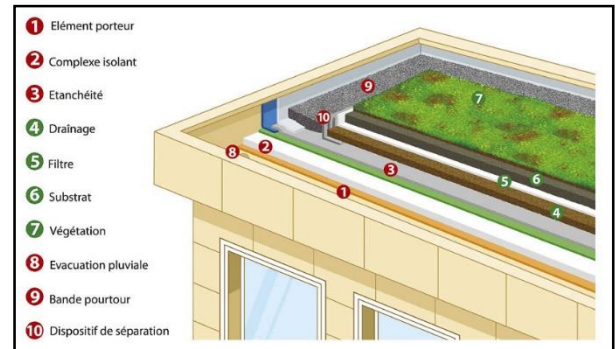


Figure 200 : principe de fonctionnement de toiture végétalisée

Source : bonestructure.ca

7.4. La gestion des énergies :

7.4.1. Cellule solaires photovoltaïques :

Une cellule photovoltaïque, est un composant électronique qui, exposé à la lumière, produit de l'électricité grâce à l'effet photovoltaïque. La puissance obtenue est proportionnelle à la puissance lumineuse incidente et dépend du rendement de la cellule.

Nous avons utilisé ce type de cellule pour la production d'énergie et on a placé le dans les panneaux de la façade dynamique pour donner taux lumineuse élevé, Nous pouvons donc produire une grande énergie électrique.

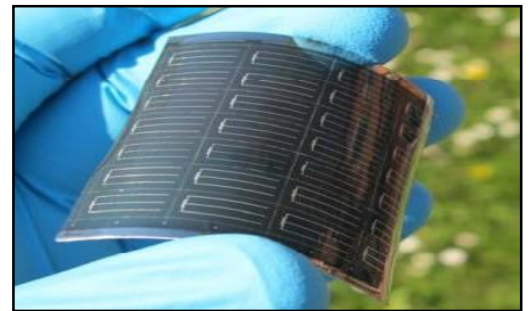


Figure 201 : Une cellule photovoltaïque.

Source : www.ecosources.info

7.5. Techniques actives :

7.5.1. Système de la climatisation et du Chauffage :

On a utilisé le système central à traitement d'air double flux.

7.5.2. La CTA double flux :

Les centrales double flux permettent de renouveler l'air du bâtiment et de récupérer la fraîcheur (en été) ou la chaleur (en hiver) contenue dans l'air extrait et de la céder à l'air neuf. Elles permettent donc de limiter la consommation d'énergie pour le chauffage ou le rafraîchissement.

la chaleur (en hiver) contenue dans l'air extrait et de la céder à l'air neuf. Elles permettent donc de limiter la consommation d'énergie pour le chauffage ou le rafraîchissement.

7.5.2.1. Principe :

La centrale de traitement d'air (CTA) est un équipement destiné à :

- ✓ Ventiler par l'introduction d'air neuf et l'extraction d'air vicié.
- ✓ Filtrer l'air.
- ✓ Chauffer par soufflage d'air chaud.
- ✓ Rafraîchir par soufflage d'air froid.

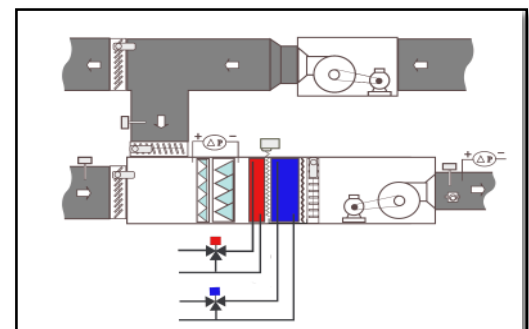


Figure 202: schéma de CTA double flux.

Source : www.abclim.net

- ✓ Échanger les calories entre 2 flux d'air.
- ✓ Déshumidifier par condensation de la vapeur d'eau.
- ✓ Humidifier par vaporisation d'eau.

Synthèse :

pour la concrétisation de notre projet, nous avons choisi deux types de structures (structure mixte, structure métallique) pour les raisons de rappeler à penser à l'évolution de la structure depuis les années, pour l'enveloppe nous avons choisi le double vitrage pour les séparation a l'intérieur et aussi pour les ouvertures sur l'extérieur, concernant les techniques de durabilité nous avons utilisé (la façade dynamique, la toiture et le mur végétalisé, la tour à vent, panneaux photovoltaïques).

En fin notre choix s'intègre dans démarche de faisabilité et rapidité d'exécution.



**CHAPITRE 07 : ETUDE
DURABILITE ET SIMULATION**

8. CHAPITRE 07 : ETUDE DURABILITE ET SIMULATION

8.1.EVALUATION DE CONFORT THERMIQUE AU NIVEAU DE LABORATOIRE

Introduction du chapitre :

Après la conception architecturale qui a pris en considérations tous les paramètres environnementaux, Cette partie est consacrée à évaluer des dispositifs et d'améliorer les confort tel que le confort thermique dans notre projet à la ville de Laghouat qu'est caractérisée par une saison estivale sèche et chaude et une saison hivernale légèrement chaude, par l'application des stratégies passives et des systèmes durables (toiture végétalise, façade dynamique, double vitrage).

Dans ce travail nous allons essayer d'étudier l'impact de la toiture végétalise et le triple vitrage sur le confort thermique des laboratoires de recherche en architecture et génie civil durable à la ville de Laghouat.

8.1.1. Problématique :

Dans le climat aride de la ville de Laghouat, le problème du confort thermique prend une autre dimension à cause des caractéristiques du climat : une longue période chaude, une courte période froide. Pour la période chaude les températures sont élevées ainsi que l'humidité, les vents sont dominants, et les heurs ensoleillés sont longues avec une grande influence sur la température d'ambiance. Pour la période froide, les températures sont un peu basses (entre 9° et 15°) ainsi que l'humidité, et les vents froids sont aussi dominants.

- Quel est l'impact de la toiture végétalisée et du double vitrage sur le confort thermique dans les laboratoires pendant tout l'année ?

8.1.2. Objectifs :

L'objectif de cette recherche est de vérifier l'efficacité de la toiture végétalise et du double vitrage dans notre projet dans le maintien des conditions du confort thermique dans le laboratoire sous les conditions climatiques de la ville de Laghouat.

8.1.3. Hypothèse :

- Le double vitrage est permet de maintenir le confort thermique du laboratoire pour que de réduire la température de l'extérieur vers l'intérieur et assurer une meilleure isolation thermique, afin d'assurer une température confortable.
- La toiture végétalise permet de minimiser les rayons soleil et augmenter l'inertie de la toiture.

8.1.4. Méthodologie de recherche :

Nous avons opté pour une méthode expérimentale dans l'évaluation de rendement de la toiture végétalisée, double vitrage dans notre projet en hiver et en été, basée sur la simulation numérique à l'aide d'un logiciel de simulation thermique « ECOTECT ».

8.1.5. Outil de la recherche :

8.1.5.1. Etat d'art :

➤ La notion de confort thermique :

La notion de confort thermique désigne les multiples interactions entre l'occupant et son environnement où l'individu est considéré comme un élément du système thermique (Cantin et al, 2005).

➤ Les paramètres affectants le confort thermique :

La sensation de confort thermique est fonction de plusieurs paramètres :

a. Les paramètres physiques d'ambiances :


- ✓ La température de l'air.
- ✓ Le rayonnement solaire global.
- ✓ La vitesse de l'air.
- ✓ L'humidité relative de l'air.

b. Les paramètres liés à l'individu :

- ✓ Vêtements.
- ✓ Activité et métabolisme.

c. Les paramètres liés au milieu bâti :

- ✓ La forme et compacité.
- ✓ Orientation.
- ✓ Taille des ouvertures.
- ✓ Matériaux.

 **Nous allons vérifier les paramètres liés au milieu bâti (matériaux) seulement pour voir l'impact des matériaux (toiture végétalisée et triple vitrage) dans le bâtiment, sans aborder les autres éléments des paramètres affectants le confort thermique.**

➤ Les échanges thermiques :

Selon (M. Frenot et N. Sawaya, 1979) Pour assurer le confort d'un individu, un équilibre thermique entre la température ambiante et celle du corps (environ 37°C) doit être trouvé. Pour atteindre cet équilibre, l'homme possède des mécanismes de régulation qui l'adapte aux conditions thermiques de l'ambiance.

➤ Les échanges thermiques du corps humain :

Les trois modes d'échange de chaleur sensible sont la conduction, la convection et le rayonnement

1. Les échanges de chaleur par conduction :

La conduction concerne l'échange de chaleur par contact direct entre certaines parties du corps et une surface de température différente (le sol, les parois ou le mobilier).

2. Les échanges de chaleur par convection :

La convection est le transfert de chaleur entre la peau et l'air qui l'entoure. Elle dépend de la différence entre la température de l'air et celle de

la surface exposée, peau ou vêtement. Si la température de la peau est supérieure à la température de l'air, la peau va se refroidir. Dans le cas contraire, elle va se réchauffer.

3. Les échanges de chaleur par rayonnement :

L'échange par rayonnement est le mode d'échange de chaleur à distance entre deux corps par ondes électromagnétiques. Il s'agit principalement d'échanges, entre la surface du corps et les surfaces de la pièce ainsi, des inconforts de froid peuvent être perçus par rayonnement à proximité des parois froides (exemple : mur mail isolé, fenêtre simple vitrage).

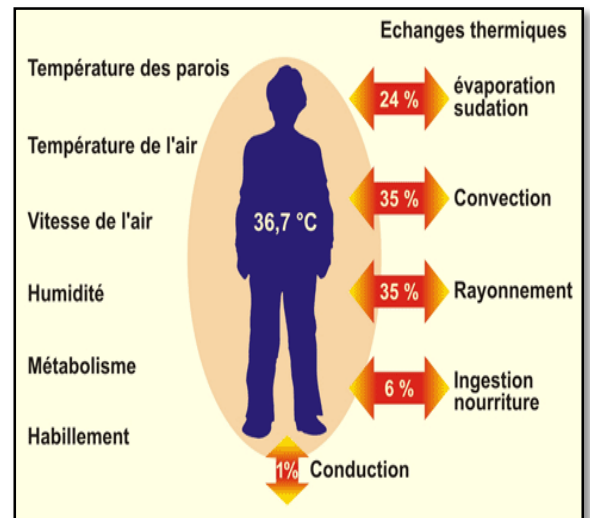


Figure 203: Les échanges thermiques du corps humain

Source: web site labo-energetic.eu

8.1.6. Etude expérimentale de confort thermique d'un laboratoire d'architecture :

8.1.6.1. Présentation de cas d'étude :

Nous avons choisi laboratoire comme un espace pour cette étude parce qu'il est l'espace le plus important dans notre projet.

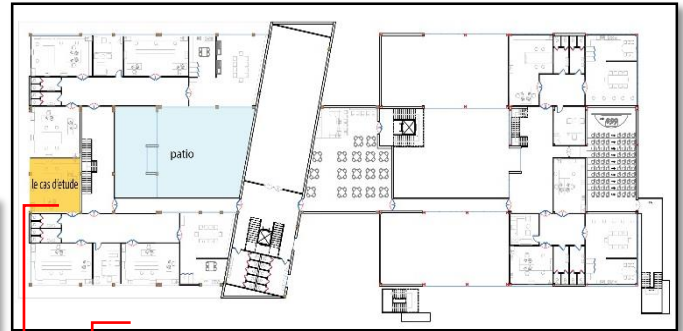
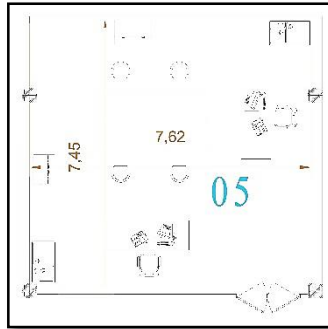


Figure 205: plan de 1er étage et monter l'espace qu'est étudié en simulation
Source : l'auteur

- Surface : 57 m²
- Hauteur sous plafond : 4.50 mètre
- Surface d'ouvertures (façade) : 16.4 m²
- Surface d'ouvertures (intérieur) : 8 m²
- Surface cumulée d'ouverture : 24.4 m²
- Orientation des ouvertures : Sud-ouest



Figure 205: vue sur le laboratoire qu'est étudié en simulation
Source : l'auteur

8.1.6.2. Les paramétrés de la simulation :

Les paramètres fixes	Les paramètres variables
<ul style="list-style-type: none"> • Dimension de l'espace • L'orientation • Les parois 	<ul style="list-style-type: none"> • Les matériaux (double vitrage) • Technique architectural (toiture végétalisée)

8.1.6.3. Période de simulation :

Estivale	Hivernal
<ul style="list-style-type: none"> • Température maximale (T max) : 39° C • Température minimale (T min) : 21° C • Vitesse de vent : 18 km/h • Direction du vent : sud-ouest • Jour de simulation : 21 juin 	<ul style="list-style-type: none"> • Température maximale (T max) : 15° C • Température minimale (T min) : 3° C • Vitesse de vent : 20 km/h • Direction du vent : nord-ouest • Jour de simulation : 21 décembre

Tableau 6: tableau climatique de la ville de Laghouat
Source: web site weather.com

8.1.7. Cas initial :

8.1.7.1. Modelé simplifié :

✓ Pour le période estival on a choisi le 21 juin comme le jour le plus chaud de l'année.

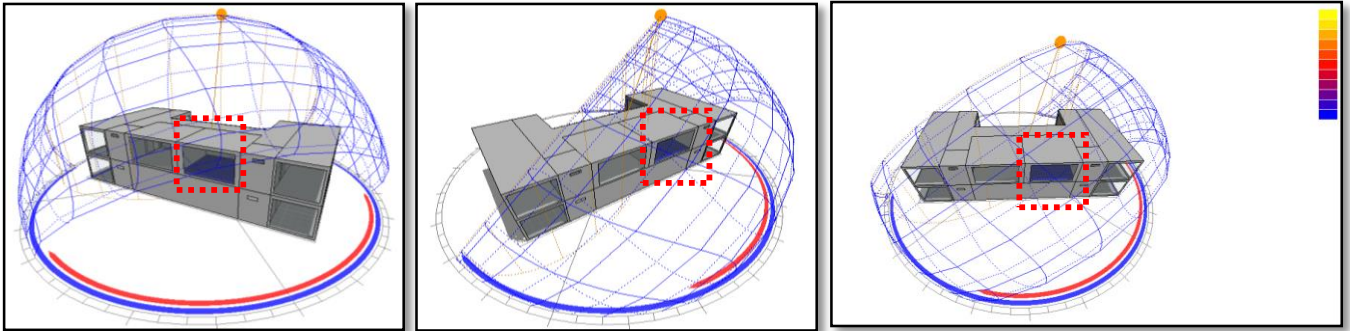


Figure 206: vues sur le modelé de simulation dans le cas initial (période estival)
Source : Ecotect (programme de simulation)

✓ Pour le période hivernal on a choisi le 21 décembre comme le jour le plus froid de l'année.

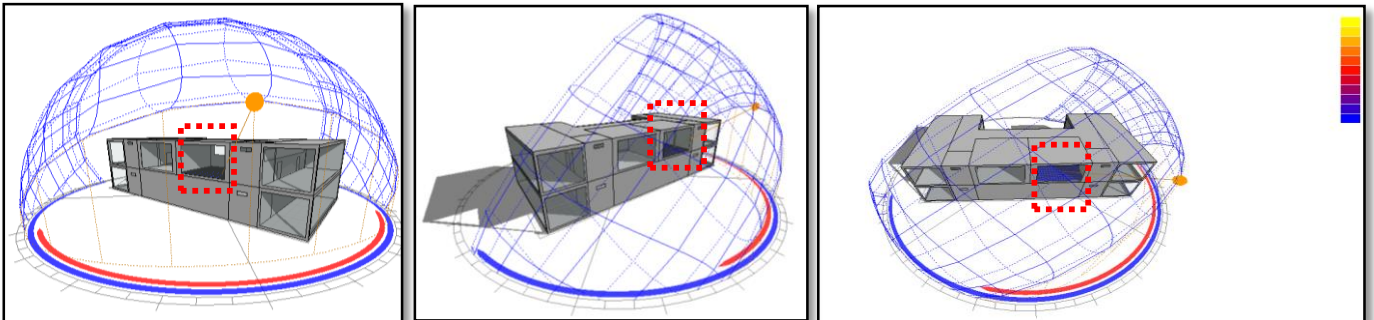


Figure 207: vues sur le modèle de simulation dans le cas initial (période hivernal)
Source : Ecotect (programme de simulation)

8.1.7.2. Résultat de simulation :

- Période estival :

