



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



**Université Amar Thelidji-
Laghouat**

Faculté de génie civil et architecture

Domaine architecture, urbanisme & métiers de la ville

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE &

ENVIRENNEMENT

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

 **Azzouz Aissa**

**CONCEPTION DURABLE D'UN LABORATOIRE DE
RECHERCHES EN ARCHITECTURE ET GENIE CIVIL
DANS LE NOUVEAU POLE UNIVERSITAIRE A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mr Atef Salhi	M.A.A	Président
Mr Makeddem Mahmoud	M.A.A	Examineur1
Mr Laghouati Abd Maheb	M.A.B	Examineur2
M ^{me} Baâli Saida	M.A.A	Rapporteur
M ^{me} Boulmarka zoubida	M.A.B	Co-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 recherches en architecture et génie civil dans le nouveau pôle universitaire à la ville de Laghouat

Présenté par :

- **Azzouz Aissa**

Encadré par :

- 👤 **M^{me} Baâli Saida**
- 👤 **M^{me} Boulmarka Zoubida**

Résumé :

Ce travail consiste à élaborer une conception architecturale durable d'un laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil durable dans un climat chaud et aride à la ville de Laghouat. L'objectif est de créer un lieu d'échange et de travail en collaboration convenable, ainsi qu'encourager la vulgarisation des résultats de la recherche scientifique et répondre aux exigences de confort thermique, visuel, et la qualité d'air des usagers tout en préservant l'environnement naturel, et en économisant les ressources non renouvelables, suivant la tendance de biomimétisme pour une conception fonctionnelle et créative

Nous avons essayé de porter des réponses aux problèmes du confort thermique et visuel, celui de l'été et de l'hiver dans la ville de Laghouat caractérisée par un climat chaud et aride en favorisant les techniques de construction durables économiques. Nous avons traité le confort visuel par la position, dimensions des ouvertures, et l'implantation des patios pour un meilleur résultat de confort visuel.

Pour vérifier la faisabilité des solutions proposées nous avons procédé à la simulation à l'aide des logiciels « Ecotect, Radiance, Velux » qui simulent et calculent le niveau d'éclairement pour l'éclairage et la température opérative pour la thermique d'un espace principal dans le projet « le box de recherche, et l'espace de vulgarisation ».

Mots clés : Conception durable, laboratoire de recherche, confort thermique, confort visuel, patio, simulation, biomimétisme, Laghouat.



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 ومهن المدينة

عنوان المذكرة: تصميم

تقديم الطالب :

• عزوز عيسى

الأستاذ(ة) المؤطر(ة) :

• باعلي سعيدة

• بولمرقة زوييدة

ملخص المذكرة:

يتضمن هذا العمل, تصميم معماري مستدام لمخبر ابحاث خاص بالهندسة المعمارية والهندسة المدنية في مناخ حار وجاف في مدينة الأغواط. الهدف من هذا العمل هو خلق مكان للمشاركة والعمل بشكل جماعي وتعاوني ، بالإضافة إلى تشجيع نشر مشاركة ومناقشة نتائج البحث العلمي . كما يصبو هذا العمل الى تلبية متطلبات الراحة النفسية, الحرارية والمرئية للمستخدمين مع الحفاظ على البيئة الطبيعية ، و الموارد غير المتجددة.

من خلال هذا التصميم لقد حاولنا الإجابة عن مشاكل الراحة الحرارية والبصرية ، في الصيف والشتاء في مدينة الأغواط التي تتميز بمناخ حار وجاف عن طريق اختيار تقنيات البناء المستدامة الاقتصادية والمناسبة مع هذا المناخ. لقد تعاملنا مع الراحة البصرية, و الحرارية من خلال تموضع وأبعاد الفتحات وزرع الباحات للحصول على نتائج أفضل.

للتحقق من جدوى الحلول المقترحة ، انتقلنا إلى المحاكاة باستخدام برنامج **إيكوتاكت**، **راديونس** ، **فيلوكس** لمحاكاة درجة الحرارة الداخلية وحساب مستوى الإضاءة للفراغ المراد دراسته "مكاتب البحث ، و فضاء التبسيط العلمي".

الكلمات المفتاحية: التصميم المستدام ، مخبر الأبحاث ، الراحة الحرارية ، الراحة البصرية ، الباحات ، المحاكاة ، المحاكاة الحيوية ، الأغواط.



Ministry of higher education and scientific research

Democratic and popular republic of Algeria

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 & environnement

Theme:

Presented by:

- **Azzouz Aissa**

Supervised by :

- **M^{me} Baâli Saida**
- **M^{me} Boulmarka Zoubida**

Abstract:

This work consists in elaborating a sustainable architectural design of a research laboratory of architecture and sustainable civil engineering in a hot and arid climate in the Laghouat city. The aim is to create a forum for sharing and working collaboratively, as well as encouraging the popularization of the results of scientific research and meeting the requirements of thermal comfort, visual, and air quality of users while preserving the natural environment, and saving non-renewable resources.

We have tried to solve the problems of thermal comfort of summer and winter in Laghouat city which is characterized by a hot and arid climate by promoting economic sustainable construction techniques. We treated the visual and thermal comfort by the position, dimensions of the openings, and the implantation of the patios for a better results.

To verify the feasibility of the proposed solutions we proceeded to the simulation using the softwares "Ecotect, Radiance, Velux" which simulate and calculate the level of illumination for the lighting and the operative temperature for a particulate spaces in the project "the research box, and popularization space".

Key words: sustainable design, research laboratory, thermal comfort, visual comfort, patio, simulation, biomimicry, Laghouat.

Remerciement

Tout d'abord nous remercions ALLAH le tout puissant pour nous avoir donné la volonté et la patience pour réussir ce modeste travail.

Ensuite, nous remercions nos parents qui nous ont encouragé à continuer jusqu'au bout de mon parcours universitaire et continuerons à m'aider durant toute ma vie et mes projets avenir. Ainsi que tous qui ont participé de près ou de loin à m'encourager et nous aider dans mon projet

Nous tenons remercier particulièrement nos encadrateurs : Mlle Baali Saïda et Mme Laghouati Zoubida qui m'ont beaucoup appris sur les défis à relever dans le monde d'architecture et la vie professionnelle. Elles ont partagé ses connaissances et expériences dans ce milieu, tout en m'accordant leurs confiances et une large indépendance dans l'exécution de mes idées et ma connaissance dans l'élaboration de ce projet.

Nous tenons également à s'adresser nos remerciements en signe de reconnaissance et gratitude : Aux membres de Jury et le président pour le soutien et l'attention qu'ils nous ont prêtés pendant toute la durée de l'exposition.

Nos professeurs pour la qualité d'enseignement qu'ils nous ont dispensé durant les cinq années passées.

À toutes les personnes des différentes administrations qui ont accepté de répondre à mes questions avec gentillesse.

À tous nos proches et amis qui nous soutiennent et encouragent au cours de réalisation de ce mémoire.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes très chers parents, à ma mère qui m'a toujours soutenue dans toutes les étapes de ma vie, à mon père qui m'a toujours donné l'espoir et la volonté de réussir. À mes frères À mes chères sœurs À mes oncles.

À toute la famille AZZOUZ À mon binôme BOUKHIARE ZOHER et à leurs familles.

À tous mes collègues en particulier Lakhdar, Bilal, Abderrahmane, Ziane, Abdessamad, Younes Islam, Hatem, Hossine, Abdenour, Yassine, Issame, Elkaïd, Lakhal, Zorba, Elmokhtare, Ossama, Hossem Azzedine, Smail, Aymen, Sami, Mouiz, Dadi, Ayoub Benoudina, Benhamadi, Bnkhelifa, Taouti ... À tous mes amis ; Ali, Seddik, Aziz, Belkhier, Aissa, Omar, Mostapha, Taher, Simo À tous les enseignants ; les étudiants et le personnel du Département d'architecture de l'université Ammar Telidji Laghouat À tous les enseignants à partir du primaire jusqu'à l'université.

A tout merci

AZZOUZ AISSA

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Tableau de matière :

1.	Introduction générale -----	I
	Introduction générale : -----	1
1.1.	Motivation du choix de la ville : -----	2
1.2.	Problématique : -----	2
1.3.	Objectif : -----	2
1.4.	hypothèses : -----	3
1.5.	Démarche méthodologique : -----	3
1.6.	OUTIL de recherche : -----	4
1.7.	Structure de mémoire : -----	5
2.	Chapitre Étude Thématique -----	6
	Introduction du chapitre : -----	7
2.1.	Volet 1 : recherche scientifique : -----	7
2.1.1.	Définition de la recherche scientifique : -----	7
2.1.2.	Aperçu historique de la recherche scientifique : -----	7
2.1.3.	Types de recherche scientifiques : -----	8
2.1.4.	Établissements de la recherche scientifique : -----	9
2.1.5.	Laboratoire d'architecture -----	11
2.1.6.	Laboratoire de génie civil : -----	11
2.1.7.	Personnels de la recherche scientifique : -----	12
2.1.8.	L'architecture au service de l'efficacité des instituts de recherche : -----	12
2.2.	volet 2 : ARCHITECTURE DURABLE : -----	13
2.2.1.	Développement durable : -----	13
2.2.2.	Architecture durable : -----	13
2.2.3.	Objectifs de l'architecture durable : -----	13
2.2.4.	Rôles de l'architecture durable : -----	14
2.2.5.	Architecture et l'environnement : -----	14
2.2.6.	Architecture Ecologique : -----	14
2.2.7.	Construction durable : -----	14

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

2.2.8. Architecture bioclimatique :-----	15
2.2.9. Conception Bioclimatique : -----	15
2.2.10. Principes de la conception bioclimatique : -----	15
2.2.11 BIO MIMÉTISME : -----	22
Synthèse du chapitre :-----	27
3. Chapitre Étude Analytique Des Exemples -----	28
Introduction : -----	29
3.1. Critères de choix d'exemple : -----	29
3.2. Exemple01: Schulich School of Engineering Redevelopment and Expansion -----	30
3.2.1. Fiche de présentation du projet :-----	30
3.2.2. ASPECT ARCHITECTURAL, FONCTIONNEL ET PAYSAGER : -----	30
3.2.3. ASPECTS LIEES A LA DURABILITE :-----	36
3.3. Exemple 02 : Centre de recherche de science avancée de Cuny- new université New York 38	
3.3.1. Présentation de projet : -----	38
3.3.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager : -----	38
3.3.3. Aspects liés à la durabilité : -----	43
3.4. EXEMPLE 03 : Centre des énergies durables :-----	46
3.4.1. Présentation du projet :-----	46
3.4.2. Stratégies utilisées :-----	46
Synthèse : -----	47
4. Chapitre Analyse Contextuelle et Programmatique-----	48
4.1. ANALYSE CONTEXTUELLE : -----	49
4.1.1. PRÉSENTATION DE LA VILLE :-----	49
4.1.2. Différentes phases de développement de la ville : -----	50
4.2. L'analyse climatique : -----	50
4.2.1. Type de ciel : -----	51
4.2.2. Température :-----	51
4.2.3. Précipitation :-----	51
4.2.4. Humidité relative : -----	52

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

4.2.5. Vents : -----	52
4.2.6. DIAGRAMME DE GIVONI : -----	52
4.3. Analyse de site : -----	53
4.3.1. Motivation de choix du site : -----	53
4.3.2. Situation du terrain : -----	53
4.3.3. Morphologie de Terrain : -----	53
4.3.4. Environnement immédiat : -----	54
4.3.5. Aspect climatique du site : -----	54
Synthèse : -----	55
4.4. Programmation : -----	57
4.4.1. Principes programmatiques : -----	57
4.4.2. Missions : -----	57
4.4.3. Objectifs : -----	58
4.4.4. Types d'utilisateurs : -----	58
4.4.5. entités mères du PROJET : -----	58
4.5. Programme qualitatif : -----	59
4.6. Programme quantitatif : -----	73
Synthèse du chapitre : -----	83
5. Chapitre Étude Conceptuelle -----	84
Introduction -----	85
5.1. principes et concepts : -----	85
5.2. Genèse de projet : -----	86
5.2.1. Inspiration de l'idée principale du projet : -----	86
5.2.2. Matérialisation de l'idée : -----	88
5.3. Plan de masse : -----	94
5.4. Organisation spatiale du projet : -----	95
5.5. Circulation horizontale : -----	96
5.6. Circulation verticale : -----	97
5.7. Lecteur des plans : -----	98

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

5.8.	lecture des façades :-----	100
5.9.	Description de la toiture : -----	103
5.10.	Synthèse :-----	104
6.	Chapitre Etude Technique -----	105
	INTRODUCTION : -----	106
6.1.	Système constructif -----	106
6.2.	Les murs :-----	107
6.3.	Escaliers :-----	108
6.4.	Matériaux et revêtements :-----	109
6.5.	Stratégies de durabilité :-----	111
6.5.1.	Confort thermique : -----	111
6.5.2.	Confort visuel :-----	113
6.5.3.	Le confort acoustique :-----	116
6.5.4.	Le confort olfactif (respiratoire) :-----	117
6.5.5.	Gestion d'énergie :-----	118
	Synthèse : -----	120
7.	Chapitre Évaluation de l'effet du patio sur le confort thermique des boxes de recherche et de l'espace de vulgarisation scientifique-----	121
	INTRODUCTION : -----	121
7.1.	PROBLEMATIQUE : -----	121
7.2.	OBJECTIF :-----	121
7.3.	Hypothèse :-----	121
7.4.	Méthodologie de RECHERCHE : -----	121
7.5.	Un état d'art sur le confort thermique : -----	121
7.5.1.	Le patio : -----	121
7.5.2.	Le rôle de patio en côté climatique : -----	121
7.5.3.	Les formes du patio : -----	121
7.5.4.	Le fonctionnement du patio dans le domaine d'ambiance : -----	121
7.6.	Simulation numérique :-----	121
7.7.	Les systèmes passifs dans le projet :-----	121

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

7.8.	Étude expérimentale de confort thermique des Box de recherche -----	121
7.8.1.	Présentation de cas d'étude : -----	121
7.8.2.	Les logiciels de simulations :-----	121
7.8.3.	Les paramètres fixes de simulation : -----	121
7.8.4.	Les paramètres variables de simulations -----	121
7.8.5.	Condition de simulation : -----	121
7.8.6.	Cas initial : -----	121
7.8.7.	Résultat de simulation : -----	121
7.8.8.	Interprétation des résultats : -----	121
7.8.9.	Cas amélioré : -----	121
7.8.10.	Résultat de simulation :-----	121
7.8.11.	Comparaison entre le cas initial et le cas amélioré :-----	121
	Conclusion et recommandation : -----	121
8.	Chapitre Évaluation de l'effet de patio sur le confort visuel des boxes de recherche et de l'espace de vulgarisation scientifique -----	121
	Introduction : -----	122
8.1.	Problématique : -----	122
8.2.	Objectif :-----	122
8.3.	Hypothèse :-----	122
8.4.	Méthodologie de recherche :-----	122
8.5.	Etat d'art sur le confort visuel : -----	122
8.5.1.	Confort visuel :-----	122
8.5.2.	Les paramètres du confort visuel :-----	123
8.5.3.	Définition de l'éclairage naturel :-----	123
8.5.4.	Les types de l'éclairage naturel : -----	124
8.5.5.	Dispositifs de distribution de la lumière naturelle : -----	124
8.5.6.	Comparaison de différents dispositifs :-----	127
8.5.7.	5-Les protections solaires : -----	127
8.6.	Présentation de cas d'étude :-----	131
8.7.	Les paramètres fixes de simulation : -----	131

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

8.8.	Les paramètres variables de simulations -----	131
8.9.	Condition de simulation : -----	132
8.10.	Cas initial : -----	132
8.11.	Comparaison entre les résultats :-----	135
8.12.	Cas amélioré :-----	136
8.13.	Résultat de simulation :-----	138
8.14.	Comparaison entre les résultats :-----	140
	Conclusion et recommandation : -----	140
	Conclusion générale : -----	141
	Bibliothèque : -----	142

Table des illustrations

Figure 1 : schéma d'organisation de mémoire	5
Figure 2 : L'implantation tient compte, des vents locaux, de l'ensoleillement	15
Figure 3 : La compacité varie suivant la forme. La taille et le mode de contact des volumes Soleil	16
Figure 4 : L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au Soleil	16
Figure 5 : Influence de l'architecture sur le microclimat. (A.DE HERDE, A. LIEBARD. 2005).....	16
Figure 6 : le rôle des ouvertures.	17
Figure 7 : Les objectifs d'une protection solaire. Source : (A.DE HERDE, A. LIEBARD. 2005) ...	18
Figure 8 : Pertes Thermiques d'un bâtiment.	18
Figure 9 : Pertes Thermiques d'un bâtiment.	18
Figure 10 : L'orientation Les paramètres de confort thermique	19
Figure 11 : confort thermique stratégies chaud et froid	20
Figure 12 : L'orientation les composantes de la lumière naturelle à l'intérieur d'un local	20
Figure 13 : L'orientation stratégies d'ouverture et du contrôle de la lumière naturelle.....	21
Figure 14 : les polluants extérieurs et intérieurs	21
Figure 15 : Isolation acoustique	21
Figure 16 : la démarche du biomimétisme	23
Figure 17 : Imitation au niveau d'organisme l'organisme	25
Figure 18 : Le système de ventilation de la termitière	26
Figure 19 : Application du fonctionnement de la termitière à la ventilation naturelle de l'Eastgate Building	26
Figure 20 : projet inspiré de termitière	27
Figure 21 : une termitière	27
Figure 22 : Schulich School of Engineering Redevelopment and Expansion.....	30
Figure 23 : plan de situation.....	30
Figure 24 : plan de situation de l'exemple 01	31
Figure 25 : Entré Nord et sud de l'exemple 01	31
Figure 26 : Occupation de parcelle de l'exemple 01	31

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Figure 27 : : La volumétrie du projet 01.	31
Figure 28 : : organigramme du plan RDC.....	32
Figure 29 : plan RDC de Schulich School of Engineering Redevelopment and Expansion.....	32
Figure 30 : Vue intérieur de la salle de conférence.....	32
Figure 31 : Vue intérieur de la salle de classe.....	33
Figure 32 : Organigramme spatial de plan de 1er étage.....	33
Figure 33 : plan de 1 ^{er} étage.	33
Figure 34 : Vue intérieur l'espace d'atrium de repos.....	33
Figure 35 : Plan de 2 ^{ème} étage.....	34
Figure 36 : Organigramme spatial de plan de 2 ^{ème} étage.	34
Figure 37 : Vue intérieur de quelques espaces.....	34
Figure 38 : Organigramme spatial de plan de 3 ^{ème} étage de l'exemple 01.....	35
Figure 39 : Plan de 3 ^{ème} étage de l'exemple 01.....	35
Figure 40 : Plan de 4 ^{ème} étage.....	35
Figure 41 : Organigramme spatiale de plan de 4 ^{ème} étage.....	35
Figure 42 : Vue intérieure de laboratoire de recherche.....	36
Figure 43 : plan d'implantation exemple 01	36
Figure 44 : vue extérieure exemple 01.....	36
Figure 45 : coupe montrant le système constructif	36
Figure 46 : vue extérieure montrant les espaces verts, le toit jardin et la façade vitrée.....	37
Figure 47 : Vue intérieure de l'amphithéâtre.	37
Figure 48 : vue intérieure de l'atrium.....	37
Figure 49 :Vues intérieurs simulées.....	37
Figure 50 : centre de recherche science avancé Cuny.....	38
Figure 51 : situation centre de recherche science avancé Cuny.....	38
Figure 52 : centre de recherche science avancé Cuny.....	38
Figure 53 : Entré secondaire d'office.....	39
Figure 54 : Entré secondaire de cafétéria	39
Figure 55 : plan masse du centre de recherche science avancé Cuny	39

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Figure 56 : Entré principale bâtiment 02.....	39
Figure 57 : bâti et non bati exemple2	39
Figure 58 : Volumétrie exemple 2.....	40
Figure 59 : coupe exemple 2	40
Figure 60 : les deux bâtiments de C.R	40
Figure 61 : plan de RDC exemple 2	40
Figure 62 : les entités RDC de centre de recherche science avancé Cuny	41
Figure 63 : organigramme spatial RDC de centre de recherche science avancé Cuny	41
Figure 64 : des vues intérieures de RDC centre de recherche science avancé Cuny	41
Figure 65 : Plan d'Etage courant (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} , 5 ^{ème})	41
Figure 66 : organigramme spatial étages courants exemple2	42
Figure 67 : les entités étages courants exemple2	42
Figure 68 : vues intérieures étages courants exemple 2	42
Figure 69 : vues extérieures des façades exemple 2.....	42
Figure 70 : environnement de l'exemple2.....	43
Figure 71 : vues extérieures du centre de recherche science avancé Cuny	43
Figure 72 : Matériaux de construction exemple2.....	43
Figure 73 : Matériaux de construction exemple2.....	43
Figure 74 : système constructif exemple2	44
Figure 75 : Channel Glass à l'exemple2	44
Figure 76 : jardin au milieu du centre de recherche science avancé Cuny	44
Figure 77 : vue extérieure du centre de recherche science avancé Cuny	44
Figure 78 : la lumière naturelle à travers les façades vitrées exemple 02	44
Figure 79 : la lumière artificielle.....	45
Figure 80 : isolant en bois et isolant en pvc	45
Figure 81 : verre de la manche	45
Figure 82 : caméras de surveillance	45
Figure 83 : verre de la manche	45
Figure 84 : Centre des énergies durables	46

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Figure 85 : centre de recherche science avancé Cuny.....	46
Figure 86 : stratégie du chaud	46
Figure 87 : stratégie du froid	47
Figure 88 : Localisation de la ville de Laghouat	49
Figure 89 : accessibilité de la ville de Laghouat	49
Figure 90 : Schéma des voies et des nœuds.	50
Figure 91: Les différentes phases de développement urbain de la ville.....	50
Figure 92: carte de zone climatique	50
Figure 93: Fréquence des cieus ensoleillés, intermédiaires et nuageux	51
Figure 94: graphe de température de la ville de Laghouat en 2018	51
Figure 95: graphe de précipitation de la ville de Laghouat en 2018	51
Figure 96: Diagramme de l'humidité	52
Figure 97: Diagramme de l'humidité	52
Figure 98: Diagramme psychrométrique du Givoni de la zone de Laghouat.	52
Figure 99 : plan de situation.....	53
Figure 100 : dimensions du terrain.....	54
Figure 101 : courbe de niveaux du terrain.....	54
Figure 102 : environnement immédiat	54
Figure 103 : aspect climatique du site	55
Figure 104 : ensoleillement du site Décembre /Juin	55
Figure 105 : accueil	59
Figure 106 : exposition intérieure	60
Figure 107 : exposition extérieure.....	60
Figure 108 : bibliothèque centre Doc art déco paris	60
Figure 109 : salle de conférence.....	61
Figure 111 : bureaux cloisonnés.....	62
Figure 112 : bureaux paysagés	62
Figure 113 : bureaux chercheurs	62
Figure 114 : archive.....	63

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Figure 115 : L'atelier d'informatique.....	63
Figure 116 : laboratoire de recherche.....	64
Figure 117 : L'atelier de maquette et façonnage.....	65
Figure 118 : L'atelier repérage et mise en valeur.....	65
Figure 119 : ateliers d'essai et d'expérimentation	65
Figure 120 : Le ciel artificiel.....	66
Figure 121 : Maquette rigide de la tour Phare dans la soufflerie	67
Figure 122 : laboratoire d'hydraulique	67
Figure 123 : laboratoire d'hydraulique	68
Figure 124 : laboratoire d'essai acoustique et confort sonore.....	69
Figure 125 : essai de qualité de l'air	70
Figure 126 : une table sismique uni-axiale de 6m x 6m.....	71
Figure 127 : essais multiaxiaux sur des élément structuraux	71
Figure 128 : : laboratoire des plantes et pathogènes	71
Figure 129 : hall scientifique.....	72
Figure 130 : L'atelier TMC	72
Figure 131 : Salle de prière	72
Figure 132 : salon d'honneur	73
Figure 133 : Schéma de système ventilation de la termitière.....	87
Figure 134 : Schémas de l'idée philosophique de "l'idée de projet".....	87
Figure 135 : Croquis général du projet.....	88
Figure 136 : données du site.....	88
Figure 137 : schémas des axes structurants du site avec traitement de la contrainte du site	89
Figure 138 : Schéma de l'implantation du bâti selon les données du site.....	89
Figure 139 : schéma des différents accès.	90
Figure 140 : schémas d'implantation de la forme initiale	90
Figure 141 : Plan de masse du pôle.....	90
Figure 142 : schémas D'ajustement géométrique de la forme initiale	91
Figure 143 : schémas d'ajustement géométrique de la forme initiale	91

CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA VILLE DE LAGHOUAT

Figure 144 : Schéma en 3D d'occupation	92
Figure 145 : schémas en 3d d'ajustement de volumétrie	92
Figure 146 : Schémas en 3d d'ajustement de volumétrie 2.....	93
Figure 147 : schéma de la conception extérieur	93
Figure 148 : Croquis schématisé l'effet de lac d'eau	93
Figure 149 : plan de masse du projet.....	94
Figure 150: Plan RDC.....	95
Figure 151:Plan 1er étage.....	95
Figure 152: Plan 2eme étage.	95
Figure 153: Plans du bâtiment.....	96
Figure 154: Plan 1er étage.....	96
Figure 155: Plan RDC.....	96
Figure 156: Plan 3eme /8èmeétage.....	96
Figure 157: Plan 2eme étage.	96
Figure 158: Plan RDC.....	97
Figure 159: Plan 1er etage.....	97
Figure 160: Plan 2eme étage	97
Figure 161: Plan 3eme /8ème étage.	97
Figure 162 : Plan RDC représente les accès au laboratoire de recherche scientifique de génie civil et architecture.	98
Figure 163:Plan 1er étage représente les accès au laboratoire de recherche scientifique de génie civil et architecture.....	99
Figure 164: Plan 2eme étage représente les accès au laboratoire de recherche scientifique de génie civil et architecture.	99
Figure 165 : Plans de 3eme 4eme 5eme étage.	100
Figure 166: Plans de 7eme 8eme étage.	100
Figure 167: Plans de 6eme étage.....	100
Figure 168 : Représente les composantes de la façade principale.	101
Figure 169: La façade ouest.....	101
Figure 170: La façade Est.....	102