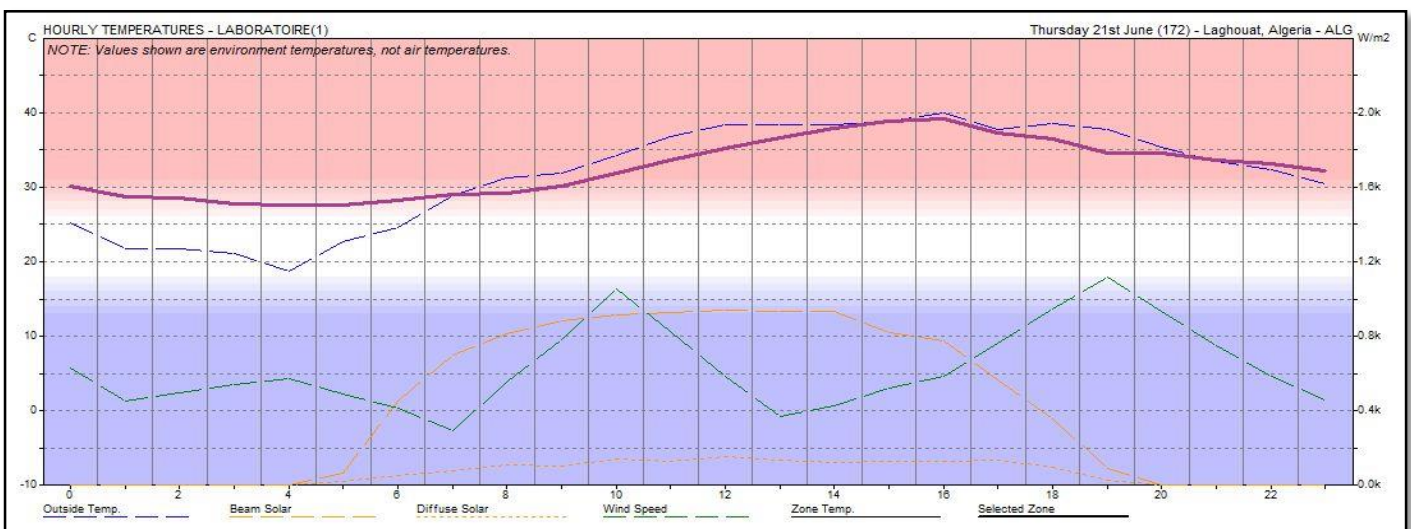


Figure 208: résultat de simulation de la température de l'intérieur et l'extérieur de modelé
Source : Ecotect (programme de simulation)

CAS INITIAL (PERIODE ESTIVAL)

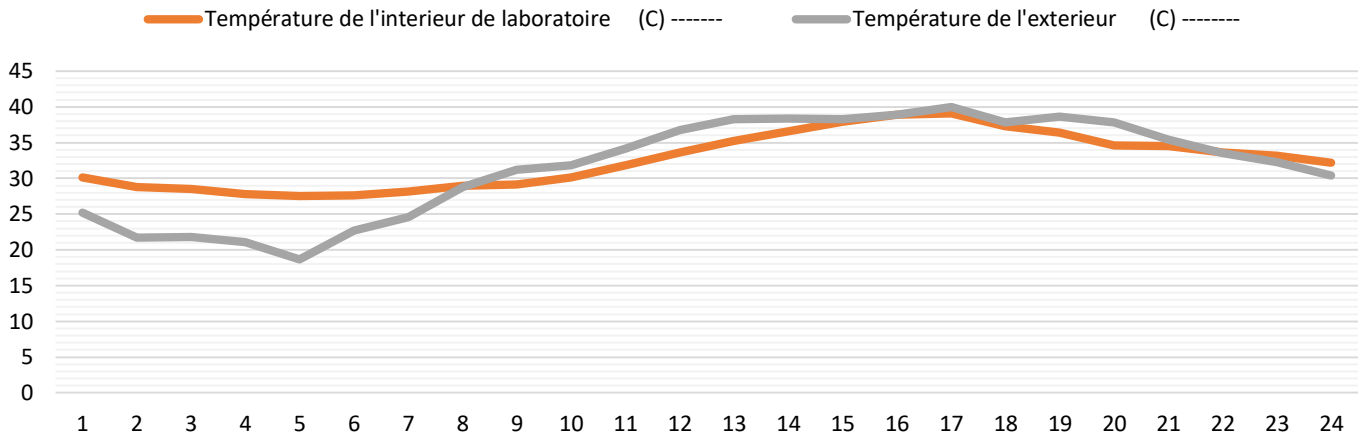


Figure 209: graph du cas initial (période estival)
Source : l'auteur

- Interprétation du résultat :**

Nous remarquons qu'on a une convergence entre la température intérieure et extérieure a bon matin (1h00 à 8h00), cette convergence est estimée de 4 °C à 8 °C.

Dans le période de 8h00 à 17h00 la température extérieure et intérieure augmente progressivement jusqu'à 39 °C, et ce diminue à nouveau jusqu'au 31 °C

Pendant la nuit de 21h00 à 23h00 la température extérieure ce diminuer à 30 °C par contre à l'intérieure et elle reste stable à 31° C

La température intérieure est loin de la zone de confort du standard (20° - 27°). Alors les laboratoires ne sont pas confortables.

- Période hivernal :**

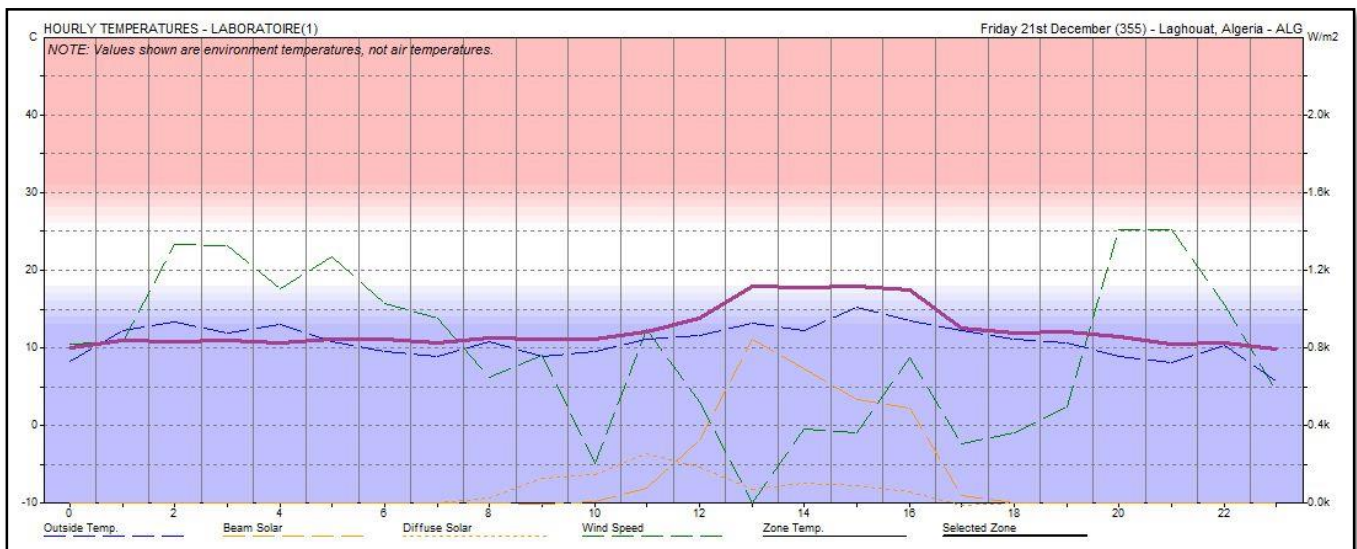


Figure 210: résultat de simulation (période hivernal) de la température de l'intérieur et l'extérieur de modelé
Source : Ecotect (programme de simulation)

CAS INITIAL (PERIODE HIVERNAL)

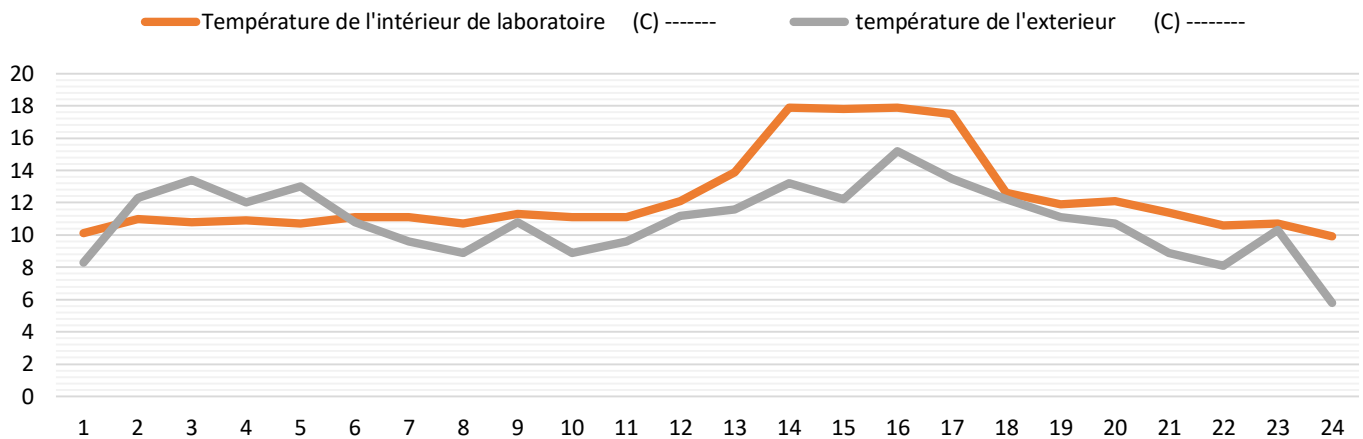


Figure 211: graph du cas initial (période hivernal)
Source : l'auteur

- **Interprétation du résultat :**

Concernant le période hivernal, la température de l'intérieure est constant 11° pendant le matin (1h00 de matin jusqu'à 8h00 de matin) par contre la température de l'extérieure est variable entre 8° et 13°.

Quand le soleil se lève la température de l'intérieure augmente rapidement jusqu'à 18° pendant les heures (10h00 et 17h00), et la température de l'extérieure augment lentement jusqu'à 15°. Le soir (17h00 jusqu'à 23h00), la température extérieure diminue rapidement jusqu'à 6°. Contrairement à une température interne qui diminue lentement jusqu'à 10° grâce au rôle de l'enveloppe du bâtiment qu'est absorbe la chaleur pendant la journée et la diffuser pendant la nuit.

- ✚ **La température intérieure est loin de la zone de confort du standard (20° - 27°).
Alors les laboratoires ne sont pas confortables.**

8.1.8. Cas améliorée :

8.1.8.1. Ajoute le double vitrage :

On a utilisé le double vitrage et intelligent dans l'amélioration les fenêtres de notre projet, parce que les fenêtres occupe une surface important dans les façades de notre bâtiment, donc il faut utilise un choix de vitrage ce qui maintient la température interne de l'espace.

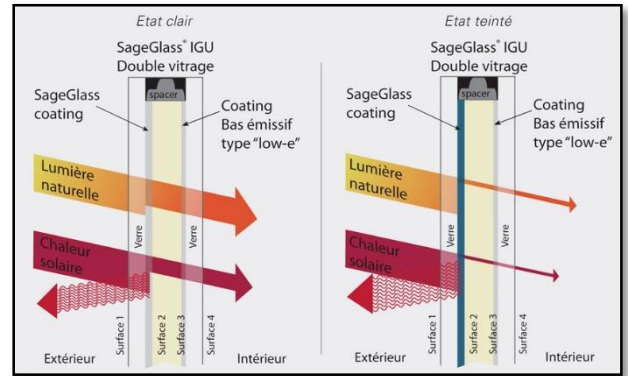


Tableau 7 : schéma présentatif de Saga glass
Source : web site connaissancesdesenergies.org

Layer Name	Width	Density	Sp.Heat	Conduct.	Type
1. Saga Glass	0.006	2300.0	836.800	1.046	75
2. Air Gap	0.030	1.3	1004.000	5.560	5
3. Saga Glass	0.006	2300.0	836.800	1.046	75

Tableau 8 : les propriétés thermique de Saga glass dans le programme Ecotect
Source : l'auteur

8.1.8.2. Ajoute la toiture végétalisée :

Pour améliorer le résultat de simulation précédent, on a proposé d'ajouter une toiture végétalisée dans notre projet pour minimiser la chaleur de soleil de bâtiment, concernant la toiture végétalisée est contient des plusieurs composants, c'est comme suit :

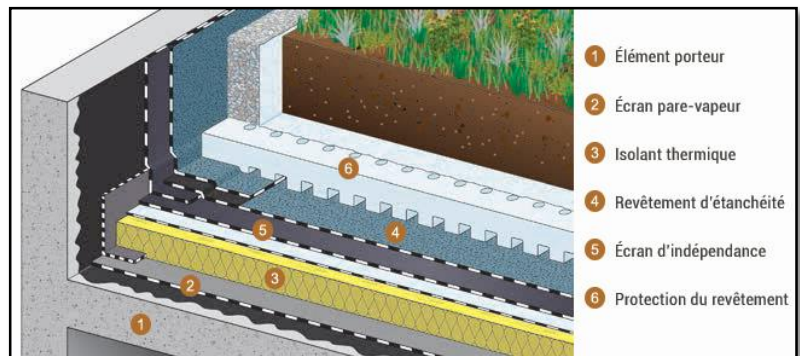


Figure 9 : schéma présentatif d'une toiture végétalisée
Source : web site siplast.fr

- ✓ Ecran pare vapeur
- ✓ Isolation thermique (verre cellulaire)
- ✓ Revêtement d'étanchéité et leur protection
- ✓ La terre végétale (la conductivité thermique = 1.05)²⁰

²⁰ Revue la résistance thermique des matériaux. (Web site leboisdeliza.wordpress.com)

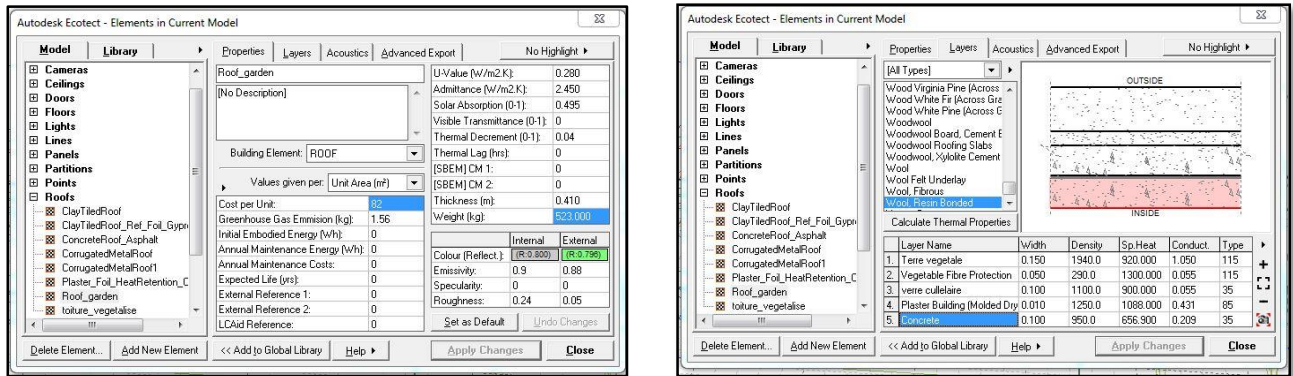


Figure 212: les propriétés thermiques des composants thermiques d'une toiture végétalisée (programme Ecotect)
Source : l'auteur

✚ **NB : Dans ces calculs je n'ai pas pris en compte les éléments fins, tels le pare-vapeur, membrane, étanchéité, etc..., l'influence de leur lambda n'ayant que très peu d'incidence en raison de leur très faible épaisseur.**

8.1.8.3. Modelé simplifié :

On a choisi le 21 juin comme le jour le plus chaud de l'année, et le 21 décembre comme le jour le plus froid de l'année pour la simulation.

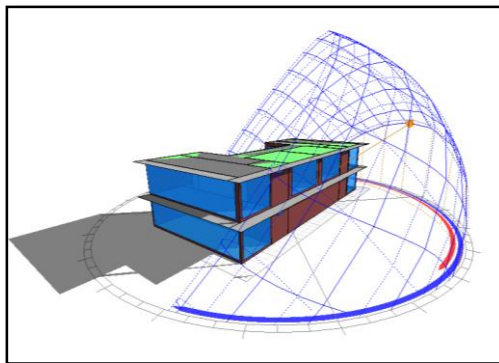


Figure 214: vue sur le modèle de simulation dans le période hivernal (21 décembre)
Source : Ecotect (programme de simulation)

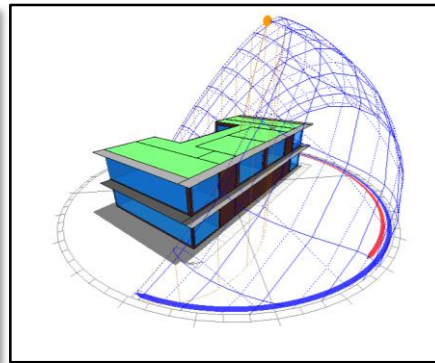


Figure 213: vue sur le modèle de simulation dans le période estival (21 juin)

8.1.8.4. Résultat de simulation :

- Période estival :

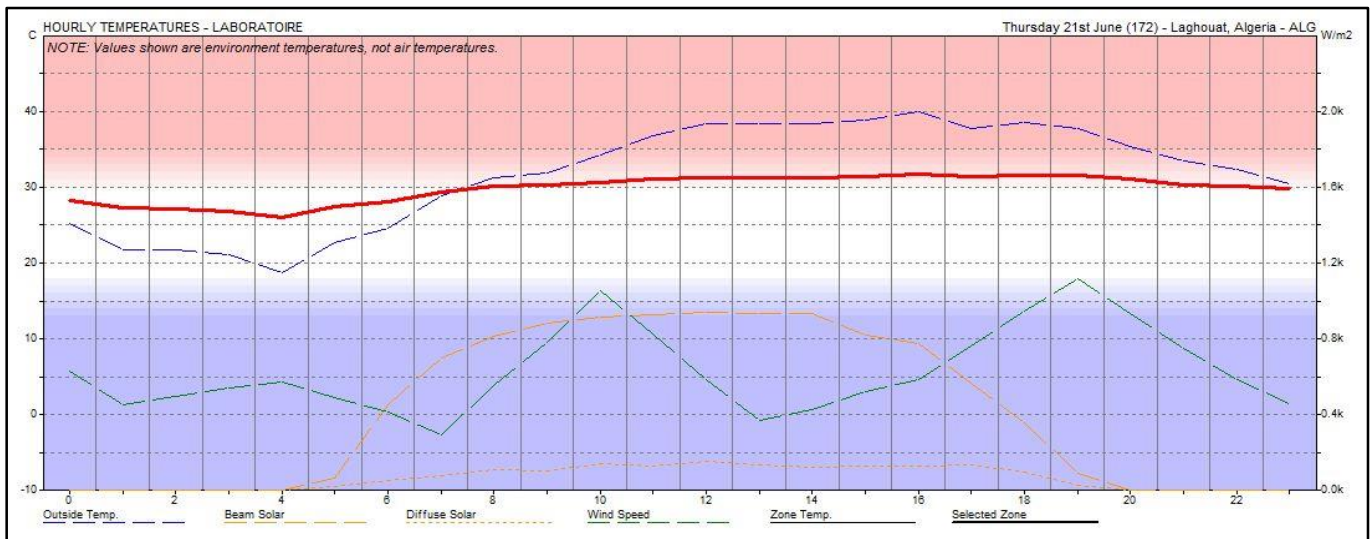


Figure 215: résultat de simulation du cas améliorée (période estival)
Source : Ecotect (programme de simulation)

CAS AMELOIRE (PERIODE ESTIVAL)

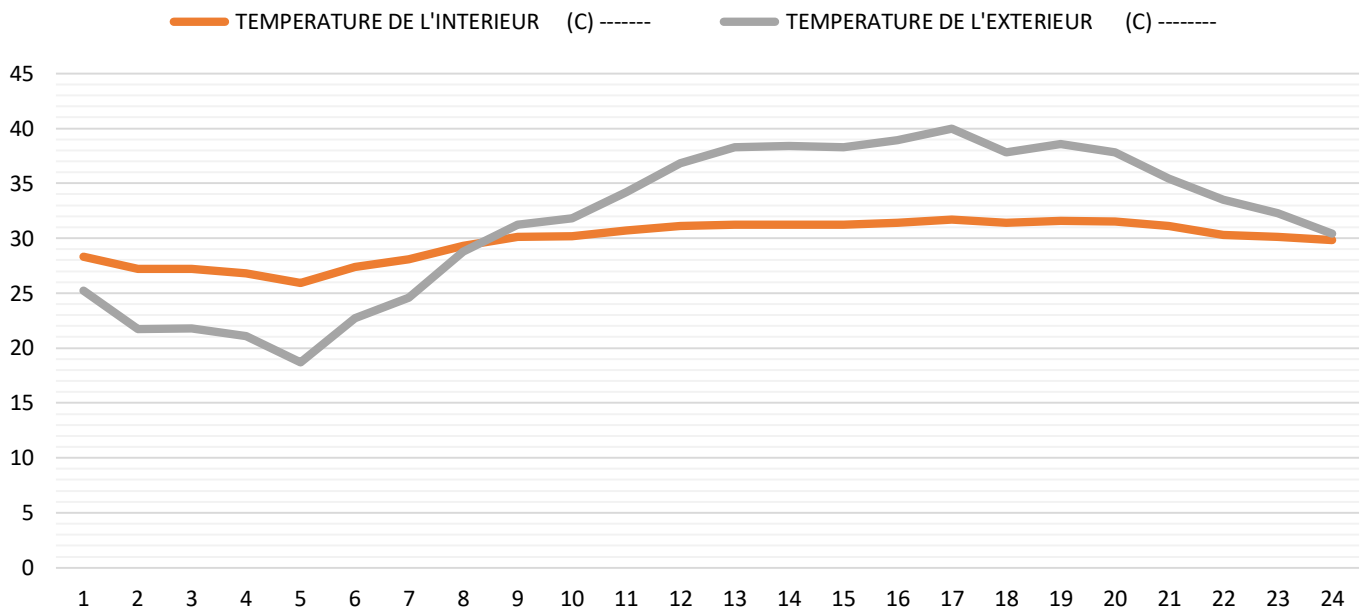


Figure 216: graph de simulation du cas amélioré (période estival)
Source : l'auteur

- interprétation du résultat :

Nous remarquons que la température interne du matin (1h00 jusqu'à 8h00) diminue avec la baisse de la température externe et augmente avec l'augmentation de la température externe. Mais à des degrés divers. La différence entre 3 et 6 degrés. Après 8h00 du matin jusqu'à 20h00 la température interne est constant presque (entre 30° et 31°) avec des différences de 8 degrés par rapport la température extérieure, c'est-

à-dire dans ce cas le laboratoire absorbe moins de chaleur que le premier cas (cas initial).

- **Période hivernal**

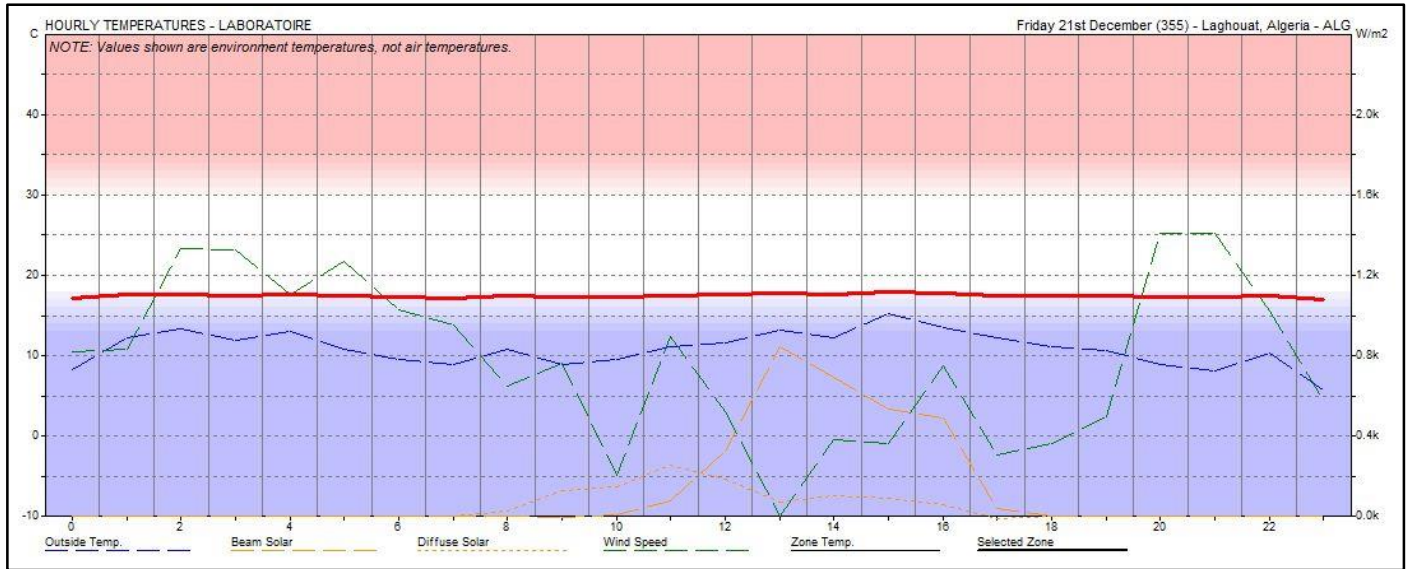


Figure 217 : résultat de simulation du cas améliorée (période hivernal)
Source : Ecotect (programme de simulation)

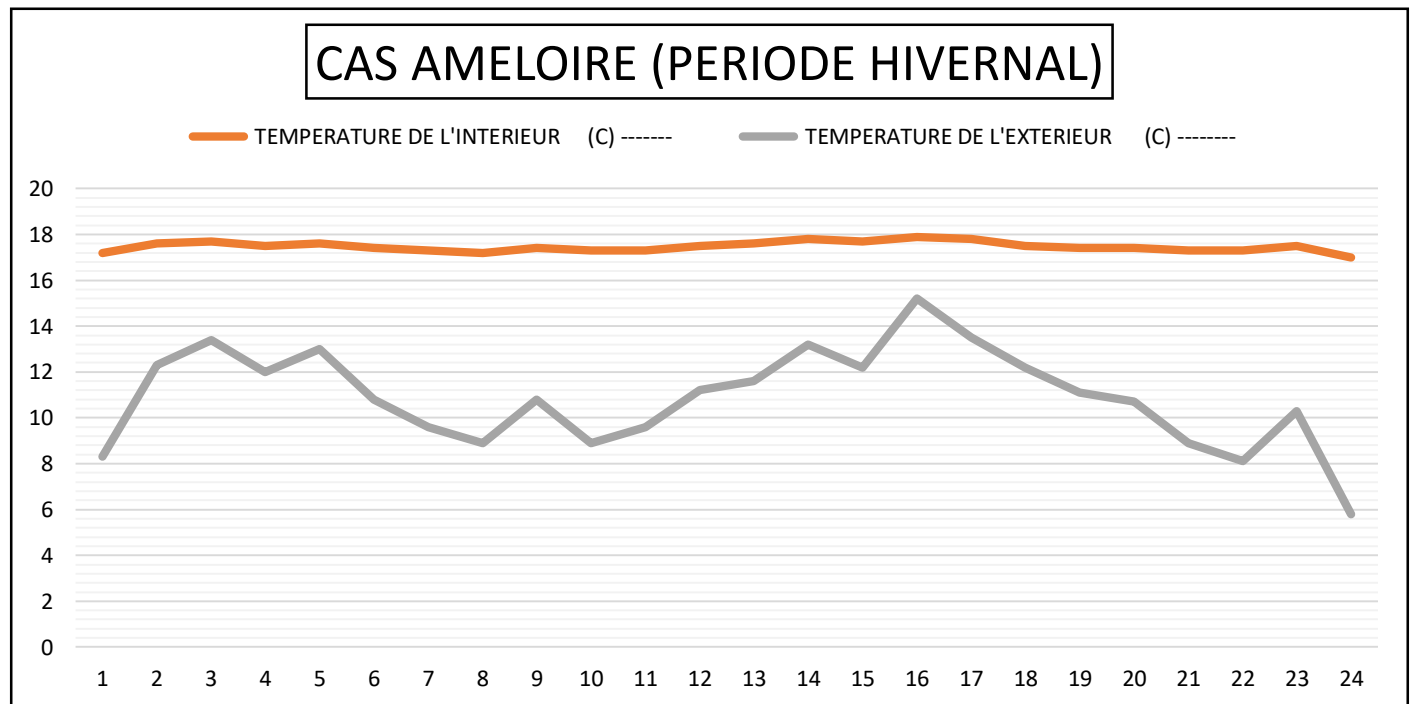


Figure 218: graph de simulation du cas amélioré (période hivernal)
Source : l'auteur

- **interprétation du résultat :**

Cas d'hiver : nous remarquons que la température extérieure est variable entre 5.8 c° et 15.5 c° tandis-que la température intérieure est variable entre 17 c° et 18 c° donc on a évolué la température de l'intérieur entre 3 c° et 10 c°.

8.1.9. Comparaison entre les cas d'étude :

- Période hivernal :

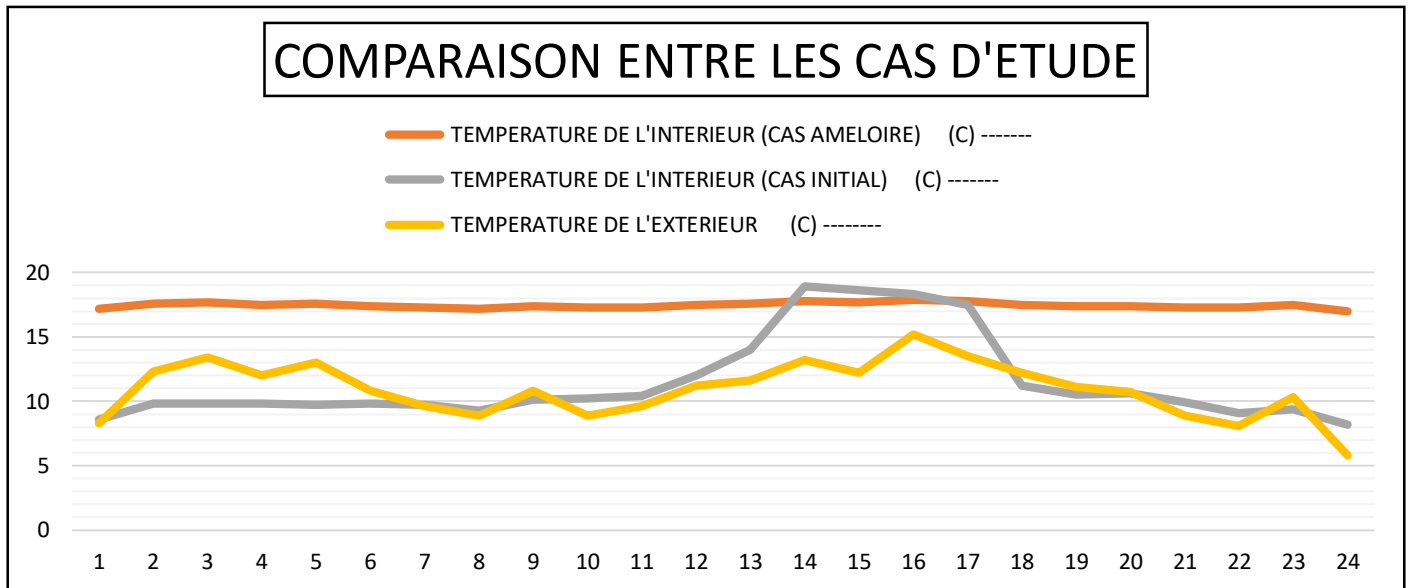


Figure 219: graph de comparaison entre les cas d'étude (période hivernal)

Source : l'auteur

- La comparaison entre les résultats :

La différence est claire entre les deux cas (initial et améliorée) dans le graph et il est estimé à 6 et 7 degrés C° presque toute la journée sauf la période d'après-midi (14h00 jusqu'à 17h00) être la température du cas initial et améliorée sont proche

- Période estival :

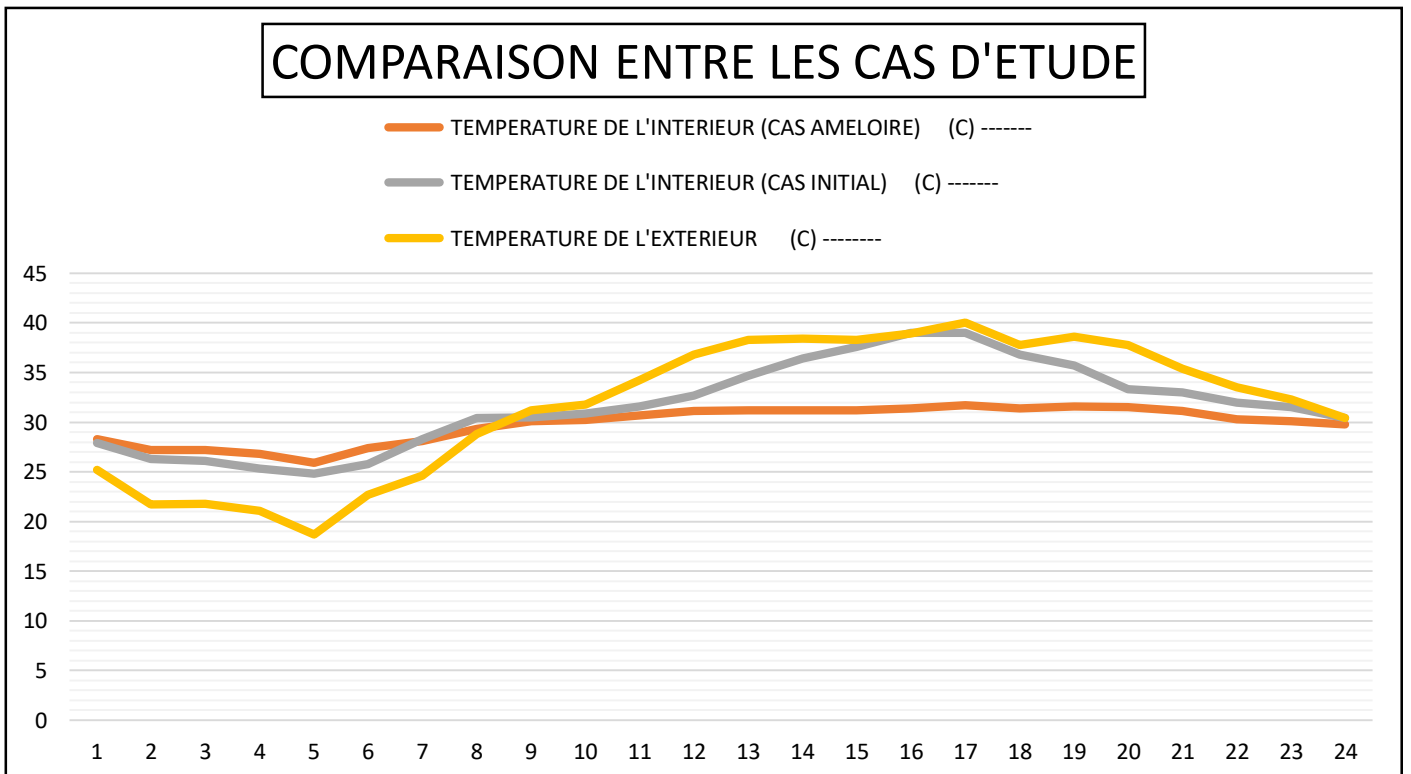


Figure 220: graph de comparaison entre les cas d'étude (période estival)

Source : l'auteur

- **La comparaison entre les résultats :**
 - ✓ Nous remarquons que les deux cas (initial et améliorée) dans la période de 1h00 du matin jusqu'à 10h00 du matin est proche, après 10h00 du matin la température du cas initial augmente la température jusqu'à 39° et la température du cas améliorée reste constant au niveau de 30° et 32°
- ✚ **La simulation est faite sans la prise en compte des brises soleil et façade dynamique ces derniers peuvent permettre d'après la littérature consultée un confort thermique de haute qualité en hiver et en été.**

Synthèse :

Dans cette étude, nous avons essayé d'évaluer l'effet de l'utilisation la toiture végétalisée, double vitrage intelligent sur l'amélioration de confort thermique hivernal et estival au sein du laboratoire de recherche en architecture et génie civil conçu à Laghouat.