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Figure 171: La toiture du projet	103
Figure 172 : système constrictif de projet	107
Figure 173 : mur coupe-feu	108
Figure 174 : l'escaliers et ascenseurs sur plan	108
Figure 175 : Ascenseurs	108
Figure 176 : grue d'Hall scientifique	108
Figure 177 : : panneaux phénoliques.....	109
Figure 178 : : Brique alvéolaire.....	109
Figure 179 : : : polyuréthane TMC.....	109
Figure 180 : carrelages muraux	109
Figure 181 : : : cloison pleine	109
Figure 182 : : dalle alvéolée	109
Figure 183 : : panneaux fibragglo	110
Figure 184 : Figure : Verre de flint	110
Figure 185 : : plancher en terre cuite.....	110
Figure 186 : : schéma de présentation l'utilisation des matériaux	111
Figure 187 : : Végétation et plan d'eau	111
Figure 188 : : Façade double-peau dans le projet.....	111
Figure 189 : Façade double-peau	111
Figure 190 : : Façade dynamique dans le projet.....	112
Figure 191 : : l'effet de tirage thermique par la tour	112
Figure 192 : : ventilation par atrium.....	112
Figure 193 : CTA simple flux	113
Figure 194 : CTA double flux	113
Figure 195 : : l'orientation de projet	113
Figure 196 : : le vitrage dans le projet.....	113
Figure 197 : dispositif d'éclairage naturel.....	114
Figure 198 : plaques de plâtre en carton perforé.....	116
Figure 199 : : schémas représente une coupe de fonctionnement des plaques de plâtre en carton.....	116

CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA VILLE DE LAGHOUAT

Figure 200 : : isolation acoustique des bureaux et espaces de vulgarisation	117
Figure 201 Figure : isolation acoustique des bureaux et espaces de vulgarisation	117
Figure 202 : : porte acoustique PHONIDOOOR	117
Figure 203 : : isolation acoustique salles d'information et salle polyvalente	117
Figure 204 : : des espaces verts et lac d'eau	117
Figure 205 : : schéma présente l'effet de patio dans le confort olfactif	118
Figure 206 : schéma présente l'évacuation de l'air vissé	118
Figure 207 : panneaux solaires souples et flexibles	118
Figure 208 : : panneaux solaires souples et flexibles	119
Figure 209 : : revêtement de sol qui produire électricité.....	119
Figure 210 : : éolienne.....	119
Figure 211 : : détecteur de mouvement	119
Figure 212 : production de l'énergie dans le projet	120
Figure 213 : le ré-rayonnement pendant la nuit	121
Figure 214 : l'absorption du rayonnement pendant la journée	121
Figure 215 : le ratio SSI.....	121
Figure 216 : Palais Bayram.....	121
Figure 217 : Patio du Dar Lasram	121
Figure 218: les différentes positions du patio par rapport à la masse	121
Figure 219 : :vu de Patio avec fontaine n.....	121
Figure 220 : vu de Patio avec bassin	121
Figure 221 :vu des Patios avec végétation	121
Figure 222 : Situation des box de recherche et l'espace de vulgarisation	121
Figure 223: Plan des espaces de cas d'étude	121
Figure 224: 3D simplifiée de simulation, cas initial en été. Source : Ecotect éditée par l'auteur...	121
Figure 225: 3D simplifiée de simulation, cas initial en été. Source : Ecotect éditée par l'auteur...	121
Figure 226: Graphe qui représente la température initiale intérieure de 21 juillet. Source: logiciel Excel édité par l'auteur.....	121
Figure 227: Graphe qui représente la température initiale intérieure de 21 juillet. Source: logiciel Ecotect édité par l'auteur.....	121

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Figure 228: Graphe qui représente la température initiale intérieure de 2 janvier. Source: logiciel Excel édité par l'auteur.....	121
Figure 229:Graphe qui représente la température initiale intérieure du Box de recherche en hiver. Source: logiciel Ecotect édité par l'auteur	121
Figure 230: 3D simplifiée de simulation, cas amélioré en hiver. Source : Ecotect éditée par l'auteur	121
Figure 231: 3D simplifiée de simulation, cas améliorer en été. Source : Ecotect éditée par l'auteur	121
Figure 232: Graphe qui représente la température Amélioré intérieure 2 janvier. Source: logiciel Excel édité par l'auteur.....	121
Figure 233: Graphe qui représente la température Amélioré intérieure 2 janvier. Source: logiciel Ecotect édité par l'auteur.....	121
Figure 234: Graphe qui représente la température Amélioré intérieure 21 juillet. Source: logiciel Excel édité par l'auteur.....	121
Figure 235 : Graphe qui représente la température Amélioré intérieure 21 juillet. Source: logiciel Ecotect édité par l'auteur.....	121
Figure 236:graphe représente la comparaison entre le cas initial et le cas amélioré de température intérieure de l'espace de vulgarisation	121
Figure 237 : graphe représente la comparaison entre le cas initial et le cas amélioré de température intérieure des box de recherche	121
Figure 238: images représentent les facteur du lumière du jour	123
Figure 239: les shed et les lanterneau.....	125
Figure 240: les atriums les pation et les puit de lumiere	125
Figure 241: les étagères de lumières	126
Figure 242: les conduites de lumiere. Source:	126
Figure 243: étude comparée de l'évolution du FLG dur une sall de classe.....	127
Figure 244:schema de protection solaire par végétation.....	127
Figure 245: schéma de protection solaire par brise soleil	128
Figure 246: protection solaire par brise soleil. Source: L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014	128
Figure 247:resille extérieure. Source: L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014 paris	128

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Figure 248: stores a lame horizontales source: L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014 paris.....	129
Figure 249: Stores a lame verticales. Source: L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014 paris.....	129
Figure 250: Stores en toile. Source: L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014 paris.....	130
Figure 251: stores a projection en toile. Source : L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. Mars 2014 paris.....	130
Figure 252 : Situation des box de recherche et l'espace de vulgarisation	131
Figure 253: Plan des espaces de cas d'étude	131
Figure 255: 3D simplifiée de simulation, cas initial 21 juin. Source : Ecotect éditée par l'auteur.	132
Figure 256: 3D simplifiée de simulation, cas initial en 21 décembre. Source : Ecotect éditée par l'auteur.....	132
Figure 258 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur	133
Figure 260 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur	134
Figure 263 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur	134
Figure 265 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur	135
Figure 266 : Image représente le changement de couleur avec l'intensité des rayons solaires	136
Figure 267 : schéma représente la stratégie	136
Figure 268: image représente les rideaux.....	137
Figure 269:schema de fonctionnement de patio.....	137
Figure 271 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur	138
Figure 273 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur	138
Figure 275 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur	139

**CONCEPTION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHER D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL A LA
VILLE DE LAGHOUAT**

Liste des tableaux

Tableau 1 : les usagers du laboratoire de recherche	29
Tableau 2 : les usagers du laboratoire de recherche	58
Tableau 3 : programme quantitatif du laboratoire	83

1. Introduction générale

INTRODUCTION GÉNÉRALE :

La recherche scientifique correspond à un besoin de l'homme, celui de découvrir et de comprendre le monde dans lequel il vit, en assurant un degré de performance indispensable pour son développement.

De ce fait, la recherche scientifique est une composante fondamentale du développement de tout pays, les tendances actuelles ont montré que les pays émergents ont basé leur développement et leur croissance sur une complémentarité entre la recherche scientifique et la productivité.

En Algérie, dès l'indépendance l'état a poussé la recherche scientifique par les différents systèmes et modèles d'innovation mais malheureusement ces derniers restent très loin par rapport modèles internationaux car ils se font d'une manière globale, sans cibler un but précis. S'ajoutant que la mise en application des résultats de recherches scientifiques demeure vaine ainsi que la commercialisation des produits issus de la recherche est inexistante. En conséquence, les résultats de recherche ne contribuent que faiblement au processus de développement du pays malgré le nombre croissant des structures de recherche dont le réseau de la recherche scientifique national compte 30 établissements de recherche dans les différentes disciplines.

Dans cette optique, l'adoption des mutations et des mesures qui permettent de développer la recherche scientifique devient une nécessité importante pour dissiper la rupture entre la recherche et l'application et de la gérer d'une manière cohérente. Également, la valorisation des résultats de recherche consiste à rendre utilisables les résultats de recherche ; à commercialiser les résultats, les connaissances et les compétences de la recherche. Elle permet de réaliser une synergie entre recherche et production.

Parmi les secteurs qui nécessitent de lui porter un intérêt particulier, le secteur de construction de bâtiment qui est énuméré parmi les secteurs le plus énergivores et plus polluants de la planète. Et avec l'émergence de la notion de développement durable qu'impose le contrôle et maintenir la qualité de la vie dans un environnement sain et confortable, la recherche des nouvelles techniques de construction et le développement des nouveaux matériaux et procédés deviennent indispensables. Pour cela on doit instaurer des nouvelles structures de recherche scientifiques dans les différentes universités afin de promouvoir la communautés scientifiques à contribuer au développement de leur pays et porter réponses aux différents problèmes locaux.

L'université de Laghouat abrite une faculté de génie civil et d'architecture où un nombre important des enseignants chercheurs exerçaient, nous pensons qu'il faut les offrir un lieu de travail tel que un laboratoire afin de les inciter à entreprendre des recherches en architecture et en génie civil qui contribuent au développement des techniques de construction dans la ville de Laghouat caractérisée par un climat rigoureux en se basant sur les conséquences remportées de recherche fondamentale, appliquée et expérimentale, pour inventer et prouver l'efficacité de nouvelles stratégies et techniques.

Dans ce travail nous allons tenter de concevoir un laboratoire de recherches scientifique dédié aux chercheurs et enseignants chercheurs deux spécialités : architecture et génie civil tout en essayant de les offrir un lieu de travail propice et confortable.

Motivation du choix du thème :

Avec le développement de l'architecture et la variation des formes avec leurs structures innovantes dans le monde entier, le thème de recherche scientifique devient une nécessité primordiale pour suivre le navire de développement, donc notre choix est porté sur la réalisation d'un LABORATOIRE DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL.

1.1.MOTIVATION DU CHOIX DE LA VILLE :

La ville a été proposée par notre département de fait qu'elle contient une université qui abrite les deux spécialités et le nombre important des enseignants chercheurs exerçant ainsi, selon le Plan d'aménagement directeur d'urbanisme prévoit un laboratoire de recherche dans le nouveau pôle universitaire de la Laghouat.

1.2.PROBLÉMATIQUE :

Dans ce travail on va essayer de concevoir un laboratoire de recherche d'architecture et génie civil durable au niveau de la ville de Laghouat (nouveau pôle universitaire faculté l'architecture et génie civil) caractérisée par un climat chaud aride, froid en hiver et chaud en été. Nous tenons à répondre aux questions suivantes :

- Comment concevoir un laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil dans la ville de Laghouat en prenant en considération les contraintes climatiques et environnementales de la ville tout en tenant en compte les notions de durabilité applicable dans cette région ?
- Quels sont les paramètres de la durabilité applicable dans le contexte de la ville de Laghouat pour minimiser le recours aux énergies non renouvelables ?
- Comment assurer et encourager la notion de collaboration entre les deux spécialités à travers la géométrie extérieure et dans la conception ?

1.3.OBJECTIF :

- Créer un milieu confortable permettant le bon déroulement de la mission de recherche.
- Donner à la ville de Laghouat une valeur en matière de la recherche scientifique
- Avoir un rayon d'influence pour les autres villes qui ont un manque d'équipement de recherche scientifique.
- Créer un lieu d'échange entre les universités et les autres laboratoires de recherche dans le pays
- Créer un lieu d'attractivité aux personnes de la recherche scientifique.
- Essayer d'assurer un exemple réussi en matière d'architecture durable.

1.4.HYPOTHÈSES :

- Conception d'un laboratoire de recherche scientifique selon les notions de durabilités dans la ville de Laghouat caractérisée par un climat chaud et aride permet de répondre aux exigences des fonctionnelles et du bien-être des usagers.
- La démarche bio-mimétisme peut être adaptée dans la conception de laboratoire de recherche en architecture et génie civil à la ville de Laghouat.

1.5.DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE :

Cette recherche tentera d'atteindre les objectifs tracés, en adoptant deux méthodes une conceptuelle environnementale et l'autre expérimentale. Elles reposent sur six axes, à savoir :

➤ La recherche thématique et bibliographique : (chapitre thématique) :

Une récolte de tous les documents (livres, revues, mémoires et sites webographies...etc.) qu'ils ont une relation étroite avec le sujet de recherche pour mieux comprendre notre thème.

➤ L'analyse des exemples : (chapitre analytique) :

Une étude analytique qui nous permettra une connaissance plus approfondie sur l'application des stratégies d'architecture durable dans les laboratoires de recherche, et nous aide enfin à proposer des solutions adéquates et des réponses à nos questionnements. Également comprendre le fonctionnement et l'organisation spatiale ce qui nous aide à élaborer le programme de notre école.

➤ L'Analyse de contexte d'intervention : (chapitre contextuel) :

Une exploration de la zone d'étude, permet de déterminer les influences du site sur les données microclimatiques, en effet, la topographie, la végétation, la présence d'eau, peuvent avoir un effet déterminant sur le rayonnement solaire, la vitesse et la direction du vent ainsi l'humidité et température de l'air.

➤ Élaboration de programme quantitatif et qualitatif de notre école : (chapitre programmatique)

➤ La réponse architecturale :(chapitre architectural) :

Le but de cette partie est de procéder à la méthodologie de projection architecturale (conception du projet) prenant en considération les différentes conclusions tirées des chapitres précédents.

➤ Les détails techniques : (chapitre technique)

Cette partie consiste à définir le système constructif du projet ainsi que les aspects environnementaux adoptés.

➤ Vérification un concept lié à la durabilité : (partie individuelle méthode expérimentale)

Une évaluation du confort visuel et thermique d'un espace choisi du projet, afin de vérifier la faisabilité des techniques utilisée à travers une simulation par des logiciels. Et d'établir des recommandations

➤ **La conclusion générale :**

C'est la synthèse de notre travail où on résume toutes les démarches suivies afin d'aboutir à la conception de laboratoire de recherche durable à Laghouat et elle ouvre champ à d'autres recherches et perspectives

1.6. OUTIL DE RECHERCHE :

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

- ✓ Outil documentaire : Les mémoires de soutenance de magistère de différentes universités et des sites d'internet ainsi que les livres et les revues ayant traités le développement durable et à l'architecture durable.
- ✓ Outil informatique : Les logiciels de simulations : ecotect et radiance, relux.

1.7.STRUCTURE DE MÉMOIRE :

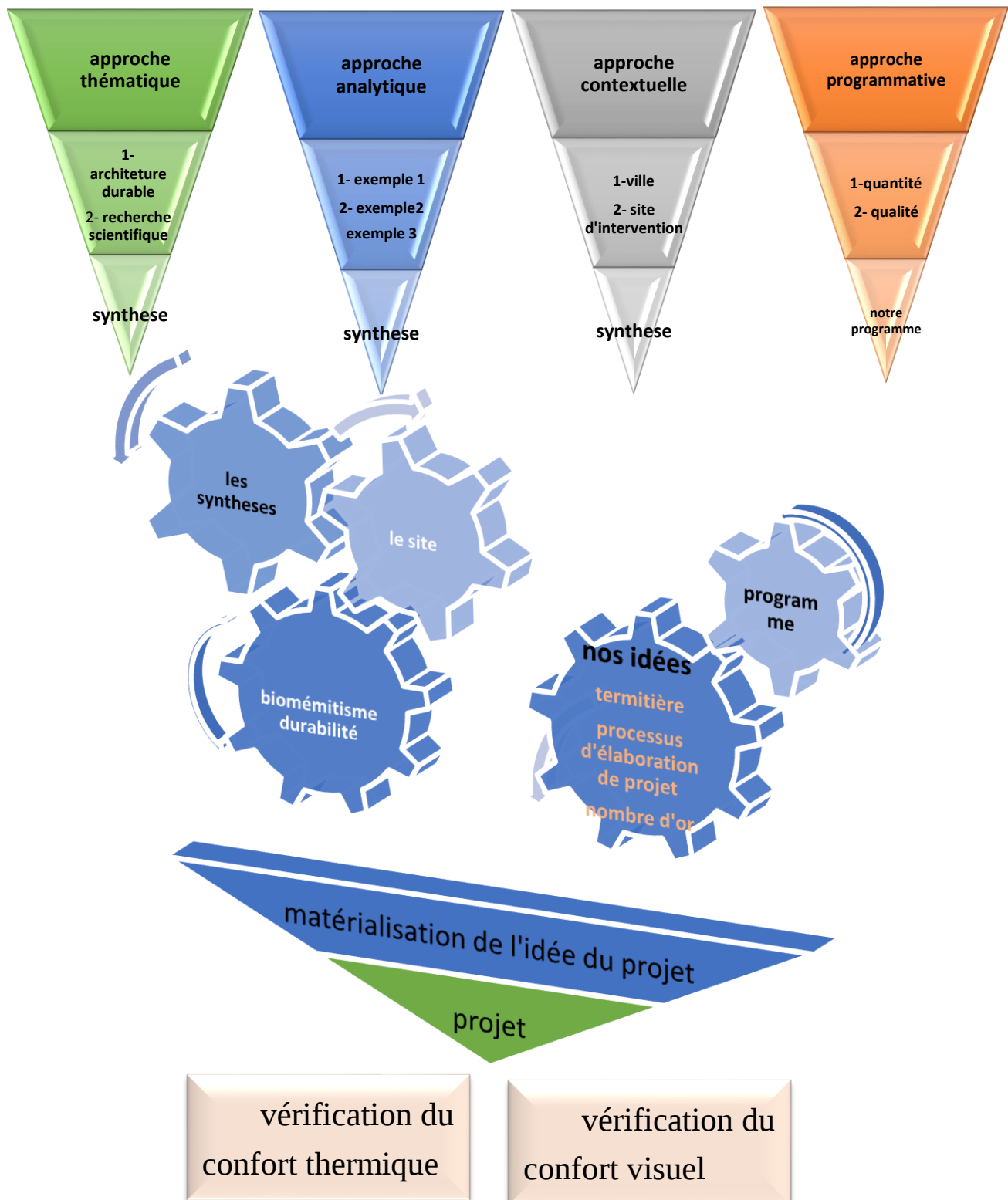


Figure 1: schéma d'organisation de mémoire

2. Chapitre Étude Thématique

INTRODUCTION DU CHAPITRE :

Dans ce chapitre nous traiterons deux volets, le premier est relatif à la recherche scientifique, l'autre comporte des notions, des concepts et stratégies liés à la durabilité dans les zones chaudes et arides. 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.VOLET 1 : RECHERCHE SCIENTIFIQUE :

2.1.1. Définition de la recherche scientifique :

Selon Legendre¹ 1993, La recherche scientifique est un « ensemble d'activités méthodiques, objectives, rigoureuses et vérifiables dont le but est de découvrir la logique, la dynamique ou la cohérence dans un ensemble apparemment aléatoire ou chaotique de données, en vue d'apporter une réponse inédite et explicite à un problème bien circonscrit ou de contribuer au développement d'un domaine de connaissances².

2.1.2. Aperçu historique de la recherche scientifique :

Nous intéressons à l'histoire de la recherche scientifique universitaire seulement.

❖ Moyen Âge :

Ulugh Beg, gouverneur de Samarcande, fait édifier au début du XVe siècle l'observatoire astronomique d'Oulough Bek à Samarcande et fait bâtir un institut de recherche à Boukhara. L'observatoire antique de Pékin, établi en 1442 est également l'un des plus anciens sites scientifiques connus.

❖ XVIIe siècle :

En France, Louis XIV fonde, en 1666, l'Académie Royale des Sciences, afin de centraliser et coordonner les nombreuses et diverses recherches scientifiques et universitaires et favorise ainsi le développement de la recherche.

À Londres, est fondée la Royal Society.

❖ XVIIIe siècle :

Au début du XVIIIe siècle le Tsar de Russie, Pierre le Grand fait édifier un institut de formation et de recherche dans sa capitale impériale nouvellement créée à Saint-Pétersbourg. Cet institut de recherche dispose d'Académies distinctes selon le domaine étudié ; la linguistique, l'enseignement de la philosophie et la recherche scientifique.

¹ Renald Legendre est un spécialiste des sciences de l'éducation. Professeur à l'Université du Québec à Montréal (en 1988)

² Source Legendre (1993)

❖ XIXe siècle :

L'ensemble des pays européens se dote d'instituts de recherche. C'est l'explosion des recherches scientifiques et technologiques multiformes ainsi que dans le domaine des sciences sociales.

❖ XXe siècle :

La création d'instituts de recherche franchit l'océan Atlantique et dès le début du XXe siècle les premiers instituts de recherche sont fondés aux États-Unis, notamment la Carnegie Institution en 1902.

2.1.3. Types de recherche scientifiques ³:

2.1.3.1. Recherche appliquée :

Avec la recherche appliquée, on effectue des recherches pour la pratique. L'étude fournit des conclusions et des recommandations directement applicables dans la réalité. Il est également possible que la recherche contienne certains produits ou méthodes pouvant être appliqués. Lorsqu'on rédige une thèse pour une entreprise, on finit rapidement par la recherche appliquée.

À titre d'exemple, La recherche appliquée peut être mise en place dans la réalité. Si l'effet du rayonnement radioactif sur les gènes humains est connu, on peut utiliser la recherche appliquée pour aider à développer des médicaments pour les maladies causées par ce rayonnement. Ceci est une application pour la pratique.

2.1.3.2. Recherches fondamentales (théoriques) :

C'est une méthode très scientifique et souvent utilisée dans les universités. La recherche fondamentale s'oppose à la recherche appliquée, qui vise spécifiquement à faire des recommandations pratiques. Cependant, la distinction entre la recherche fondamentale et appliquée n'est souvent pas aussi stricte qu'il n'y paraît. La recherche fondamentale aboutit souvent à des applications pratiques.

A titre d'exemple, avec la recherche fondamentale, on peut étudier l'effet du rayonnement radioactif sur les gènes humains. Avec la recherche appliquée, cela peut être traduit dans la pratique (comme est expliqué en-dessus).

2.1.3.3. Recherches expérimentales :

Au cours d'une expérience, en tant que chercheur, on manipule une certaine variable (comme une circonstance ou un phénomène), après quoi on examinera l'effet de cette manipulation. Ce type de recherche est utilisé pour déterminer la causalité d'un phénomène. On examinera ici si la variable manipulée provoque une différence sur la variable dépendante.

Une expérience peut se produire sous forme de recherche sur le terrain ou de recherche en laboratoire.

³ <https://www.scribbr.fr/astuces/les-differentes-methodes-de-recherche-et-de-collecte-de-donnees/>

Par exemple en Supposant qu'on veut connaître l'effet de la boisson énergisante sur la performance sportive. Vous permettez aux répondants de venir dans un laboratoire deux fois et d'effectuer certains exercices. La première fois, ils ne boivent pas de boisson énergisante et la seconde fois, ils en boivent une certaine quantité. La boisson énergisante dans ce cas est la manipulation. On peut mesurer l'effet de la boisson énergisante en comparant les résultats des deux situations.

2.1.4. Établissements de la recherche scientifique :

Ce sont tous des équipements spécialisés en recherche scientifique la référence c'est en matière de la taille (le centre de recherche le plus grand), en matière de l'importance (local, régional, national) et même en matière de types de recherche⁴. On trouve :

A. Centre :

Comme son nom l'indique est un lieu où une entreprise, une société, ou même l'état, regroupe et mobilise les forces dont il (elle) dispose en vue de mieux les exploiter. L'on distingue plusieurs centres de recherche, et ce en fonction du domaine d'activité concerné.

B. Instituts :

Un institut de recherche est un établissement, laboratoire ou organisme de **recherche** et d'enseignement spécialisé dans les domaines de la **recherche scientifique**, de la **recherche historique** ou dans le domaine de la **sociologie** et des **sciences sociales**. Les instituts de recherche peuvent se spécialiser dans la recherche fondamentale ou peuvent être orientés vers la recherche appliquée. Ils peuvent être liés en partenariat à des **universités**, des musées, des entreprises et des ministères.

C. Agences :

Participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les différents domaines de recherche. Elle met ses capacités d'expertise et du conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public et les aides à financer des projets.

D. Laboratoire :

Le laboratoire de recherche est une entité de recherche fondée sur une collaboration potentielle ou amorcée. Le laboratoire est constitué d'au moins trois professeurs œuvrant à titre de chercheurs réguliers. Ces ressources possèdent des expertises complémentaires liées à un thème de recherche particulier. L'objectif du laboratoire est de favoriser l'émergence de nouveaux créneaux ou pôles de recherche.

Ces structures de recherches sont classifiées d'une manière différente d'un pays à un autre par exemple :

✚ **En France** : Les établissements de recherche publique en France se divisent en 2 établissements principaux qui sont :

❖ Établissements publics à caractère scientifique et technologique :

- Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur (CINES)

⁴ <http://www.web-libre.org/dossiers/centre-de-recherche-definition-et-objectifs,13115.html>

- Centre national de la recherche scientifique (CNRS)
- Institut national d'études démographiques (INED)
- Institut national de recherche agronomique (INRA)
- Institut de recherche pour le développement (IRD)
- Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR)
- Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM)
- Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA)
- Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA)

❖ Établissements publics à caractère industriel et commercial :

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)
- Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS)
- Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM)
- Commissariat à l'énergie atomique (CEA)
- Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)
- Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)
- Centre national d'études spatiales (CNES)
- Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER)
- Institut polaire français Paul-Émile Victor (IPEV)
- Office National d'Études et Recherches Aérospatiales (ONERA)
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

✚ **En Algérie :** Les établissements de recherche en Algérie se divisent en 3 catégories principales :

❖ Les centres de recherche :

- Centre de Développement des énergies renouvelables. 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. Alger
- 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

❖ Les unités de recherche :

- Unité de Recherche Neurosciences cognitives. Orthophonie – Phoniatrie. Alger
- Unité de Recherche Matériaux et Energies Renouvelables. Tlemcen
- Unité de Recherche Sciences Sociales. Batna
- Unité de recherche Matériaux émergents. Sétif
- Unité de Recherche Développement des Ressources Humaines. Sétif
- Unité de Recherche Modélisation et Optimisation des Systèmes. Bejaia
- Unité de recherche Chimie de l'environnement et moléculaire structurale. Constantine
- Unité de Recherche Valorisation des ressources naturelles, molécules bioactives et analyses physico-chimiques et biologiques. Constantine
- Unité de Recherche Sciences des Matériaux et Applications. Constantine
- Unité de Recherche Lithiases Urinaires et Biliaires. Mostaganem
- Unité de Recherche Sciences Sociales et Santé. Oran
- Unité de recherche Matériaux, procédés et environnement. Boumerdès

❖ Les agences de recherche :

- Agence Thématique de Recherche en Sciences et Technologie. El Harrach. Alger
- Agence Thématique de Recherche en Santé. Oran.
- Agence Thématique de Recherche en Sciences Sociales et Humaines. Blida.
- Agence Thématique de Recherche en Sciences de la Nature et de la Vie Bejaia.
- Agence Thématique de Recherche en Biotechnologies et en Sciences
- Agroalimentaires. Constantine.