- ✓ Donc l'effet du dispositif architectural (toiture végétalisée) et de l'utilisation double vitrage dans notre conception maintient la température interne du bâtiment et n'est pas affecté par la température extérieure.
- ✓ Ce qui confirme la validité de notre hypothèse. la simulation a démontré clairement que la toiture végétalisée et double vitrage sont des solutions pour l'amélioration de confort thermique dans notre projet dans un climat de Laghouat (chaud et aride).
- ✓ Pour obtenir une ambiance confortable à l'intérieure de notre projet, il faut prendre en considération tous les paramètres affectants le confort thermique et traiter un seul paramètre (toiture végétalisée et double vitrage).

8.2.EVALUATION DE CONFORT VISUEL AU NIVEAU DE LABORATOIRE

Introduction :

La lumière naturelle est l'un des paramètres de conception essentiel dans un projet, aussi c'est un facteur technique qui jouer un rôle important dans le projet, une utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation d'énergie des bâtiments et aussi nous donner des conditions d'éclairage suffisantes ,bien que l'éclairage naturel procure une meilleur qualité de la lumière au tant de niveau physiologie qu'un éclairage artificiel.

Dans cette phase nous allons essayer de vérifier l'effet des panneaux dynamique dans la façade le plus défavorable au projet (sud-ouest) dans notre projet, à l'aide des logicielles (ECOTECH/RADIANCE) nous allons simuler l'impact de ces panneaux sur l'éclairage naturelle à l'intérieur de projet, afin de commencé à faire notre simulation nous avons définie des concepts liées à cette dernière.

8.2.1. Définition des concepts :

a. Le confort visuel :

C'est une relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur ou bien un éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques, il peut être aussi un éclairage artificiel satisfaisant et un appoint à l'éclairage naturel.

b. Le flux lumineux :

C'est la puissance lumineuse émise par une source, exprimée en lumens (Lm).

c. L'intensité Lumineuse :

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée, elle se mesure en candéla, équivalent à 1 lm/sr.

d. La luminance :

Le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée Elle est associée à la sensation d'éblouissement, unité de mesure candela (cd/m^2).

e. L'éclairement :

L'éclairement d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux, équivalent à 1 lm/m². $E_{\text{moy}} = (E_{\text{max}} + E_{\text{min}}) / 2$

f. L'éblouissement :

L'éblouissement direct : il est causé par la présence d'une source lumineuse intense située dans la même direction que l'objet regardé ou dans une direction voisine. Il y a deux types d'éblouissement direct : l'éblouissement d'inconfort et l'éblouissement d'invalidant.

L'éblouissement indirect provient d'une réflexion perturbatrice des sources lumineuses sur des surfaces spéculaires ou brillantes. Il se présente sous deux formes : par réflexion ou par effet dévoile.

g. Le Facteur de Lumière du Jour :

Le facteur de lumière du jour en un point intérieur est le rapport de l'éclairement naturel reçu en ce point à l'éclairement extérieur simultanément sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé. $FLJ = E \text{ intérieur} / E \text{ extérieur} \%$

h. L'indice d'uniformité :

C'est le niveau d'éclairement et la luminance varient dans le champ visuel, une adaptation de l'œil est nécessaire lorsque le regard se déplace.

Durant ce moment, l'acuité visuelle est diminuée, entraînant des fatigues inutiles.

$U_o = E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$

i. L'éclairage naturel :

l'éclairage naturel est défini comme étant, l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir, Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes.

8.2.2. Les types de l'éclairage naturel :

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (éclairage latéral), soit en toiture (éclairage zénithal).

➤ **L'éclairage latéral :**

L'éclairage latéral est caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé aux locaux de faible hauteur sous plafond : de 2.50 mètres à 3.00 mètres.

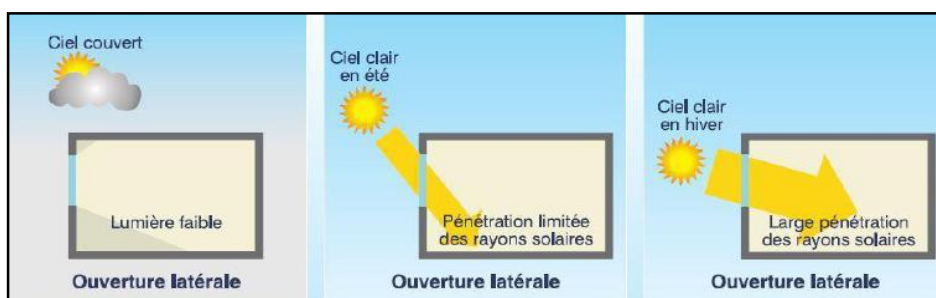
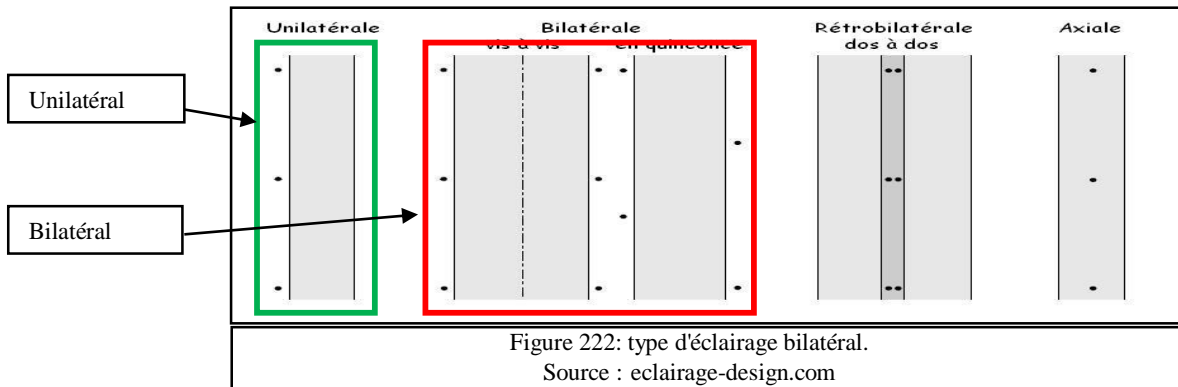


Figure 221: Les types d'éclairage latéral.
Source : traité d'architecture et urbanisme.

➤ **Eclairage unilatéral :**

L'éclairage unilatéral est fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même paroi. Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes.

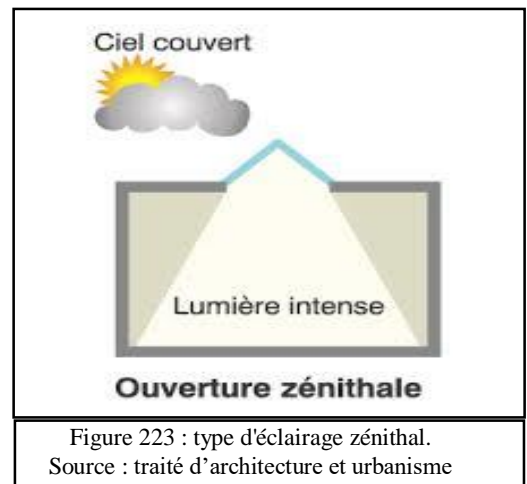


➤ **Eclairage bilatéral :**

L'éclairage bilatéral consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles soit perpendiculaires, d'un même espace. Ce type d'éclairage remédie aux défauts majeurs causés par l'éclairage unilatéral.

➤ **L'éclairage zénithal :**

Le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres. Quant aux locaux de hauteur intermédiaire, de 3 mètres à 4,50mètres, le choix dépend d'autres caractéristiques à l'image de la profondeur, la largeur et la forme du bâtiment. Si la profondeur du bâtiment par exemple est importante par rapport à la hauteur du local, l'éclairage zénithal sera indispensable afin d'assurer une distribution uniforme des éclairagements intérieurs.



8.2.3. Présentation du cas d'étude :

Nous avons choisi dans notre projet le laboratoire qui se situe dans le 2ème étage du bloc d'architecture l'endroit le plus exposé au rayons solaire dans la façade le plus défavorable, qui orienté Sud / Sud-Ouest, pour vérifier l'éblouissement.

Surface	56m²
Hauteur sous plafond	4.5m
Hauteur de fenêtre	3.5m
Type d'éclairage	bilatéral
Orientation des ouvertures	Sud-ouest

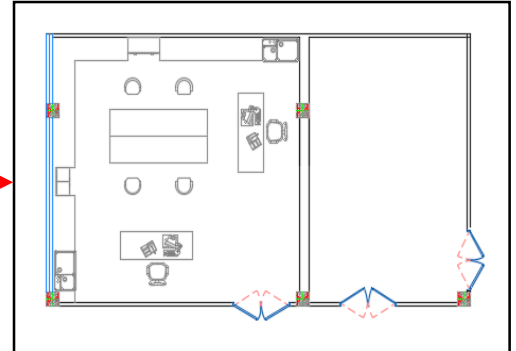
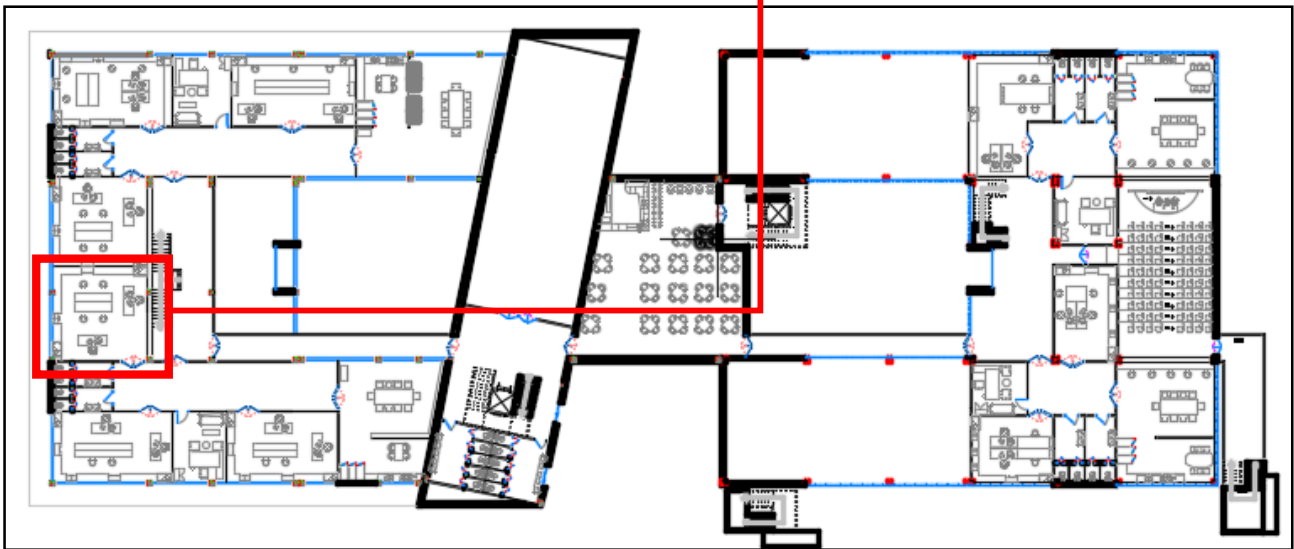


Figure 224: Présentation géométrique de l'espace étudié.
Source : auteur



8.2.3.1. Norme et Recommandations de conception d'éclairage naturel (laboratoire) :

- ✓ Niveau d'éclairement 800 lux (laboratoire).
- ✓ Eviter la tache solaire sur le plan de travail.
- ✓ Eclairer les espaces par une lumière indirecte (l'utilisation de Plusieurs techniques permet d'amener la lumière à l'intérieur des espaces).

Contrôler la lumière naturelle, limiter de ce fait l'éblouissement et participer à l'amélioration des conditions d'éclairage intérieur.

8.2.3.2. Normes d'éclairément :

Eclairément minimal	Type d'activité
200 lux	Mécanique moyenne, dactylographie, travail de bureau
300 lux	Travail de petites pièces, bureau de dessin, mécanographie
400 lux	Mécanique fine, gravure, comparaison de couleurs, dessin difficile, industrie du vêtement
600 lux	Mécanique de précision, électronique fine, contrôles divers
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires

Figure 225: Normes d'éclairément.
Source : LES BASES DE L'CLAIRAGE

8.2.4. Présentation de logiciels de simulation :

8.2.4.1. AUTODESK ECOTECH ANALYSIS 2010 :

Le logiciel ECOTECH a été créé pour le but de démontrer certaines idées présentées dans la thèse du docteur Andrew MARSH à l'École d'Architecture et des Beaux-arts à l'Université de l'Australie.

ECOTECH est un software multicritère d'aide à l'optimisation de la performance environnementale du bâtiment, comprend entre autres applications : une visualisation 3D, une analyse de la radiation solaire, une analyse de l'éclairément, et même aussi une analyse thermique et une analyse acoustique.

8.2.4.2. DESKTOP RADIANCE :

Développé en tant qu'outil de recherche pour l'exploration des techniques avancées de rendu en éclairage à la fin des années 80, Radiance a par la suite évolué en un puissant système de visualisation lumineuse. Le logiciel est unique en ce qui concerne sa capacité à simuler le comportement de la lumière au sein d'environnements complexes, autant au niveau des résultats numériques qu'il fournit qu'au réalisme des images qu'il peut générer (Cantin, F .2008). , Radiance constitue sans contredit l'outil de simulations de la lumière le plus puissant et le plus flexible présentement offert au chercheur.



Figure 226: Autodesk Ecotech 2010
Source : Google image.

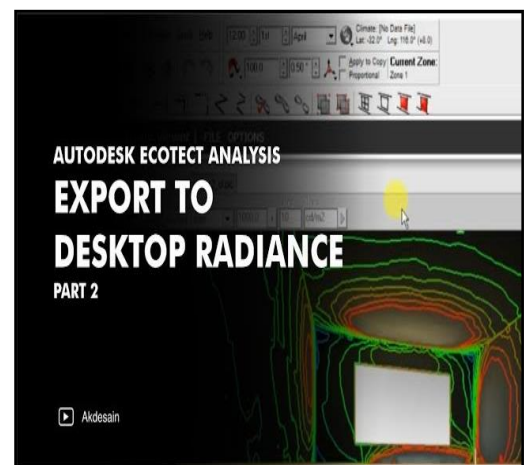


Figure 227: Radiance.
Source : Google image.

8.2.5. Les phases de simulation :

En ajoute les zones, la location et le style visuel.

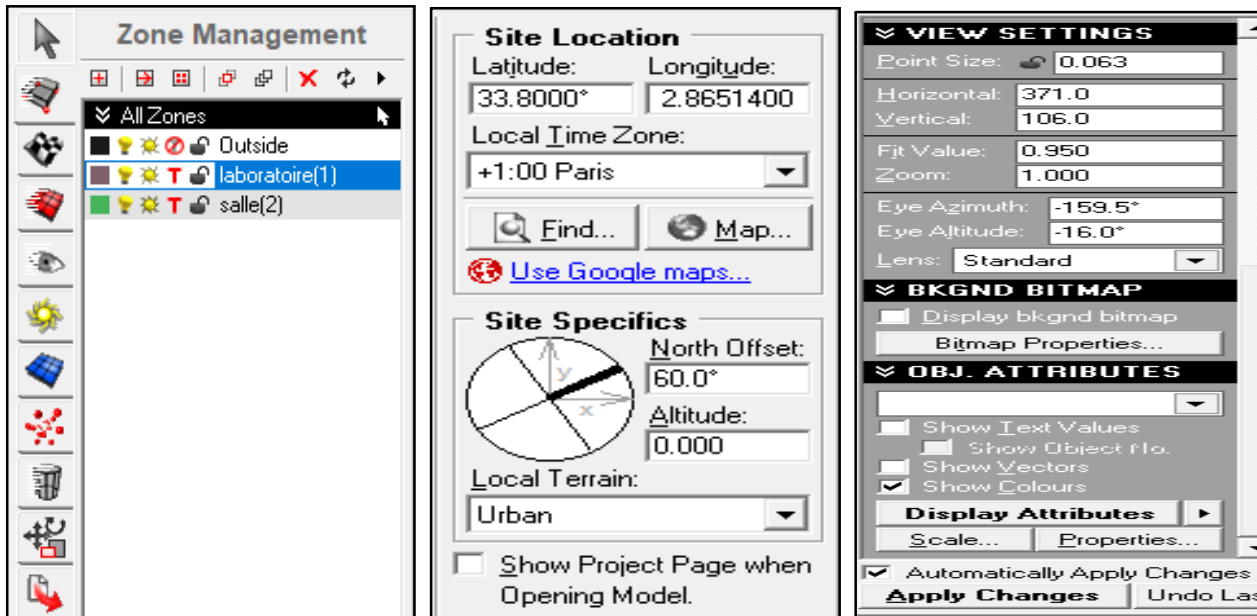


Figure 228: les zones, location et style visuel.
Source : auteur.