2.1.5. Laboratoire d'architecture

Le laboratoire architectural est composé d'enseignants chercheurs, chercheurs et de personnalités scientifiques extérieures afin d'orienter, de dynamiser, d'évaluer et de mieux ancrer la recherche dans le tissu scientifique et universitaire.

Les laboratoires d'architecture sont structurés selon des **axes de recherche** spécialisés dans un domaine précis avec des objectifs fixés à atteindre.

2.1.6. Laboratoire de génie civil :

Le domaine d'application du génie civil est très vaste ; il englobe les travaux publics et le bâtiment. Il comprend notamment :

- Le gros œuvre en général, quel que soit le type de construction ou de bâtiment, comme les gratte-ciels. Ce domaine recouvre deux catégories distinctes :
 - Le dimensionnement d'une structure nouvelle,
 - La réhabilitation d'une structure existante, appelé aussi conservation d'ouvrages existants (expertise et/ou projet d'intervention)
- Les constructions industrielles : usines, entrepôts, réservoirs, etc.

- Les infrastructures de transport : routes, voies ferrées, ouvrages d'art, canaux, ports, tunnels, etc.
- Les constructions hydrauliques : barrages, digues, jetées, etc.
- Les infrastructures urbaines : aqueducs, égouts, etc.

Dans ce projet nous allons concevoir un laboratoire de recherche est englobe les deux spécialités architecture et le génie civil

2.1.7. Personnels de la recherche scientifique :

La recherche scientifique regroupe différents corps de métier : chercheurs bien sûr, mais également ingénieurs, techniciens, administratifs...etc.

Les chercheurs	Le personnel administratif et techniques	Les visiteurs
• Chercheurs permanents • Chercheurs associés • Chercheurs contractuels • Les enseignants chercheurs • Etudiants • Les ingénieurs	• Administrateur • Techniciens • Laborantins • Personnels de gestion et sécurité	• Les stagiaires • Etudiants • Publics
Chargé de la mission de la recherche scientifique l'expérimentation	Chargé de la mission de la gestion, la maintenance	- La découverte

2.1.8. L'architecture au service de l'efficacité des instituts de recherche :

S'intéresse aux articulations existantes entre l'activité et l'espace dans les organisations de travail (03) trois aspects apparaissent particulièrement saillants⁵ :

A. La tertiarisation de l'activité :

Un nombre croissant d'expériences scientifiques incluent aujourd'hui des simulations assistées par ordinateur, une pratique qui accroît la présence de terminaux informatiques dans le travail empirique. L'emploi de ces outils est également renforcé par l'acquisition de bases de données provenant de l'extérieur. L'accessibilité de ces ressources réduit d'autant le temps consacré à la production de nouvelles données par l'expérimentation, au profit de la compilation et de l'exploitation d'informations produites ailleurs. En outre, l'incitation à publier les résultats de recherche augmente la part de l'activité rédactionnelle des chercheurs. L'ensemble de ces phénomènes se traduit par un agrandissement des surfaces de bureaux : si environ deux tiers d'entre elles étaient jusqu'alors consacrés à l'expérimentation, la répartition entre laboratoires et bureaux tend désormais à l'équilibre.

⁵ L'architecture au service de l'efficacité des instituts de recherche Enjeux, représentations, savoirs d'utilisateurs, par Michael Fenker

B. La montée de la dimension communicationnelle :

L'importance prise par la communication dans l'activité scientifique renvoie à deux enjeux distincts : la coordination entre différentes compétences et disciplines réunies dans un même projet et la valorisation et diffusion des résultats de recherche, à l'intérieur comme à l'extérieur de la communauté scientifique.

Ces exigences produisent une multiplication et une diversification des lieux de réunion pour tenir compte des multiples situations d'interaction : coopération, coordination, enseignement, présentations et discussions avec des partenaires ou un public plus large. Cette évolution se traduit aussi par un traitement architectural et du mobilier particuliers, par exemple au niveau des bibliothèques, des salles de repos ou des couloirs, traitement dont le but est de favoriser la communication fonctionnelle, relationnelle et le développement des collectifs de travail.

C. Une organisation flexible des ressources

L'accélération des changements technologiques et organisationnels demande une adaptabilité des ressources matérielles et humaines : l'augmentation ou la diminution des effectifs de chercheurs au gré des projets, ainsi que l'allocation variable des équipements, requièrent de la flexibilité dans l'attribution et la configuration des locaux. L'aménagement y répond, dans de nombreux cas, par la banalisation des postes d'expérimentation et des bureaux, dans le but d'éviter une transformation du cadre bâti en cas de réorganisation de l'activité.

2.2.VOLET 2 : ARCHITECTURE DURABLE :

2.2.1. Développement durable ⁶:

Un développement social, économique, et politique qui répond aux besoins présents sans compromettre la capacité des générations future à satisfaire leur propre développement.

2.2.2. Architecture durable ⁷:

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 riveraines.

2.2.3. Objectifs de l'architecture durable :

- Amélioration de bien-être et protection de santé et de planète.
- Promotion de l'équilibre et durabilité des ressources naturelles.
- Favorisation de l'économie sociale.

⁶ Les 100 mots de la construction durable 2ème édition

⁷ Agence Laurent Bansac Architecte, (2011), « Architecte de bâtiment », Fluorcom

2.2.4. Rôles de l'architecture durable ⁸:

L'architecture durable permet de concevoir, construire, exploiter et enfin démanteler des bâtiments qui :

- Fournissent une sécurité optimale contre les catastrophes Naturelles.
- Réduisent les déchets domestiques et de construction.
- Sont économes en énergie et en ressources.
- Réduisent la consommation de l'eau.
- Recyclent les eaux usées quand cela est possible
- Tirent le meilleur parti des matériaux inoffensifs pour l'environnement.
- Offrent un environnement intérieur approprié : qualité de l'air, lumière, acoustique et esthétique spécifique.

2.2.5. Architecture et l'environnement ⁹:

Elle est définie comme le mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant, elle permet :

- De participer au confort et à la santé des usagers.
- De réduire les besoins énergétiques en s'adaptant au climat environnant.

2.2.6. Architecture Ecologique¹⁰ :

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 serre. L'architecture écologique, encore appelée architecture solaire, bioclimatique ou durable, se préoccupe des paramètres qui conditionnent le bien-être de l'habitant, mais celui-ci doit apprendre à vivre en symbiose avec son environnement, au rythme des jours et des saisons, il doit s'y intégrer et le respecter. L'objectif à poursuivre est donc d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, le bâtiment et le comportement de l'occupant.

2.2.7. Construction durable¹¹ :

Cette notion est utilisée pour toute construction qui, tout en assurant confort et sante des occupants, limite au mieux les impacts sur l'environnement, en cherchant à s'intégrer le plus respectueusement possible dans un milieu et en utilisant le plus possible les ressources naturelles et locales.

⁸ Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

⁹ <http://www.urcaue-idf.archi.fr>

¹⁰ LEROY Arnault, L'architecture écologique (PDF)

¹¹ Les 100 mots de la construction durable 2ème édition

2.2.8. Architecture bioclimatique ¹²:

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.

2.2.9. Conception Bioclimatique ¹³:

Le concept « bioclimatique » fait référence à la bioclimatologie qui est une partie de l'écologie. Elle étudie plus particulièrement les relations entre les êtres vivants et le climat d'où une définition générale de l'architecture bioclimatique se résumant à ceci : « Cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière « naturelle » c'est à dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du Bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui fait un élément fondamental de l'art de construire ».

2.2.10. Principes de la conception bioclimatique ¹⁴:

2.2.10.1. Implantation :

L'implantation judicieuse d'un édifice est la tâche la plus importante de l'architecte. Elle détermine l'éclairement les apports solaires, 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 Sud.



Figure 2 : L'implantation tient compte, des vents locaux, de l'ensoleillement

Mieux vaut éviter les expositions directes Est et Ouest qui suivent la courbe du soleil qui occasionne le plus souvent des « surchauffes » et un inconfort visuel. Au Nord, Il faudra limiter les ouvertures afin de minimiser les déperditions thermiques du bâtiment. De manière générale il est conseillé de respecter un ratio de surface vitrée d'environ 20 % de la surface habitable, répartie comme suit : 50 % au sud, 20 à 30 % à l'Est, 20% à l'ouest et 0 à 10% au nord. Cette règle est très importante car la bonne maîtrise des apports solaires peut représenter un gain gratuit de 15 à 20 % de besoins d'énergie (réduction de la consommation).

¹² Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

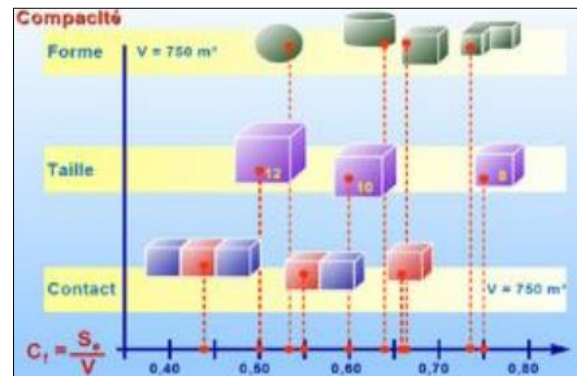
¹³ Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

¹⁴ Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

2.2.10.2. Orientation et la Coefficient de forme :

Orientation d'un édifice à sa destination ; les besoins en lumière naturelle l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment et la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffer. L'existence des vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou le rafraichir en été. Le sud permet de tirer le meilleur parti de l'ensoleillement quand celui-ci est nécessaire à l'équilibre thermique du bâtiment. L'architecture et la forme :

La compacité d'un bâtiment est mesurée par le rapport entre la surface des parois extérieures et la surface habitable. Plus ce coefficient est faible, plus le bâtiment sera compact. La surface de l'enveloppe étant moins importante, les



dépensations thermiques sont réduites. Plus le bâtiment sera compact (c'est-à-dire proche d'un cube ou d'une boule) plus ses performances thermiques seront améliorées, plus il sera économe en énergie. La compacité

permet pour un même volume de réduire les surfaces déprédatives.

Figure 4 : L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au Soleil

Figure 3 : La compacité varie suivant la forme. La taille et le mode de contact des volumes Soleil

2.2.10.3. Enveloppe architecturale :

Les constructions masquent le rayonnement solaire, protègent du vent, stockent la chaleur et élèvent la Température extérieure, comme elles peuvent créer des courant d'air ou réfléchir les rayons solaires.



Figure 5 : Influence de l'architecture sur le microclimat. (A.DE HERDE, A. LIEBARD. 2005).

2.2.10.4. Ouvertures en façade :

Les ouvertures, et les fenêtres qui s'y nichent, jouent un rôle important dans les relations du bâtiment et de l'occupant avec son environnement. La fenêtre est l'élément de captage le plus simple et le plus répandu :

Elle apporte à la fois chaleur et lumière et offre la possibilité d'accumuler directement la chaleur.

Les ouvertures, et particulièrement les fenêtres, sont donc un élément majeur de tout édifice et ont toujours bénéficié de la plus grande attention des architectes

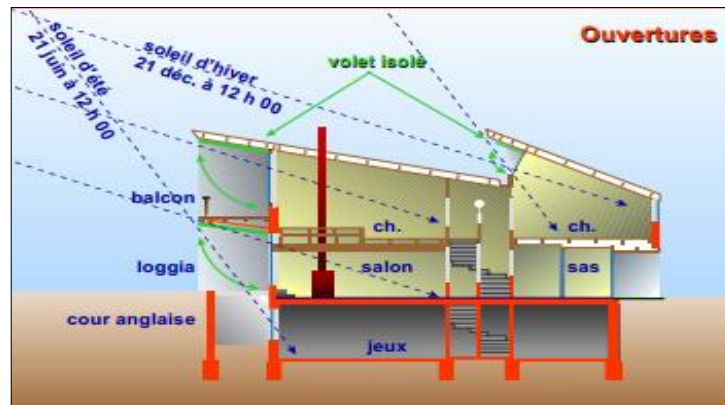


Figure 6 : le rôle des ouvertures.

Source : (A.DE HERDE, A. LIEBARD. 2005).

2.2.10.5. Masques et protections solaires :

On appelle protection solaire tout corps empêchant le rayonnement solaire d'atteindre une surface qu'on souhaite ne pas voir ensoleillée. Les protections solaires ont pour but de :

- Réduire les surchauffes dues au rayonnement solaire.
- Améliorer l'isolation en augmentant le pouvoir isolant des fenêtres.
- Contrôler l'éblouissement.

Les protections solaires peuvent être intégrées à l'architecture : structurales (porche, véranda, brise-soleil) ou appliquées (stores, persiennes, volets). Elles peuvent également être fixes ou mobiles, intérieures ou extérieures, verticales ou horizontales. Les protections solaires peuvent également être liées à l'environnement. La végétation à feuilles caduques procure un ombrage naturel saisonnier. On recherchera des essences avec peu de branchages, pour avoir un ombrage minimum en hiver, mais avec un feuillage dense pour la raison inverse, en été. Le relief peut aussi devenir un élément essentiel de l'accessibilité du rayonnement solaire sur un bâtiment.

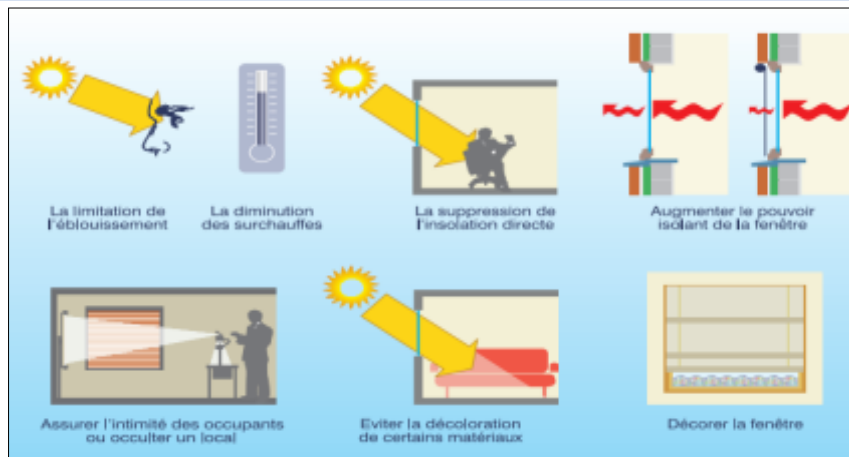


Figure 7 : Les objectifs d'une protection solaire.

Source : (A.DE HERDE, A. LIEBARD. 2005)

2.2.10.6. Isolation thermique :

Désigne l'ensemble des techniques mises en œuvre pour limiter les transferts de chaleur. Elle peut avoir pour but de garder la chaleur présente dans un volume comme pour un bâtiment, elle peut aussi avoir pour but de garder le froid dans un volume comme pour un réfrigérateur. Cela passe par l'interposition d'un système dédié entre le milieu chaud et le milieu froid. Il s'agit le plus souvent de matériaux choisis à cet effet, que l'on appelle généralement des isolants thermiques. Il peut aussi s'agir de flux d'air entre ces deux milieux.

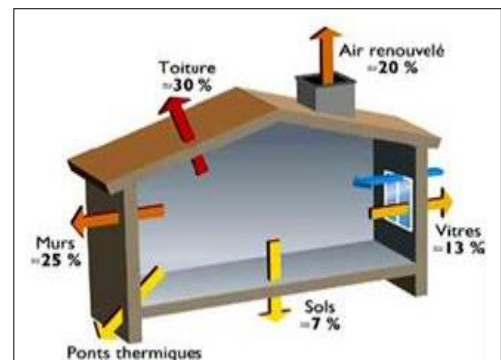


Figure 8 : Pertes Thermiques d'un bâtiment.

Source : (A.DE HERDE, A. LIEBARD. 2005)

2.2.10.7. Distribution intérieure :

Le zonage d'un bâtiment permet d'adapter des ambiances thermiques appropriées à l'occupation l'utilisation des divers espaces.

Au nord on aménagera des espaces non chauffés dits « tampons », ils assurent une protection thermique et contribuent directement aux économies d'énergies et au confort des occupants.

2.2.10.8. Matériaux :

Utiliser des matériaux à forte inertie (restituent l'énergie la nuit), privilégier des matériaux peu polluants, issus de ressources renouvelables.

2.2.10.9. Végétation, fontaine et bassins :

La conception des espaces extérieurs fait partie intégrante de la mission de l'architecte. La démarche bioclimatique intègre le traitement de la végétation et de l'eau dans la conception du bâtiment. Les principes suivants :

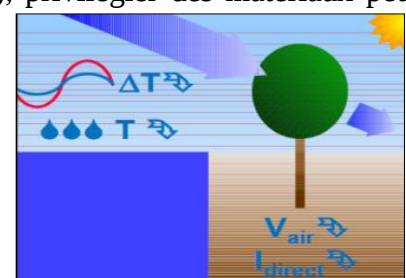


Figure 9 : Pertes Thermiques d'un bâtiment.

Source : (A.DE HERDE, A. LIEBARD. 2005)

- Par sa masse thermique élevée, l'eau atténue les fluctuations de température ; en retirant de la chaleur à l'air pour passer à l'état de vapeur, elle réduit la température ambiante.

- La végétation procure de l'ombrage et réduit donc l'insolation directe sur les bâtiments et les occupants ; elle réduit localement la vitesse du vent et diminue les pertes par convection du bâtiment

2.2.10.10.Circulation de l'air :

Il faut éviter les pièces fermées où se confine la chaleur La circulation de l'air dans le bâtiment sera favorisée par un système mécanique ou par un effet cheminée naturel.

2.2.10.11.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.
- Le confort visuel.
- Le confort acoustique.
- Le confort olfactif.

2.2.10.12.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.

A. 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.

B. Confort d'hiver : Stratégie du chaud :

- **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.

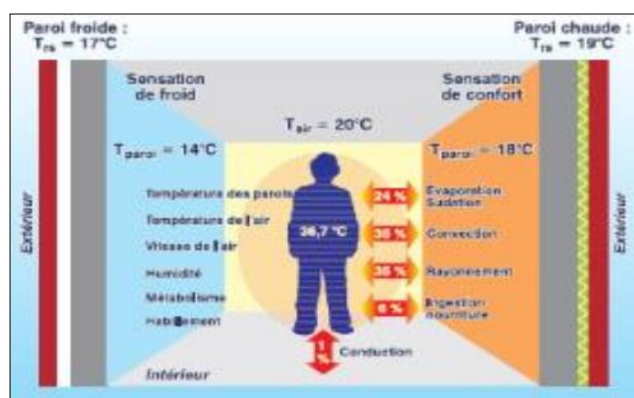


Figure 10 : L'orientation Les paramètres de confort thermique

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme Bioclimatiques

¹⁵ Traité d'architecture et d'urbanisme Bioclimatiques

C. Confort d'été : Stratégie du froid :

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

- **Eviter** : 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.

- **Rafrâchir** : Par l'utilisation des plans d'eau pour rafraîchissement de l'air entrant.

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



Figure 11 : confort thermique stratégies chaud et froid
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

2.2.10.13. Confort visuel :

D'après le Syndicat de l'Eclairage de France, le confort visuel fait référence aux « conditions d'éclairage nécessaire pour accomplir une tâche visuelle déterminée sans entraîner de gêne pour l'œil ».

• La lumière naturelle :

La lumière qui pénètre par nos yeux à 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.

• Source de la lumière naturelle :

Lumière naturelle directe : lumière naturelle directe est une combinaison d'ensoleillement direct et de lumière naturelle du ciel.

Lumière naturelle indirecte : 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.

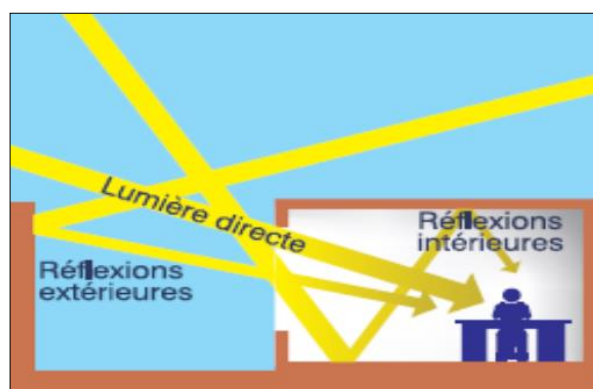


Figure 12 : L'orientation des composantes de la lumière naturelle à l'intérieur d'un local

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

• 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.) associées 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.



Figure 13 : L'orientation stratégies d'ouverture et du contrôle de la lumière naturelle

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

2.2.10.14. Confort acoustique :

Le confort acoustique est la maîtrise des bruits par la réduction des sons gênant pour l'activité exercée dans un espace, c'est-à-dire l'amélioration de la qualité d'ambiance sonore.

Principes d'isolation acoustique : Etanchéifier : Le point le plus faible d'une paroi détermine sa performance d'isolation pour éviter trou, fissure, passage de canalisation.

Désolidariser : Les différents éléments (cloison – plancher, mur – plancher, canalisation – mur, etc.) au moyen de joints souples, joints de dilatation, « plots antivibratoires » afin d'éviter la propagation des vibrations

Ajuster les surfaces réfléchissantes et absorbantes : Murs, plafond, sol mais également le mobilier.

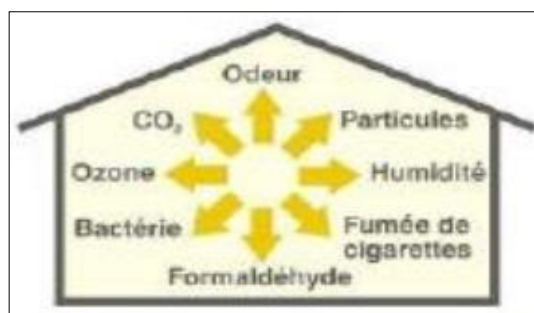


Figure 14 : les polluants extérieurs et intérieurs



Figure 15 : Isolation acoustique

Source : <http://www.jan-maison-passive.com>

2.2.10.15. Confort olfactif :

En matière de risque sanitaire, le champ des connaissances des effets des polluants sur les individus est inégal d'un polluant à l'autre, les études récentes dans le domaine de la qualité de l'air permettent de maîtriser ce champ de connaissances pour certains polluants de l'air (odeurs), et trouver des solutions pour

assurer le confort. Le confort respiratoire se traduit par l'absence d'odeurs soit par la diffusion d'odeurs désagréables.

❖ Les sources de pollution :

- **Extérieure** : Circulation, industrie, pollen, ...
- **Intérieure** : Les occupants et leurs diverses activités, sources d'eau, de CO₂ et d'autres polluants.
- **Bâtiment lui-même** : les revêtements, peintures et vernis, le mobilier, les plantes.

❖ Assurer la qualité de l'air :

- **Limiter la pollution extérieure** : Assurer une bonne étanchéité, et une filtration efficace
- **Limiter la pollution intérieure par le choix des matériaux** :
 - ✓ **Eviter les polluants physico-chimiques** : Solvants organiques (colles, résines), formaldéhyde, agents de traitement ou conservateurs.
 - ✓ **Eviter les bio-contaminants** : Poussières (moquette), moisissures et champignons (éviter la condensation).

2.2.11. BIO MIMÉTISME ¹⁶:

La nature est un laboratoire immense de stratégies performantes et de procédés adaptés aux perturbations. Le biomimétisme consiste à identifier, comprendre et imiter ce qu'elle a fait de mieux pour concevoir des produits, des procédés, ou des systèmes innovants. Nous pensons que cette démarche conceptuelle va nous servir dans la conception du projet pour cela nous allons essayer de comprendre ses principes et ses types.

2.2.11.1. Biomimétisme :

Le biomimétisme est une démarche d'innovation Du grec, *Bio* : vie et *Mimesis* : imiter, le biomimétisme pour la durabilité est une démarche d'innovation, qui s'inspire des principes et stratégies élaborés par les organismes vivants et les écosystèmes. Elle vise à produire des biens et des services de manière durable, et à rendre les sociétés humaines compatibles avec la biosphère.

2.2.11.2. Étapes principales de la démarche du biomimétisme :

Identifier une propriété naturelle intéressante en lien avec un problème scientifique, technologique ou écologique

¹⁶ Janine Benyus, Biomimicry: Innovation Inspired by Nature, 1997

La spirale itérative de la démarche biomimétique :

- **IDENTIFIER** : Elaborer le mémoire explicatif du besoin/problème humain
- **INTERPRÉTER** : Traduire le mémoire explicatif en termes biologiques et définir des paramètres
- **CHERCHER** : Chercher des exemples biologiques qui répondent aux besoins définis
- **EXTRAIRE** : Identifier des schémas et créer une taxinomie (description et classification des organismes vivants).
- **IMITER** : Développer des solutions qui s'appuient sur les schémas biologiques
- **EVALUER** : Évaluer les solutions selon les Principes du Vivant

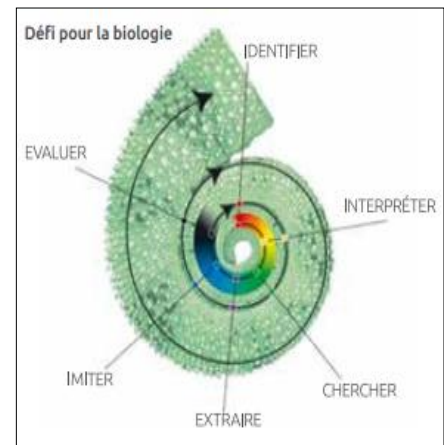


Figure 16 : la démarche du biomimétisme

2.2.11.3. ORIGINE DU BIOMIMÉTISME :

Le terme biomimétisme apparaît dès 1980 et fut vulgarisé par la biologiste et environnementaliste *Janine Benyus*, l'auteur de l'ouvrage *Biomimicry : Innovation Inspired by Nature* (Benyus, 1997).