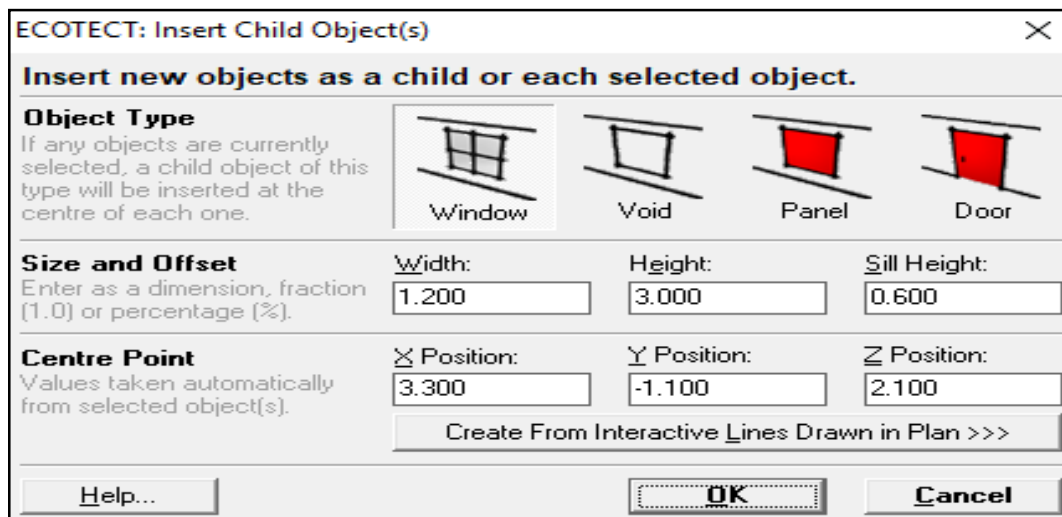


Figure 229: l'insertion des fenêtres et portes.
Source : auteur

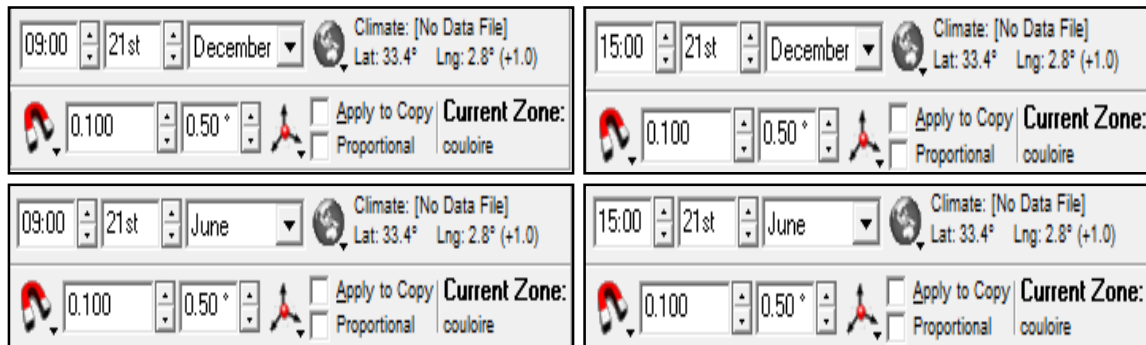


Figure 230: les dates et les heures de simulation (21/12, 21/06), (9h, 15h)
Source : auteur

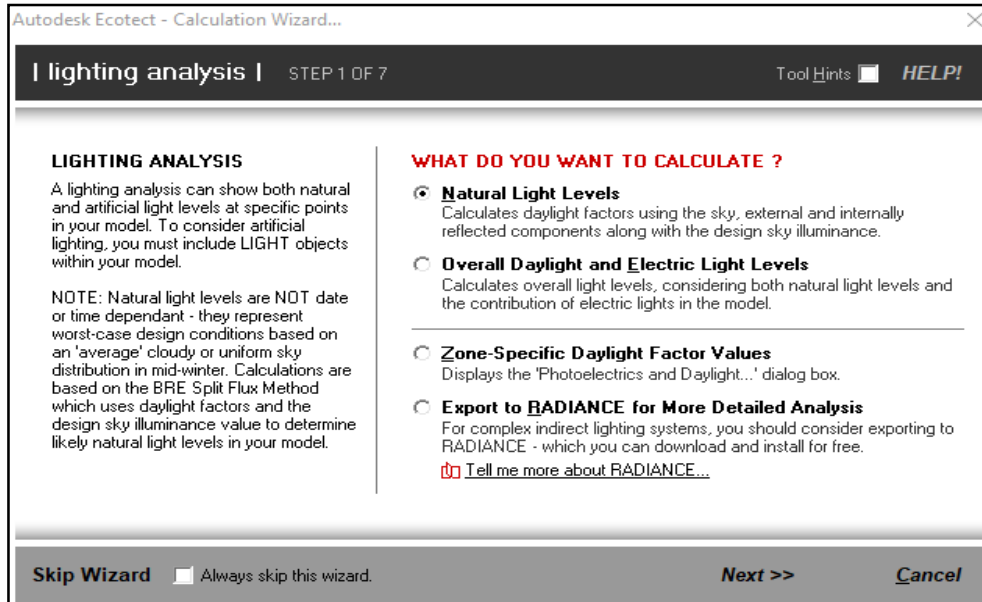


Figure 231: calcul du FLJ (Ecotect).
Source : auteur

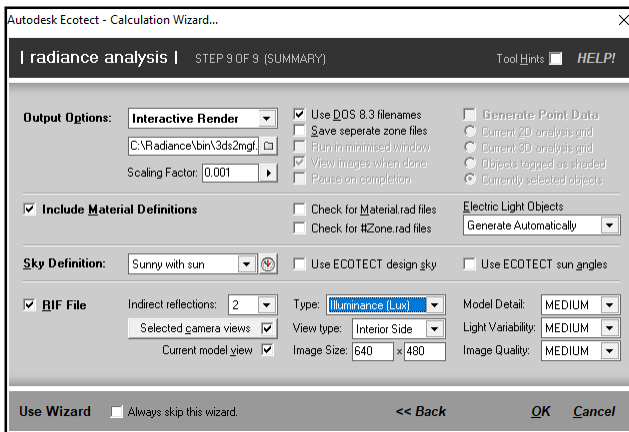


Figure 232: calcul de l'éclairage (radiance).
Source : Auteur

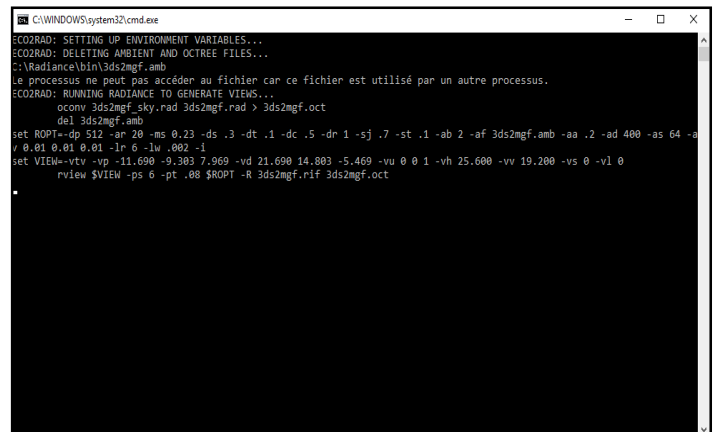


Figure 233: calcul de l'éclairage (radiance).
Source : auteur

8.2.6. La simulation :

Puisque nous allons vérifier l'éclairage nous avons choisi de faire la simulation chaque deux heures de 9h à 15h pendant deux journées :

- ✓ hiver 21 décembre.
- ✓ été 21 juin.

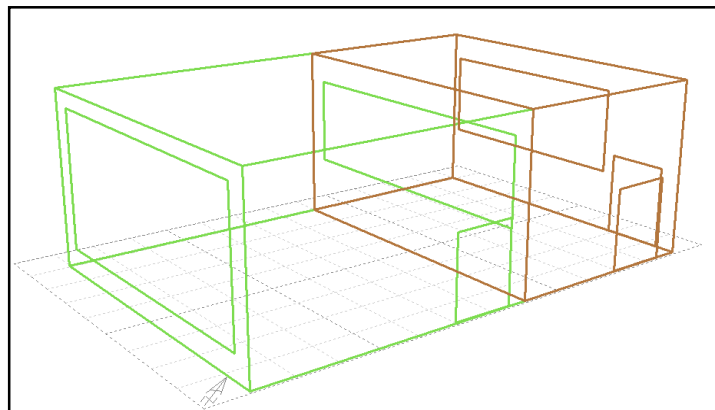


Figure 234: Présentation du laboratoire évalué.
Source : auteur.

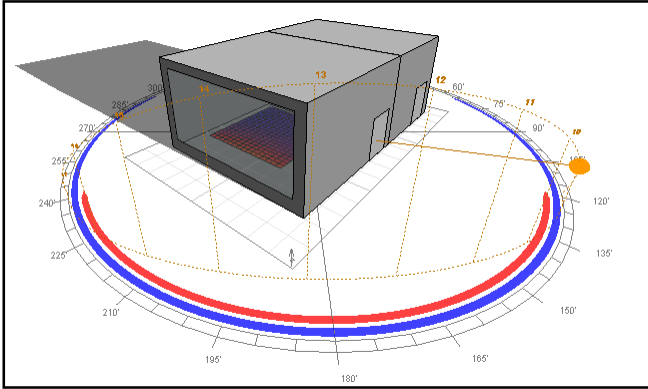


Figure 237: Position du soleil le 21

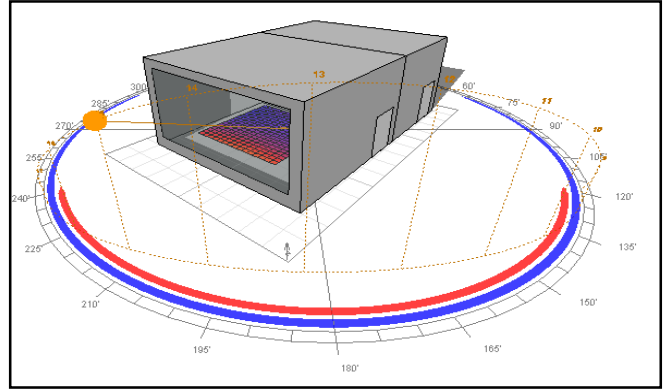


Figure 238 : Position du soleil le 21

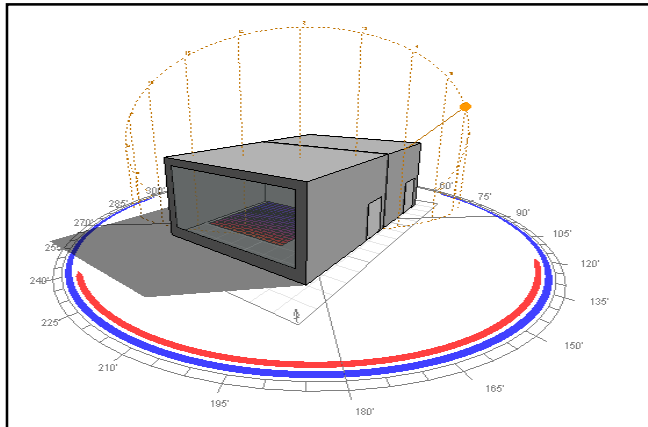


Figure 236 : Position du soleil le 21 JUIN à 9h.

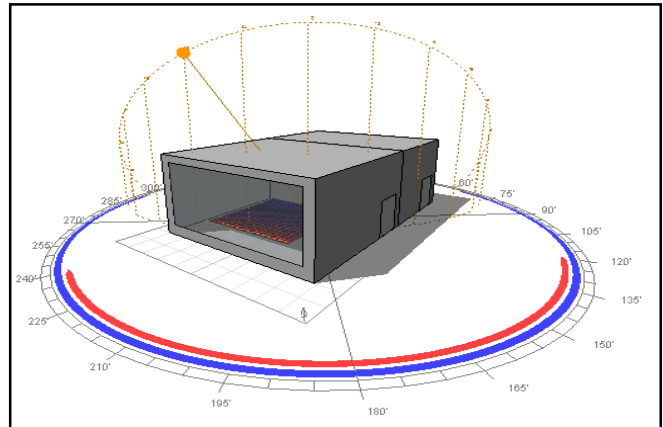


Figure 235: Position du soleil le 21 JUIN à 15h

8.2.7. Cas initial :

8.2.7.1. Evaluation numérique des conditions d'éclairage naturel :

Nous allons calculer le niveau d'éclairage et le facteur de lumière du jour (FLJ) dans le laboratoire, ainsi que la répartition de la lumière naturelle dans cet espace.

➤ Résultats obtenue 21/décembre à 9h :

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 Décembre / 9h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairage min (lux)	Eclairage moyen (lux)	Eclairage max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité (IU)
Couvert	120.2 lux	245 lux	710.5 lux	5.91	0.49
Dégagé	365.3 lux	490 lux	851.2 lux	13.37	0.74
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				



Figure 240: FLJ calculé le 21 décembre à 09h.

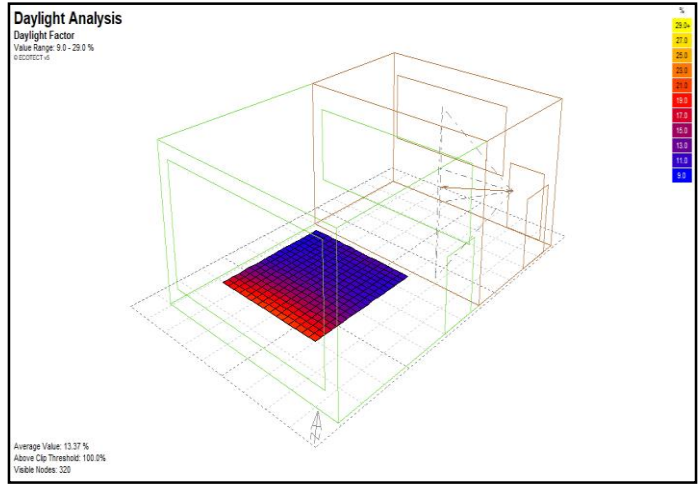


Figure 239: Taux d'éclairément calculé le 21 décembre à 09h.

➤ **Interprétation des résultats le 21/12 à 9h :**

Après l'évaluation numérique à 9h en hiver, nous avons remarqué que l'éclairément minimal est faible dans le cas du ciel couvert 120.2 lux, quant à la valeur de FLJ, le résultat était 13,37%. L'indice d'uniformité 0,74 indique une répartition non uniforme dans le cas où le ciel est dégagé, ce qui affectera le champ visuel.

➤ **Résultats obtenue 21/décembre à 11h :**

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 Décembre / 11h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairément min (lux)	Eclairément moyen (lux)	Eclairément max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité (IU)
Couvert	152.8 lux	257.4 lux	759 lux	4.45	0.59
dégagé	355.2 lux	506.2 lux	1162.3 lux	13.37	0.7
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				

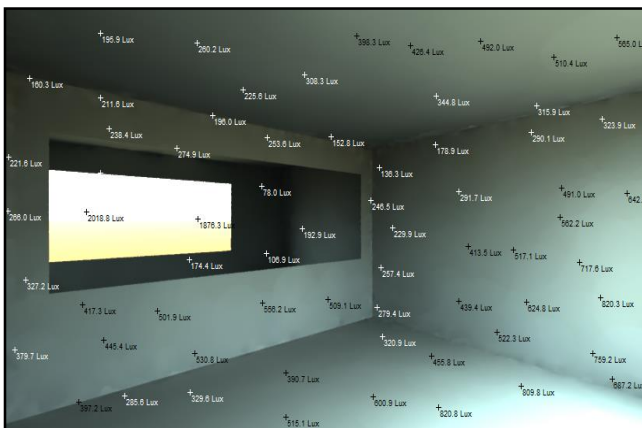


Figure 241: Taux d'éclairément calculé le 21 décembre à 11h.

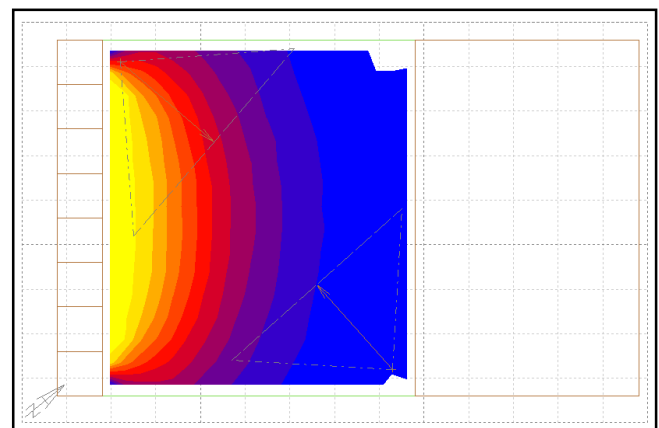


Figure 242: FLJ calculé le 21 décembre à 11h.

➤ **Interprétation des résultats le 21/12 à 11h :**

Après l'évaluation numérique à 11h en hiver, nous avons remarqué que l'éclairément minimal est faible dans le cas du ciel couvert 152.8 lux, quant à la valeur de FLJ, le résultat était 13,37%. L'indice d'uniformité 0,7 indique une répartition non uniforme dans le cas où le ciel est dégagé, ce qui affectera le champ visuel.

➤ Résultats obtenue 21/décembre à 15h :

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 Décembre / 15h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité é (IU)
Couvert	343.5 lux	639 lux	1374 lux	4	0.53
dégagé	5480 lux	22000 lux	50912.6 lux	13.37	0.24
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				

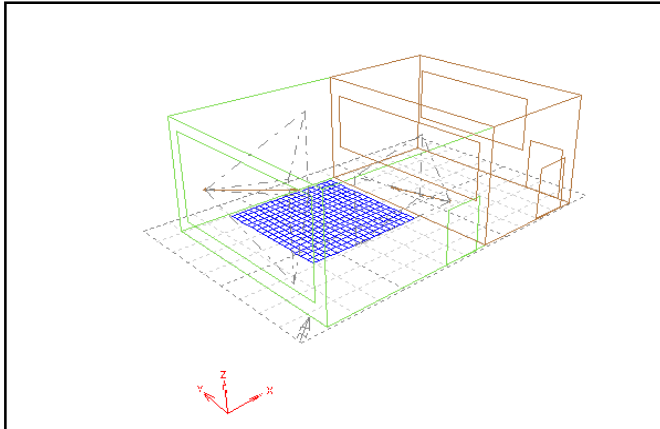


Figure 244: FLJ calculé le 21 décembre à 15h.