Le biomimétisme est défini dans son livre comme une nouvelle science qui étudie la nature en vue de l'imiter ou de s'en inspirer pour résoudre des problèmes humains. Benyus suggère de regarder la nature comme modèle, mesure ou mentor.

➤ **Nature comme modèle :**

Le biomimétisme étudie les modèles de la nature, puis imite ou s'inspire de leurs caractéristiques pour résoudre des problèmes humains.

➤ **Nature comme mesure :**

Le biomimétisme propose d'utiliser les standards de l'écologie pour juger de la « justesse » de nos innovations. Après 3,8 milliards d'années d'évolution, la nature a appris ce qui marche, ce qui est approprié, ce qui dure.

➤ **Nature comme mentor :**

Le biomimétisme est une nouvelle manière de considérer et d'apprécier la nature. Il introduit une ère fondée non pas sur ce que nous pouvons extraire du monde naturel mais sur ce que l'on peut apprendre de lui.

2.2.11.4. Bio-inspiration en architecture :

Les niveaux du biomimétisme en architecture :

Les processus de conception biomimétique en architecture font apparaître trois niveaux d'imitation possibles : le niveau de l'organisme, du comportement ou de l'écosystème.

- **Le niveau organisme** se réfère à un être spécifique comme une plante ou un animal et peut impliquer l'imitation d'une partie de l'organisme ou du tout.
- **Le niveau comportement** se réfère au comportement d'un être et peut inclure la traduction d'un aspect du comportement de l'organisme et éventuellement sa relation à un contexte plus large.
- Le troisième niveau **est l'imitation** d'un écosystème entier et des principes qui lui permettent de remplir les fonctions avec succès.

A. Niveau organisme :

Le niveau organisme correspond à un biomimétisme de forme ou de surface. Il s'agit de s'inspirer et d'imiter les formes retrouvées dans la nature. Les organismes ont évolué depuis des millions d'années, leur morphologie s'est parfaitement adaptée à l'environnement dans lequel ils vivent.



Figure 17 : Imitation au niveau d'organisme l'organisme

B. Niveau comportement :

Le niveau comportement correspond à un biomimétisme de processus ou de fonction. Il s'agit d'observer comment la nature fait pour « réaliser une fonction » afin de l'imiter. Ce n'est pas l'organisme lui-même qui est imité mais la façon dont il se comporte.

Par exemple : Les travaux de l'architecte *Mick Pearce* illustrent parfaitement le niveau comportement du biomimétisme. Son bâtiment le plus remarquable est l'Eastgate Building à Harare au Zimbabwe. Il est en partie fondé sur des techniques de ventilation et de régulation de température observées dans les termitières dans le but de créer une ambiance thermique stable à l'intérieur de l'édifice (figures 18). Ce système de ventilation passive permet de diminuer considérablement les consommations d'énergie. Une étude comparative menée avec six autres bâtiments a montré que l'Eastgate Building utilise 35 % moins d'énergie qu'un bâtiment conventionnel avec air conditionné, soit une économie estimée à environ 3,5 millions de dollars sur cinq ans¹⁷.

¹⁷ Natasha Chayaamor-Heil, François Guéna et Nazila Hannachi-Belkadi, article: "Biomimicry in Architecture: State, methods and tools"

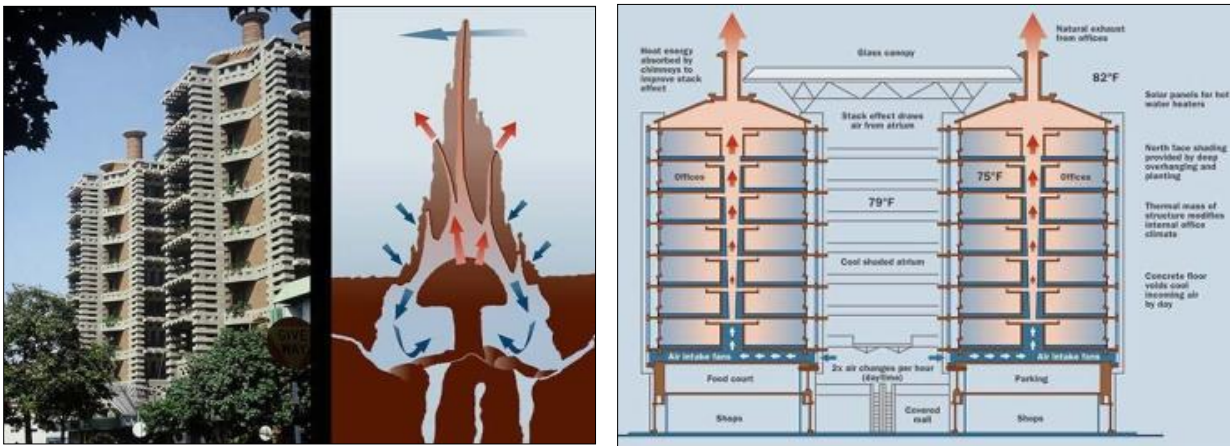


Figure 18 : Le système de ventilation de la termitière

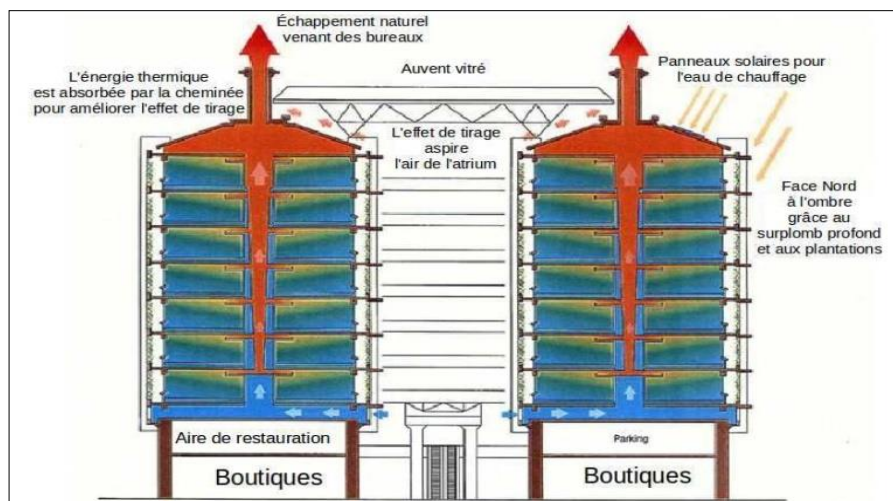


Figure 19 : Application du fonctionnement de la termitière à la ventilation naturelle de l'Eastgate Building

Source : Adapté du travail de Mick Pearce

C. Niveau écosystème :

Le niveau écosystème correspond à un biomimétisme cherchant à imiter des écosystèmes présents dans la nature. Il s'agit de comprendre comment les relations entre des espèces et leur environnement produisent un écosystème stable dans le temps et donc durable. En effet, dans la nature, tous les déchets générés par des animaux et des plantes constituent un apport pour d'autres animaux et d'autres végétaux. Un bâtiment qui serait capable d'imiter ce processus naturel pourrait fonctionner de manière autonome et durable.

2.2.11.5. Biomimétisme en architecture :

Tous les chercheurs s'accordent à dire que la nature est à la fois paresseuse et intelligente. Quand l'être humain déploie des trésors d'ingéniosité pour développer des systèmes complexes en réponse aux problèmes qu'il se pose, en utilisant une quantité énorme de matériaux et de ressources, la nature, elle, exploite les propriétés uniques des matériaux afin de produire le même résultat mais avec moins d'efforts. Dans une société où l'on se tourne de plus en plus vers l'économie des ressources, la nature offre un modèle parfait pour les constructeurs de bâtiments utilitaires.

Sans oublier qu'elle fournit aussi une source inépuisable de formes géométriques, de designs et de couleurs, inspirant quotidiennement les architectes dans l'élaboration de leurs plans. « *Tout art est une imitation de la nature* », disait *Sénèque*. Et pour cause, à la fois esthétique et efficace, la nature a tout pour inspirer les architectes d'art.

Comprendre et sélectionner la meilleure solution dans les stratégies de la nature :

La termitière peut maintenir une température et une humidité internes constantes, grâce à la disposition, la forme et la régulation de ses tubes d'aérations.



Figure 21 : une termitière



Figure 20 : projet inspiré de termitière

Imiter et adapter les techniques aux usages humains :

L'architecte *Mick Pearce* s'est inspiré de la termitière pour la régulation thermique du bâtiment du conseil national de Melbourne, en disposant stratégiquement les bouches d'aération. Résultat : baisse de 64% des consommations énergétiques.

On conclut que le biomimétisme inspire l'innovation dans différents domaines. Il a un impact significatif dans le champ de l'architecture, où il peut conduire à des innovations pour concevoir un environnement bâti durable. En tant que champ interdisciplinaire, l'architecture est influencée par de nombreux aspects des sciences naturelles et sociales.

Parmi ces influences, l'inspiration de la biologie est actuellement dominante. Le cadre de la conception bio-inspirée a évolué et s'est transformé en différentes approches innovantes en grande partie du fait du développement de l'informatique et de son usage en architecture.

SYNTHÈSE DU CHAPITRE :

Cette recherche thématique a ciblé les notions relatives à la recherche scientifique et à la durabilité. Le laboratoire de recherche est un bâtiment qui doit être flexible afin de pouvoir assurer ses prescriptions actuelles et s'adapter aux changements qui vont subir les thématiques de recherches. Ainsi que le laboratoire est un lieu d'innovation, dans cette optique nous avons poussé nos recherches sur l'architecture qui s'adapte mieux à la fonction et au contexte qui devient une contrainte de fait que le confort et de maîtrise de l'énergie deviennent un souci dans un climat semi-aride chaud et nous avons opté à la démarche de biomimétisme.

3. Chapitre Étude Analytique Des Exemples

INTRODUCTION :

Ce chapitre va nous permettre de voir comment les architectes interprètent les établissements de la recherche scientifique, et surtout ce qui concerne la collaboration entre les acteurs de recherches, et de point de vu de durabilité. Et le rôle de l'architecture durable dans les laboratoires de l'architecture et de génie civil, en cernant bien le fonctionnement de ces deux derniers.

3.1.CRITÈRES DE CHOIX D'EXEMPLE :



Exemple 01: Schulich School of Engineering
Redevelopment and Expansion



Exemple 02: CUNY Advanced Science
Research Center



Exemple 03: Centre pour les technologies énergétiques durables

Exemple	Climat	Programme	Technique
Exemple 01		X	X
Exemple 02		X	X
Exemple 03	X		X

Tableau 1 : les usagers du laboratoire de recherche

Les exemples choisis en prenant en considération aspect climatique, le contenu de son programme spatial, le fonctionnement et les techniques et les dispositifs utilisés pour répondre exigences des usagers et économiser l'énergie.

3.2.EXEMPLE01: SCHULICH SCHOOL OF ENGINEERING REDEVELOPMENT AND EXPANSION

3.2.1. Fiche de présentation du projet :

- **Projet:** Schulich School of Engineering Redevelopment and Expansion
- **Situation:** Calgary a Canada
- **Surface:** 29300 m²
- **Date de réalisation :** 2016
- **Gabarit:** R+4
- **Climat:** Juillet est le mois le plus chaud (15.8 °C) et janvier le mois le plus froid (10.6 °C).
compl
- **Architectes :** Diamond + Schmitt Architects , Gibbs Gage Architectes



Figure 22 : Schulich School of Engineering Redevelopment and Expansion

source: Archdaily.com, par le photographe Ed White

3.2.2. ASPECT ARCHITECTURAL, FONCTIONNEL ET PAYSAGER :

- ❖ **Situation :** L'école d'ingénierie est située au sud de la ville de Calgary au sud de Canada.
- ❖ **Plan de masse :** le projet est entouré par une voie principale et deux routes secondaires arrivant à une voie tertiaire, pour atteindre le projet en passant par un parking au côté Ouest.
- ❖ **Accès et accessibilité :**