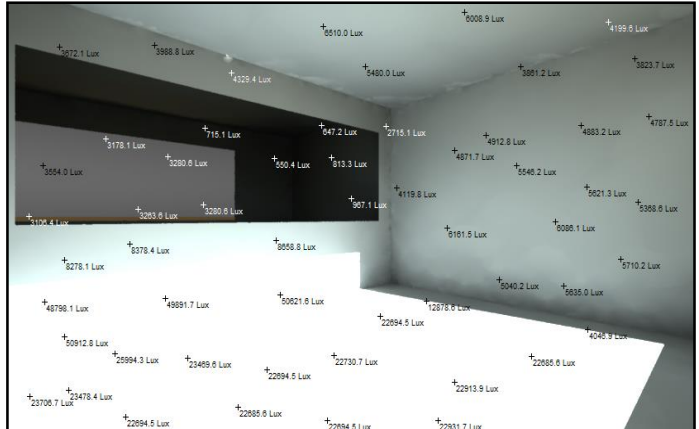


Figure 243 : Taux d'éclairement calculé le 21 décembre à 15h.

➤ Interprétation des résultats le 21/12 à 15h :

Les résultats de la simulation indiquent une augmentation au niveau de l'éclairement jusqu'à 50912.6 Lux et un FLJ de 13.37 %.

Emoy=22000 Lux, cette résultat est plus élevé par rapport les normes recommandées (800). L'indice d'uniformité indique 0.24 une valeur minimale par rapport les normes (0.60), et un risque d'éblouissement FLJ 13.37 %.

➤ Résultats obtenue 21/juin à 9h :

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 juin / 9h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité é (IU)
dégagé	543.2 lux	816 lux	1764.6 lux	13.37	0.66
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				

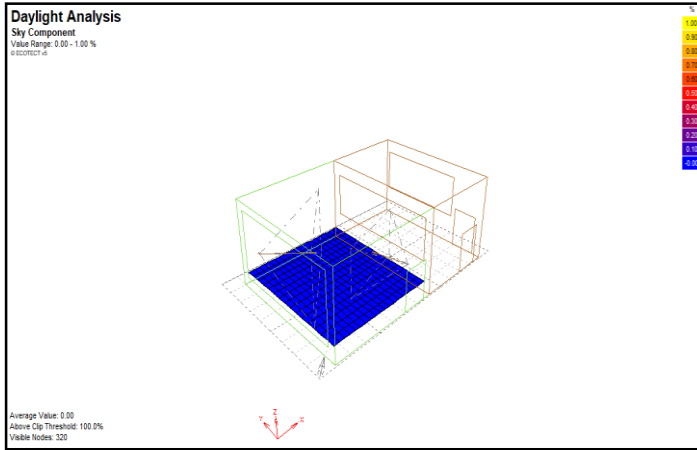


Figure 245 : FLJ calculé le 21 juin à 09h.

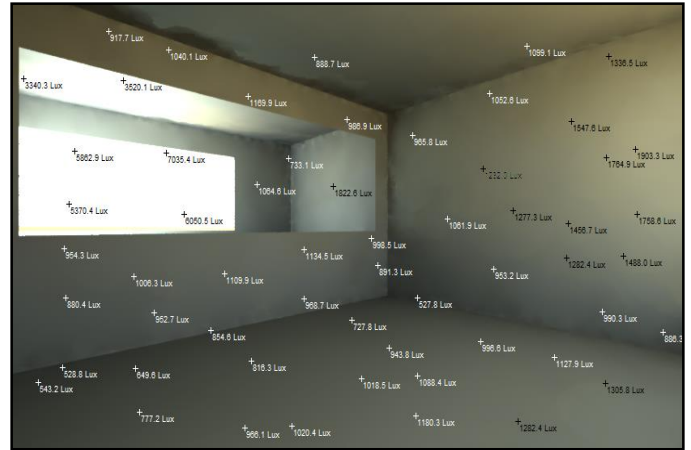


Figure 246: Taux d'éclairément calculé le 21 juin à 09h.

➤ **Interprétation des résultats le 21/06 à 09h :**

Les résultats indiquent un éclairément suffisant 816 Lux et un FLJ de 13.37%. Les résultats de la simulation indiquent un niveau d'éclairément jusqu'à 1764.6 Lux et un FLJ de 13.37 %. Emoy=816 Lux, ce résultat est à la plage des normes recommandées. L'indice d'uniformité indique 0.66, une valeur exact uniforme par rapport les normes (0.60), et un risque d'éblouissement dans une tache à côté de l'ouverture.

➤ **Résultats obtenue 21/juin à 11h :**

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 juin / 11h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairément min (lux)	Eclairément moyen (lux)	Eclairément max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité (IU)
dégagé	397.2 lux	600.9 lux	1876.3 lux	13.37	0.66
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				

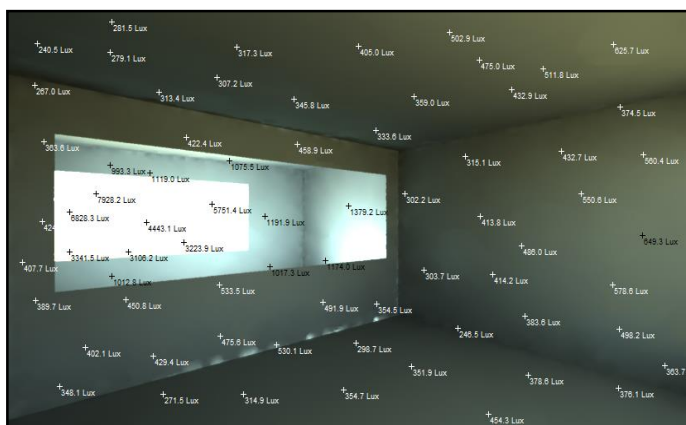


Figure 247: Taux d'éclairément calculé le 21 juin à 11h

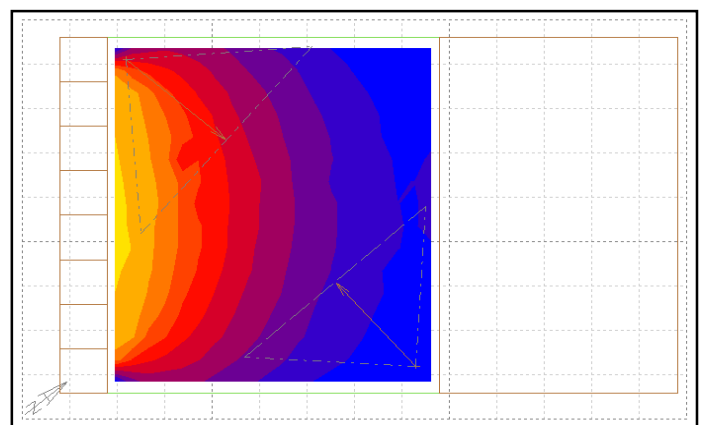


Figure 248: FLJ calculé le 21 juin à 11h.

➤ **Interprétation des résultats le 21/06 à 11h :**

Les résultats de la simulation indiquent un niveau d'éclairément jusqu'à 1876.3 Lux et un FLJ de 13.37 %. Emoy=600.9 Lux, résultat initial basse que les normes recommandées (800). L'indice d'uniformité indique 0.66, une valeur élevé un peu.

➤ Résultats obtenue 21/juin à 15h :

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 juin / 15h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité é (IU)
dégagé	832.1 lux	1633 lux	40246 lux	13.37	0.50
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				

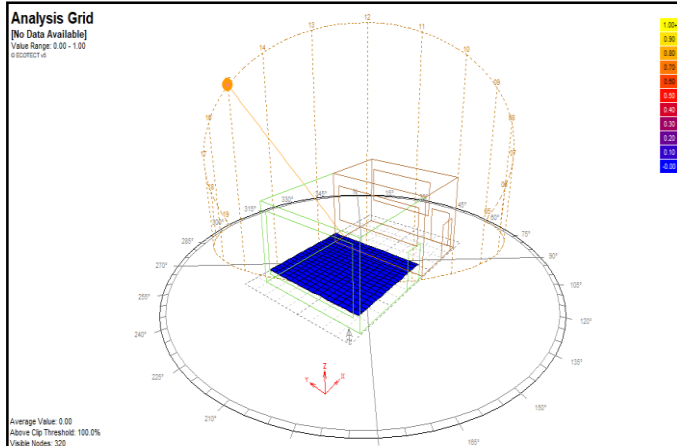


Figure 250 : FLJ calculé le 21 juin à 15h

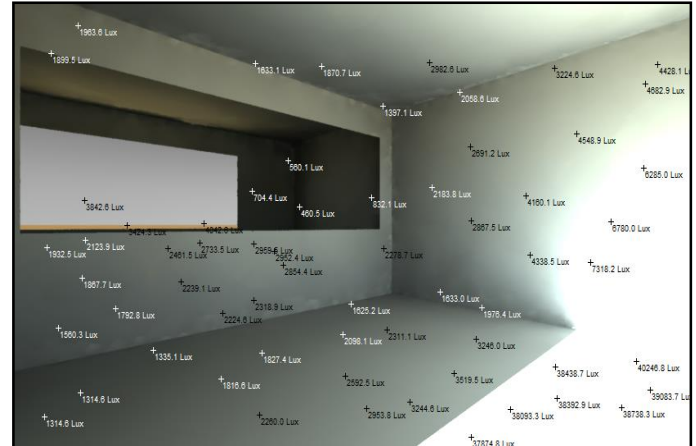


Figure 249: Taux d'éclairement calculé le 21 juin à 15h

➤ Interprétation des résultats le 21/06 à 15h :

Les résultats de la simulation indiquent un niveau d'éclairement jusqu'à 40246 Lux et un FLJ de 13.37 %. Emoy=1633 Lux, ce résultat est très élevé par rapport les normes recommandées (800). L'indice d'uniformité indique 0.50, une valeur basse par rapport les normes (0.60), et un risque d'éblouissement, avec une grande tache solaire à côté de l'ouverture.

8.2.7.2. Calcul numérique des conditions d'éclairage naturel (cas amélioré) :

D'après ce que nous avons obtenu à l'évaluation numérique de l'éclairage naturel, nous allons essayer de corriger et contrôler la distribution de la lumière dans l'espace, La correction sera de la façon suivante : **vérifier le choix architectural des panneaux dynamique sur la façade sud du laboratoire.**

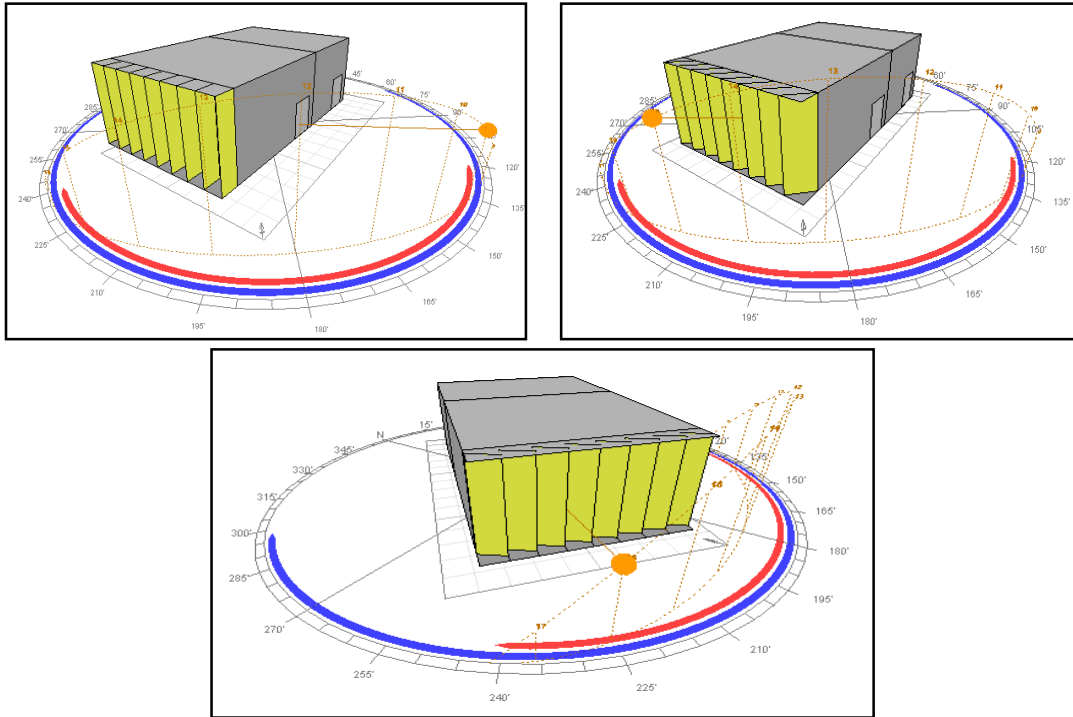


Figure 251: vues sur la façade sud-ouest de laboratoire.

➤ **Présentation de panneau dynamique :**

Panneau sous forme rectangulaire placé verticalement sur port à faux, ce panneau de 1m de largeur, 4.5m hauteur encadré avec des cadres automatique pour faciliter la circulation des panneaux selon la direction de soleil pour stopper la pénétration de rayons soleil.

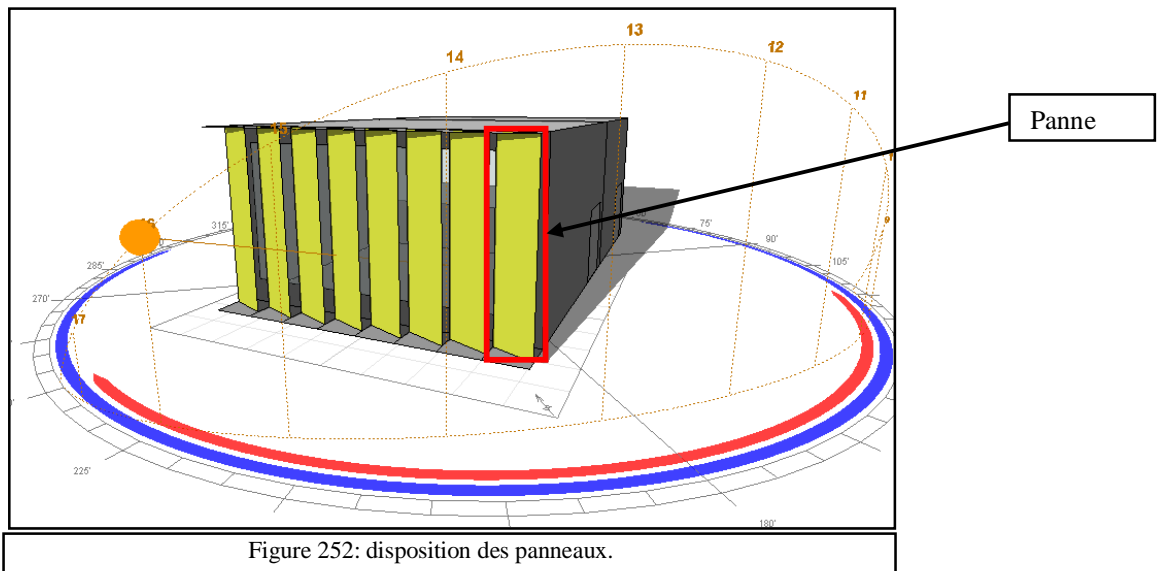


Figure 252: disposition des panneaux.

Résultats obtenue 21/12 à 09h (cas amélioré) :

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 décembre / 9h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité (IU)
Dégagé	464.9 lux	826.5 lux	1309.8 lux	6.24	0.56
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				



Figure 253: Taux d'éclairement calculé le 21 décembre à 09h.

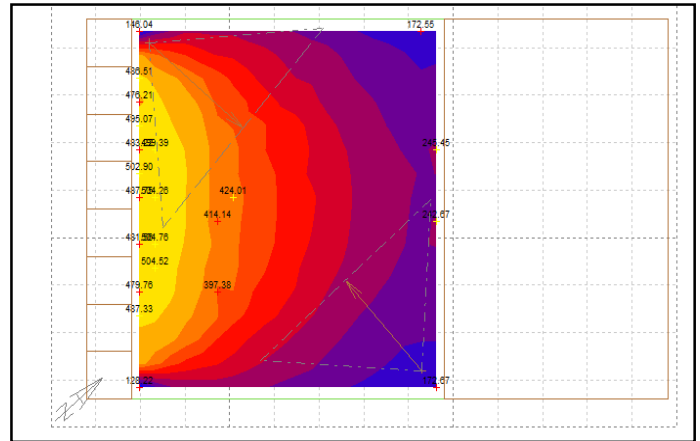


Figure 254: FLJ calculé le 21 décembre à 09h.

➤ Interprétation des résultats de 21/12 à 9h (cas amélioré) :

Après les améliorations les résultats de simulation, on remarque la valeur $E_{moy}=826.5$ lux est très proche aux normes (800 lux) par rapport au cas initial (490 lux).

La valeur du $FLJ=6.24$ est meilleur que le cas initial (13.37), l'indice d'uniformité= 0.56. C'est un résultat meilleur par rapport le cas initial.

➤ Résultats obtenue 21/décembre à 11h (cas amélioré) :

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 Décembre / 11h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité (IU)
Couvert	238.4 lux	509.1 lux	820.3 lux	5.91	0.46
Dégagé	473 lux	851.3 lux	1362 lux	13.37	0.55
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				

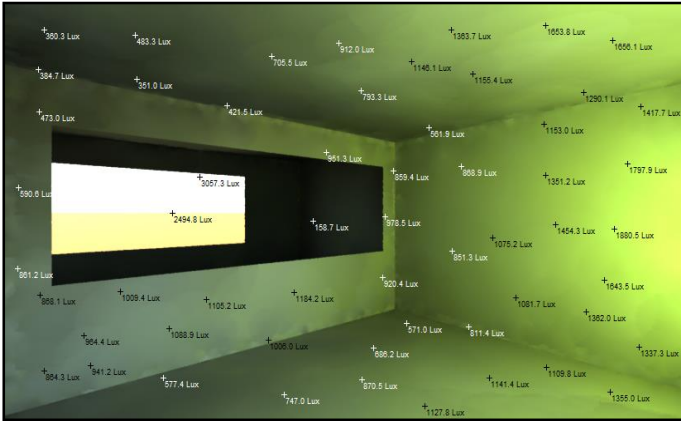


Figure 256: Taux d'éclairage calculé le 21 décembre à 11h.

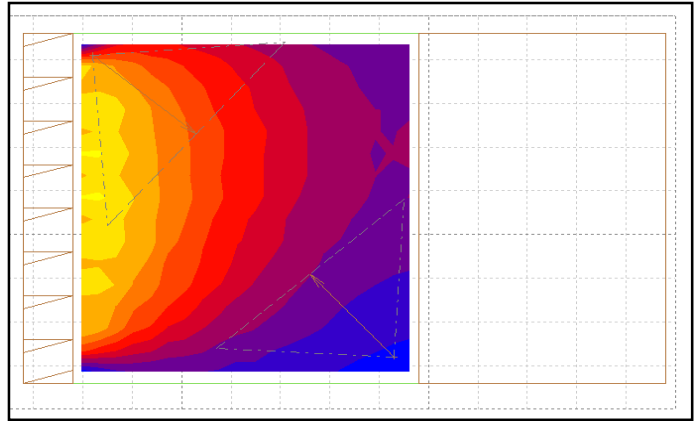


Figure 255: FLJ calculé le 21 décembre à 11h.

➤ **Interprétation des résultats de 21/12 à 11h (cas amélioré) :**

Après les améliorations les résultats de simulation, on remarque l'absence des taches solaires et la valeur Emoy=851.3 lux est très proche aux normes (800 lux) par rapport au cas initial (506.2 lux).
La valeur du FLJ=6.24 est meilleur que le cas initial (13.37), l'indice d'uniformité= 0.55

➤ **Résultats obtenue 21/12 à 15h (cas amélioré) :**

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 décembre / 15h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairage min (lux)	Eclairage moyen (lux)	Eclairage max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité (IU)
Dégagé	233.6 lux	731 lux	1393 lux	6.24	0.31
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				

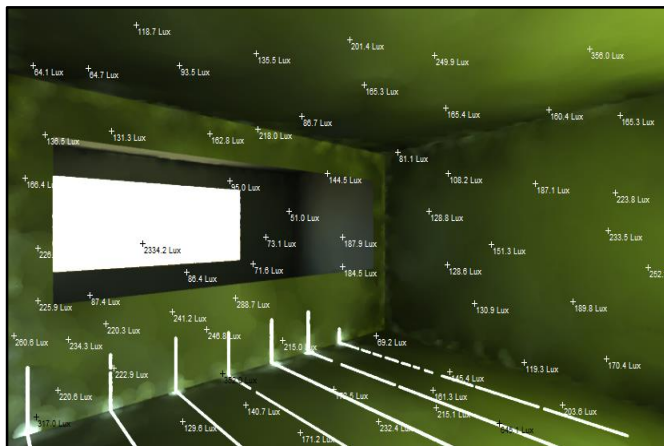


Figure 258: Taux d'éclairage calculé le 21 décembre à 15h.

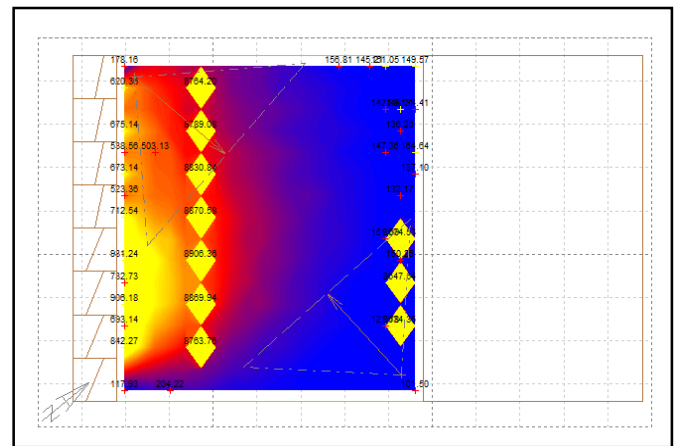


Figure 257: FLJ calculé le 21 décembre à 15h.

➤ **Interprétation des résultats de 21/12 à 15h (cas amélioré) :**

Après les améliorations les résultats de simulation, on remarque qu'on a des taches solaires et la valeur Emoy=731 lux est un peu proche aux normes (800 lux) par rapport au cas initial (22000 lux).

La valeur du FLJ=6.24 est meilleur que le cas initial (13.37). L'indice d'uniformité=0.31 inférieur que norme recommandé.

➤ Résultats obtenue 21/06 à 9h (cas amélioré) :

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 juin / 9h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité é (IU)
Dégagé	356.2 lux	754 lux	1445 lux	6.24	0.47
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				

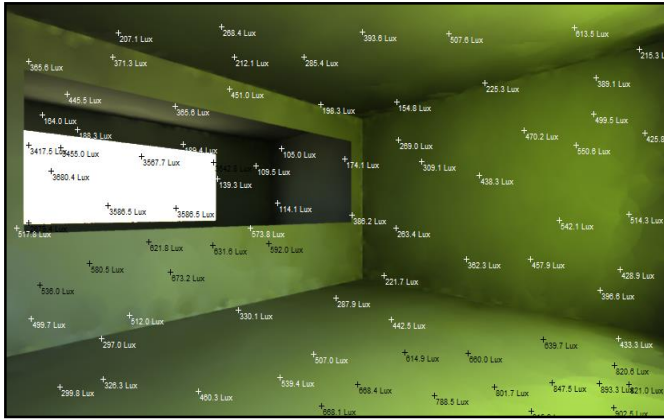


Figure 260: Taux d'éclairement calculé le 21 juin à 09h.

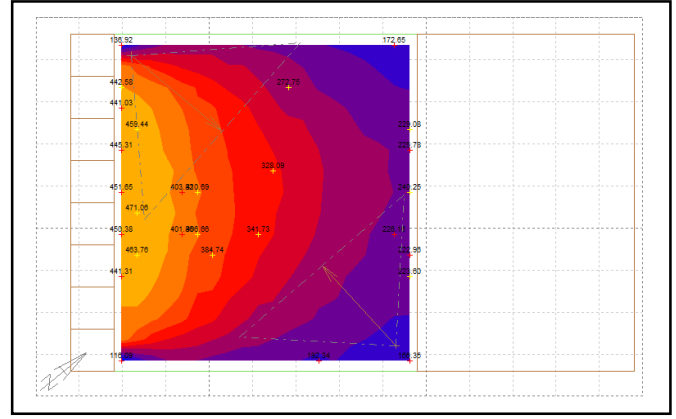


Figure 259: FLJ calculé le 21 juin à 09h.

➤ Interprétation des résultats de 21/06 à 9h (cas amélioré) :

Après les améliorations les résultats de simulation, on remarque l'absence des taches solaires, la valeur Emoy=754 lux est très proche aux normes (800 lux).

La valeur du FLJ=6.24 est meilleur que le cas initial (13.37). L'indice d'uniformité=0.47 peu proche au 0.60 résultat suffisante.

➤ Résultats obtenue 21/06 à 11h (cas amélioré) :

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 juin / 11h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité é (IU)
Dégagé	460.3 lux	847.5 lux	1393 lux	6.24	0.54
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				

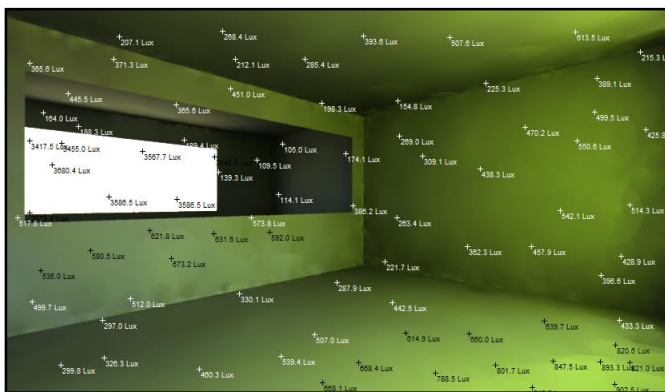


Figure 261: Taux d'éclairement calculé le 21 juin à 11h.

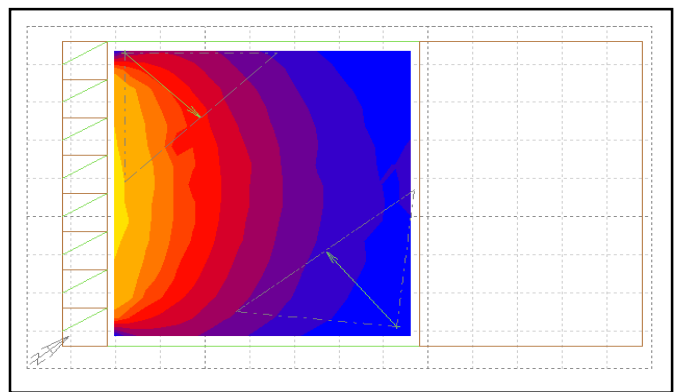


Figure 262: FLJ calculé le 21 juin à 11h.

➤ **Interprétation des résultats de 21/06 à 11h (cas amélioré) :**

Après les améliorations les résultats de simulation, on remarque l'absence des taches solaires et la valeur Emoy=847.5 lux est très proche aux normes (800 lux) par rapport au cas initial (600.9 lux).

La valeur du FLJ=6.24 est meilleur que le cas initial (13.37), l'indice d'uniformité=0.54

➤ **Résultats obtenue 21/06 à 15h (cas amélioré) :**

Mois / Heure			Etat de Ciel		
21 juin / 15h			Dégagé		
Etat de ciel	Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité (IU)
Dégagé	348.5 lux	800.2 lux	1206 lux	6.24	0.43
800 lux	Tâches très difficiles de l'industrie ou des laboratoires				



Figure 264: Taux d'éclairage calculé le 21 juin à 15h.

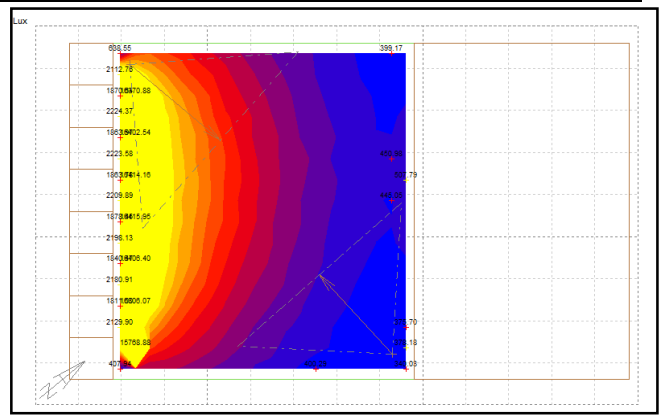


Figure 263: FLJ calculé le 21 juin à 15h.

➤ **Interprétation des résultats de 21/06 à 15 (cas amélioré) :**

Après les améliorations les résultats de simulation, on remarque l'absence des taches solaires et la valeur Emoy=800.2 lux est très proche aux normes (800 lux) par rapport au cas initial (1633 lux).

La valeur du FLJ=6.24 est meilleur que le cas initial (13.37), l'indice d'uniformité=0.43.

Synthèse :

A travers ce travail nous avons essayé d'étudier l'impact des panneaux dynamiques sur le confort visuel à l'intérieure d'un laboratoire, protection dynamique, ainsi que le dimensionnement des ouvertures. Les résultats obtenus sont satisfaisants par rapport la façade dans les conditions climatiques de la ville de Laghouat.

Malgré le niveau de confort qu'on a développé avec les techniques utilisés, mais il resté pour un résultat optimale on doit contrôler tous les facteurs qui peut influencer sur le confort visuel.

The image features a minimalist, abstract design. A central white rectangular box with a thin black border contains the word "CONCLUSION" in a bold, black, serif font. This box is superimposed on a background of several parallel, diagonal black lines that cross the page from the bottom-left to the top-right. The lines are grouped into two main clusters, one above and one below the central box, with some lines overlapping the box's edges. The entire composition is enclosed within a thin black rectangular frame.

CONCLUSION

Conclusion générale :

Notre étude a été élaboré dans le but de satisfaire les besoins de la ville de Laghouat en matière des établissements de la recherche scientifique dans les secteurs de l'architecture et du génie civil et de renforcer, développer ce secteur par la création d'un laboratoire de recherche en architecture et génie civil dans un site à vocation scientifique.

La conception de notre projet était basée sur le respect des exigences fonctionnelles et techniques qui compose son programme, qui est dérivé des exemples analysés de laboratoire de recherche en architecture et génie civil dans notre étude et qui contient une diversité et une harmonie des fonctions, qui sont organisées suivantes des notions d'implantation bien déterminée. Aussi était basée sur les exigences de l'environnement et les potentialités du notre site (l'orientation, la forme, morphologie...) dans la ville de Laghouat qui caractérisé par un climat chaud et aride, pour cela nous avons utilisée des techniques durables tels que (la toiture végétalisé, la tour à vent, la façade dynamique) et des matériaux spéciaux dans notre conception pour procurer un confort thermique et visuel des occupants, et en même temps minimiser les consommations énergétique.

Nous avons effectué dans la partie individuelle des simulations numériques à l'aide des logiciels pour vérifier le confort thermique, visuel. Il est important de noter qu'on doit prendre en considération ces paramètres dès le début de la conception pour avoir à la fin un projet qui offre des conditions de confort optimales, par ce que notre but c'est bien le confort des usagers, donc tous cela c'est pour arriver un environnement durable et confortable pour eux (les usages du laboratoire de recherche en architecture et génie civil).

Nous avons essayé d'ouvrir le champ à d'autres recherches et études qui peuvent enrichir et approfondir les connaissances dans le domaine de la recherche scientifique en architecture et génie civil et la durabilité.

Enfin, ce mémoire a été pour nous, un excellent moyen de mettre en pratique des connaissances théorique acquise du cursus et de rassembler de nouvelles connaissances concernant le confort visuel et thermique ainsi que l'utilisation des logiciels.

Nous estiment humblement que notre travail peut constituer une première contribution dans le domaine de l'architecture durable dans la région de Laghouat.

BIBLIOGRAPHIE**Ouvrage :**

- Baruch Givoni. l'homme, climat et architecture 1978.
- Bert Bielefed et Sebastian El-Khouli, BASICS, idée de projet 2007 **cote (08.05.0013.004)** bibliothèque de l'EPAU.
- Boudouin Bernard, Construire une maison écologique, Editions Ambre, Genève 2008.
- Capderou M, Atlas solaire de l'Algérie. Tome 3. Office des publications universitaires, Alger 1985.
- Jean-Pierre Oliva et Samuel Courgey, La conception bioclimatique : des maisons confortables et économes 2006.
- Philip Jodidio, ARCHITECTURE NOW (l'architecture aujourd'hui) 2009.
- Pierre Neema Architecte DPLG Le Développement Durable et l'Architecture Durable 2010.
- Philippe Deshayes, l'environnement et opportunités d'innovation 2012.

Articles de revues scientifiques :

- Annuaire des laboratoires de recherche scientifique Université Constantine1.
- Le Système d'Information dans un laboratoire de recherche Guide de spécification des services.
- Note relative aux laboratoires de recherche.
- Les organes de la recherche scientifique en Algérie.
- Marie-Pascale Corcuff, Penser l'espace et les formes.

Sites internet :

- audience.cerma.archi.fr
- staedtebauliche-klimafibel.de
- ecoloti.com/La-protection-solaire.html
- developpement-durable.gouv.fr
- archdaily.com
- epau-alger.edu.dz
- architecte-batiments.fr/

- pave.hypotheses.org
- usherbrooke.ca
- hach.ulg.ac.be
- nuclearvalley.com
- umoncton.ca
- archiexpo.fr
- materiaux-namur.com
- voirvert.ca
- slideshare.net
- usthb.dz
- lgcge.fr



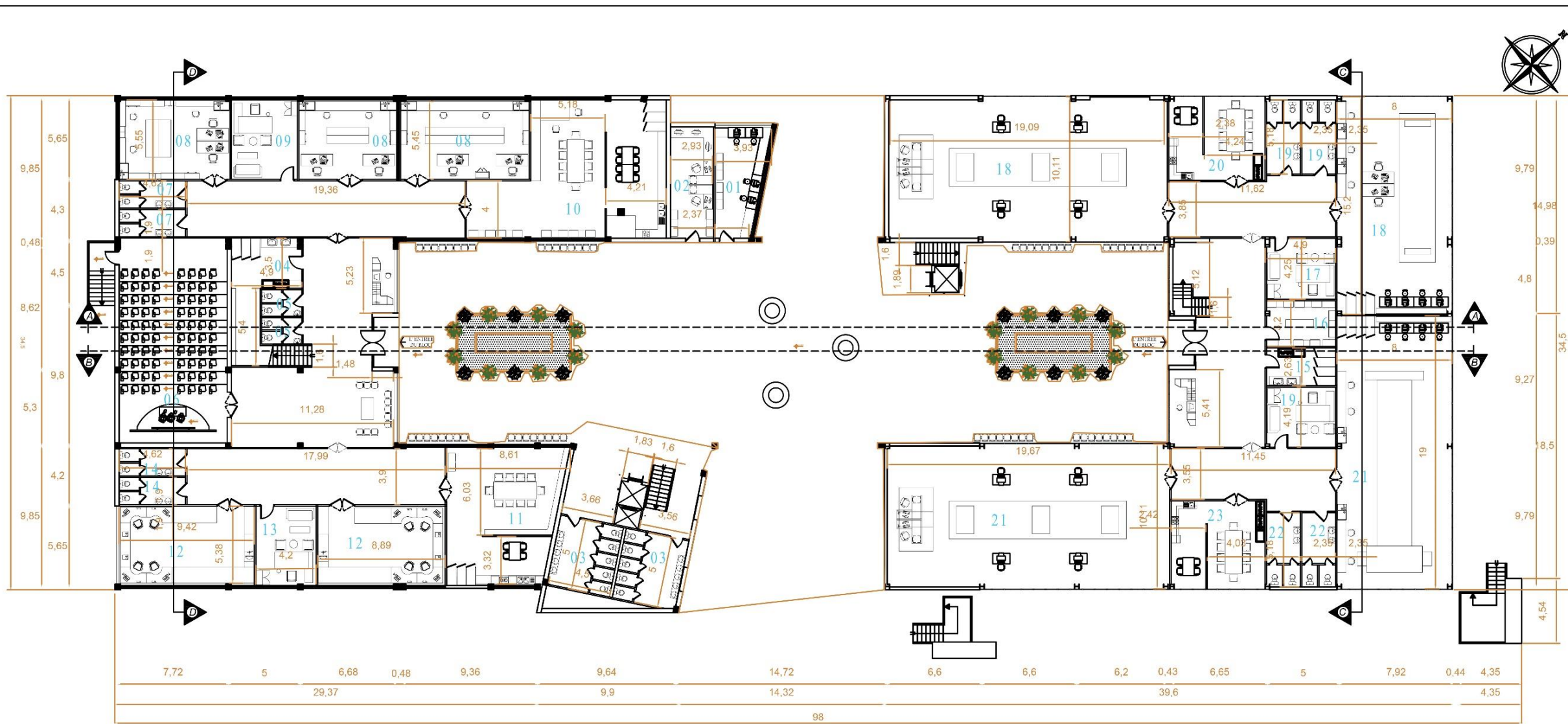
ANNEXE

ANNEXE 01 : PLAN DE MASSE ET PLANS

PLAN DE MASSE



PLAN DE REZ-DE-CHAUSSEE



NOTES

01	RECEPTION ET INFORMATION
02	POSTE DE SECURITE
03	SANITAIRE PUBLIC
04	MANTENANCE/TECHNIQUE/MAGASIN
05	SANITAIRE DU BLOC D'ARCHITECTURE
06	SALLE DE CONFERENCE
07	SANITAIRE (ARCHITECTURE ET PATRIMOINE)
08	LABORATOIRE DE L'ARCHITECTURE ET PATRIMOINE
09	BUREAU DE CHEF DE L'AXE
10	ATELIER (ARCHITECTURE ET PATRIMOINE)
11	ATELIER (ESPACE VIRTUEL...)
12	LABORATOIRE DE L'ESPACE VIRTUEL...
13	BUREAU DE CHEF DE L'AXE
14	SANITAIRE (ESPACE VIRTUEL...)
15	MAINTENANCE ET TECHNIQUE
16	MAGASIN DE BLOC DE GENIE CIVIL
17	BUREAU DE CHEF L'AXE
18	LABORATOIRE DE STRUCTURE
19	SANITAIRE (STRUCTURE)
20	ATELIER (STRUCTURE)
21	LABORATOIRE DE HYDRAULIQUE
22	SANITAIRE (HYDRAULIQUE)
23	ATELIER (HYDRAULIQUE)

1 PLAN REZ-DE-CHAUSSEE
 200 ECHELLE 1/200

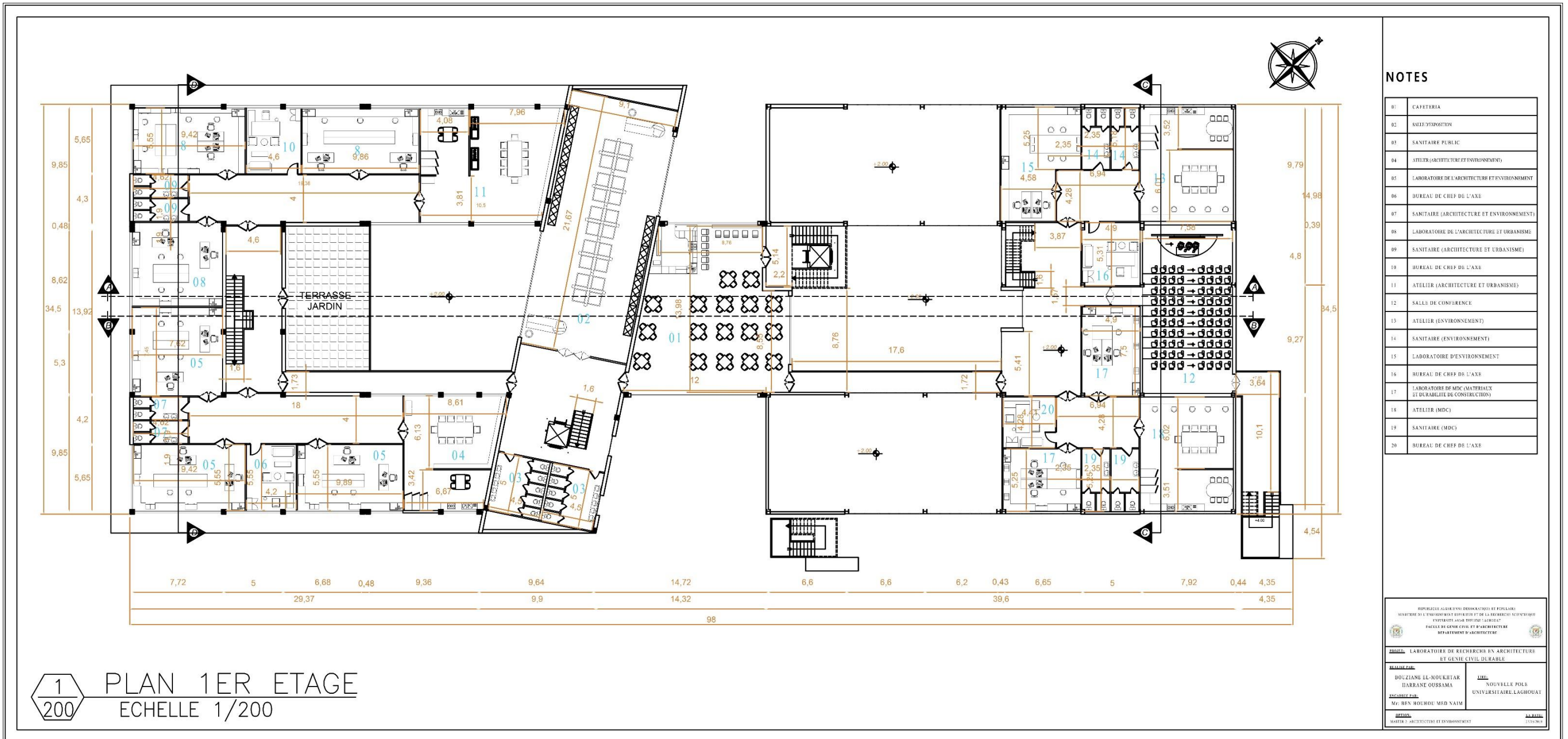
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
 UNIVERSITE BOUZHAR EL-BAHADJ
 FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
 DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

OBJET: LABORATOIRE DE RECHERCHE EN ARCHITECTURE ET GENIE CIVIL DURABLE

ANALYSE PAR: BOUZHAR EL-MOUKHITAR / HARRANE OUSSAMA
ENCADRE PAR: M. BEN HOUMOU MED SALEM

UNIVERSITE: NOUVELLE POLY-UNIVERSITAIRE LAGHOUAT

PLAN DE 1^{ER} ETAGE



NOTES

01	CAFETERIA
02	SALLE D'EXPOSITION
03	SANITAIRE PUBLIC
04	ATELIER (ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT)
05	LABORATOIRE DE L'ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT
06	BUREAU DE CHEF DE L'AXE
07	SANITAIRE (ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT)
08	LABORATOIRE DE L'ARCHITECTURE ET URBANISME
09	SANITAIRE (ARCHITECTURE ET URBANISME)
10	BUREAU DE CHEF DE L'AXE
11	ATELIER (ARCHITECTURE ET URBANISME)
12	SALLS DE CONFERENCE
13	ATELIER (ENVIRONNEMENT)
14	SANITAIRE (ENVIRONNEMENT)
15	LABORATOIRE D'ENVIRONNEMENT
16	BUREAU DE CHEF DE L'AXE
17	LABORATOIRE DE MDC (MATRIEAUX ET DURABILITE DE CONSTRUCTION)
18	ATELIER (MDC)
19	SANITAIRE (MDC)
20	BUREAU DE CHEF DE L'AXE

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
 UNIVERSITE ALGER 1100000 "LA REUNION"
 FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
 DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

PROJET : LABORATOIRE DE RECHERCHE EN ARCHITECTURE ET GENIE CIVIL DURABLE

PROFESSEUR : BOUZIANE EL-MOUKHTAR
 DARRANE OUSSAMA

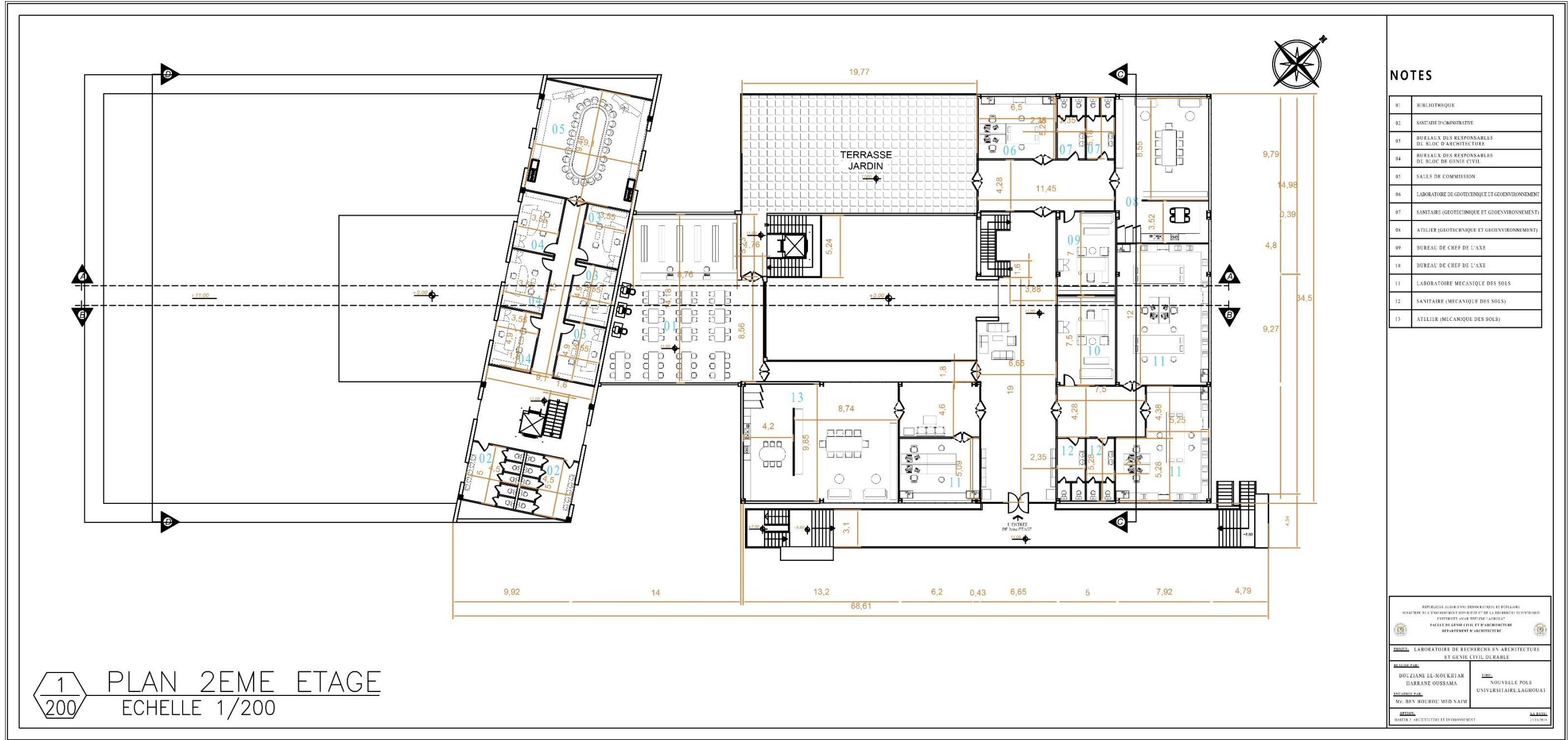
PROFESSEUR P.D.R. : M.C. BEN BOUKOU MED SAÏM

ETUDIANT : NOUVELLE POLE
 UNIVERSITAIRE LAGHOUI

DATE : 2024

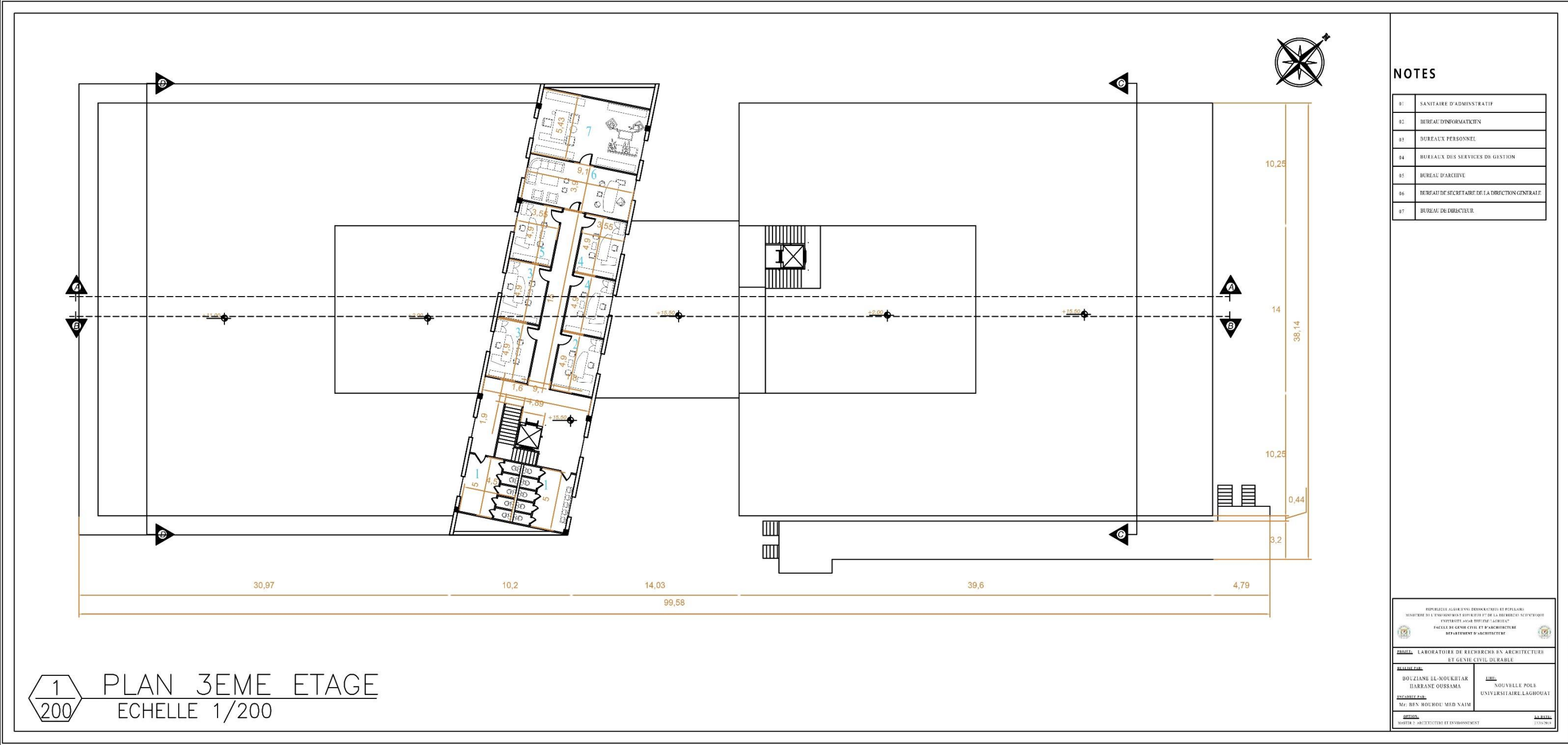
1 PLAN 1ER ETAGE
 200 ECHELLE 1/200

PLAN DE 2EME ETAGE



1 PLAN 2EME ETAGE
 200 ECHELLE 1/200

PLAN DE 3EME ETAGE



ANNEXE 02 : LES VUES EN 3D

ANNEXE 02 : LES VUES EN 3D