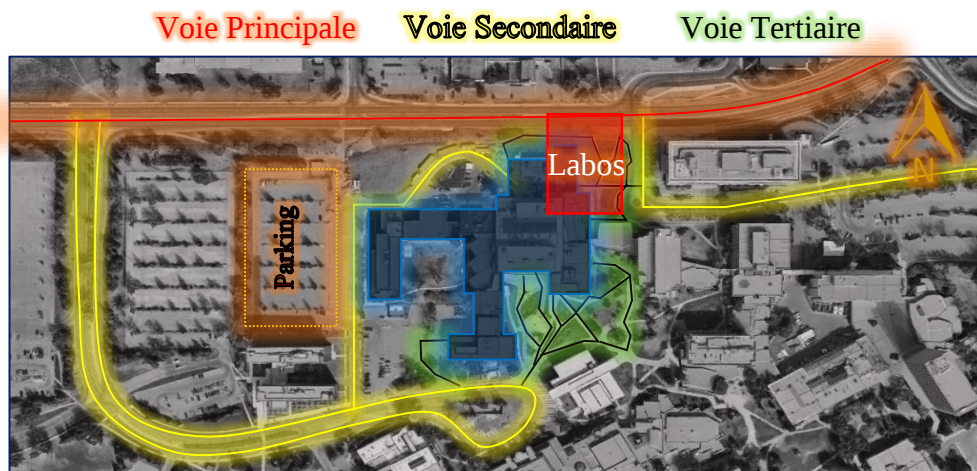
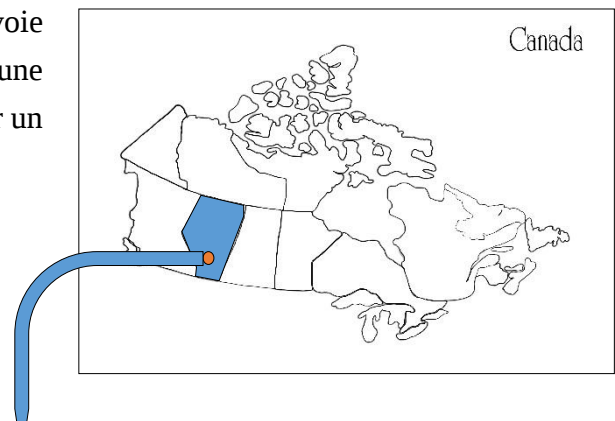


Figure 23 : plan de situation

source : Google earth traité par l'auteur



Figure 25 : Entrée Nord et sud de l'exemple 01

Source : archdaily.com par le photographe Ed



Figure 24 : plan de situation de l'exemple 01

source : Google earth traité par l'auteur

❖ Occupation de parcelle :

Bâti 38 %
Ecole d'ingénierie

Non Bati 62 %
Parking 24 %
Espace vert et relaxation 38 %



Figure 26 : Occupation de parcelle de l'exemple 01

Source : Google ear+th, traité par l'auteur

- Le projet est monobloc avec une organisation radiale. Il occupe 38 % de terrain.
- Les espaces verts présentent 38%, marquent son empreinte dans le projet afin de libérer l'esprit des scientifiques du stress de recherche et des heures de travail intense.

• Volumétrie du projet :

Le projet est une extension monobloc de forme rectangulaire et de R+4 de gabarit, vitré du sol au toit pour refléter le champ libre de la recherche scientifique et renforcer la relation interne et externe avec l'environnement immédiat, avec deux façades

l'une exposée au sud et l'autre au nord pour bénéficier de la lumière naturelle du jour et des apports solaires.

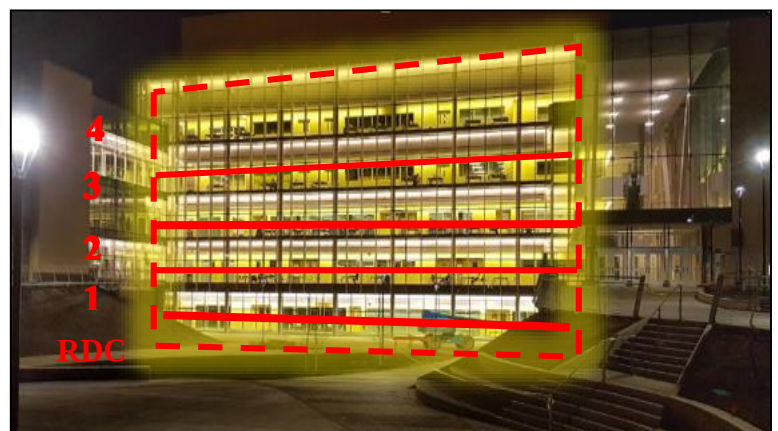


Figure 27 : La volumétrie du projet 01.

Source : Archdaily.com traité par l'auteur

❖ Organisation des espaces :

A - Plan de RDC :

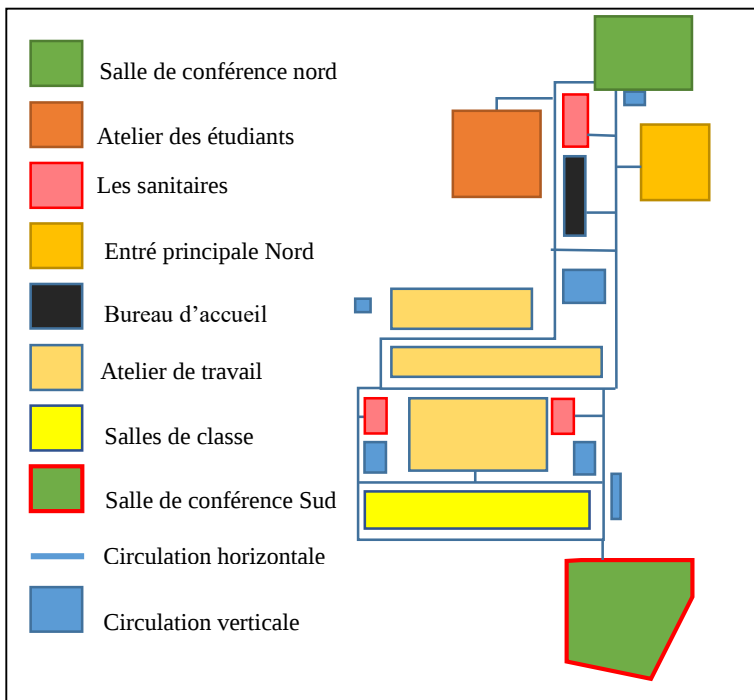


Figure 28 : : organigramme du plan RDC

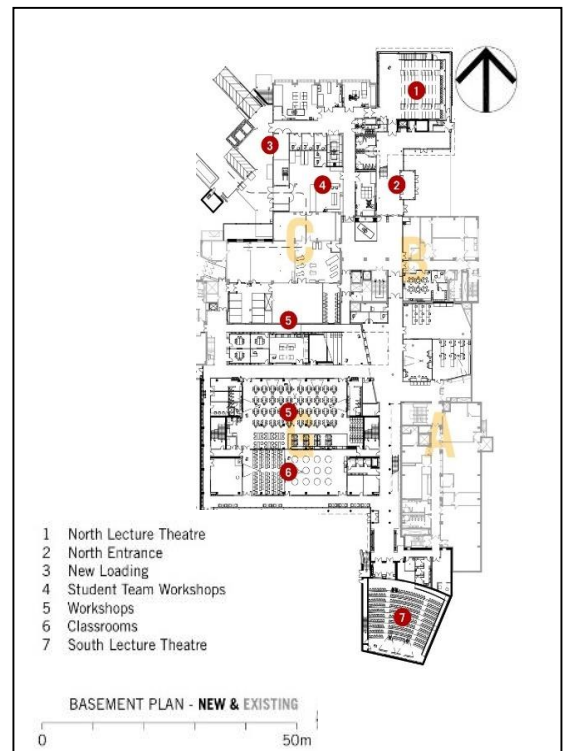


Figure 29 : plan RDC de Schulich School of Engineering Redevelopment and Expansion.

Source : Archdaily.com

Le plan de rez-de-chaussée est composé de deux salles de conférence, des ateliers pour les étudiants, ateliers de travail, et des salles de classe.

- la surface du plan RDC : 6778 m²

- La circulation verticale est assurée par : 5 escaliers et 5 ascenseurs

- La surface de circulation horizontale : 1781m² (26%).

- La hiérarchisation des espaces suit le principe de (privé/ public) et (bruit/ calme)

- La surface des espaces est suffisante pour chaque activité

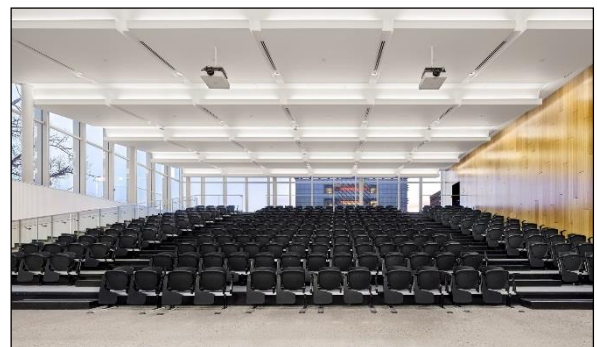


Figure 30 : Vue intérieure de la salle de conférence

Source: Archdaily.com. Par le photographe Ed White.

- La relation entre les espaces dans ce niveau est bonne.
- La circulation verticale est bien positionnée par rapport aux espaces.
- L'amphithéâtre est un espace flexible qui peut accueillir des conférences, un espace d'exposition ou un restaurant.



Figure 31 : Vue intérieure de la salle de classe.

Source: Archdaily.com. Par le photographe Ed White.

B - Plan de 1^{er} étage :

- Le plan de 1^{er} étage contient les services suivants : enseignement, la recherche, repos et relaxation, cafétéria et administration.
- La surface de 1^{er} étage est : 6147 m² avec 1576 m² de circulation.
- Pour atteindre les espaces supérieurs il y a : 3 ascenseurs et 3 escaliers
- La circulation est simple et régulière dans ce niveau.

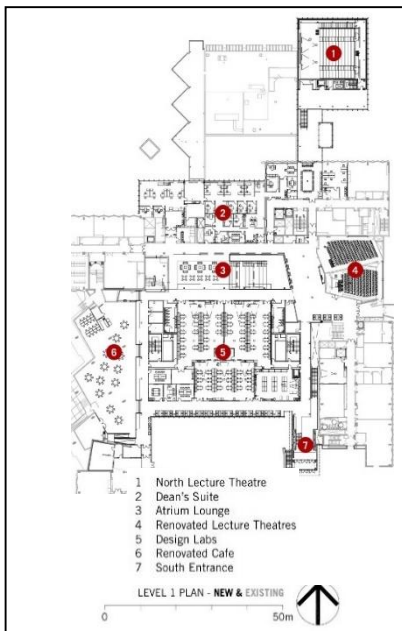


Figure 33 : plan de 1^{er} étage.

Source : Archdaily.com.

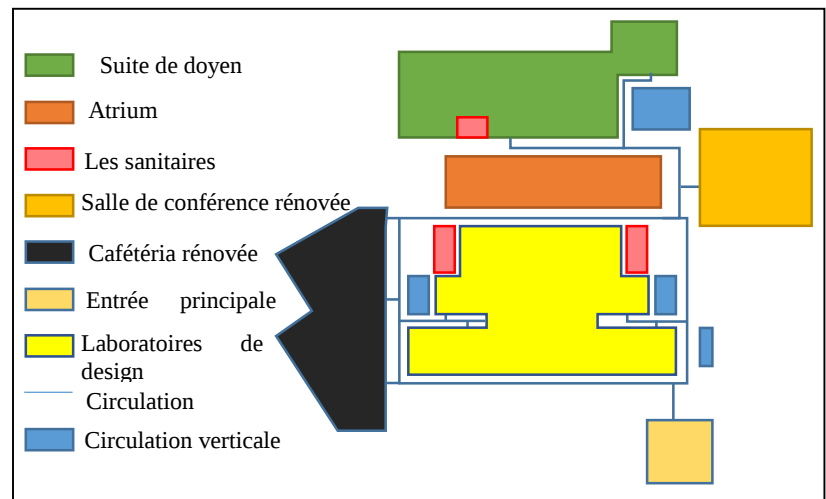


Figure 32 : Organigramme spatial de plan de 1^{er} étage.

Source: auteur

- L'espace central est très grand formant un atrium abrite un espace où tous les acteurs de recherche se reposent et libèrent leurs énergies négatives tout en restant dans le cadre scientifique.



Figure 34 : Vue intérieure l'espace d'atrium de repos.

Source: Archdaily.com. Par le photographe Ed White.

C - Plan de 2^{ème} étage :

- Le plan de 2^{ème} étage contient les espaces suivants : laboratoires, bureaux, salles de classe, salon de repos pour professeurs, et galerie d'exposition.
- La surface de cet étage est : 4100 m² avec 1512 m² de circulation
- La circulation verticale est assurée par : 3 escaliers et 3 ascenseurs
- La présence d'un espace de repos réservé au professeur.
- La hiérarchisation des espaces (bruit-calme)

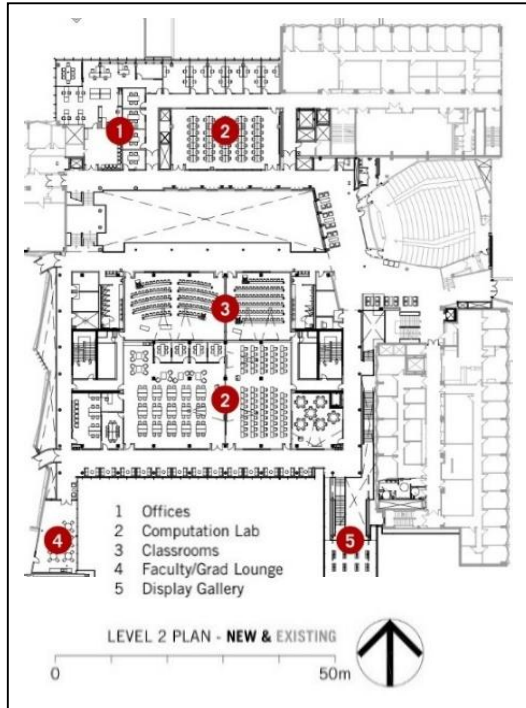


Figure 35 : Plan de 2^{ème} étage.
Source : Archdaily.com.

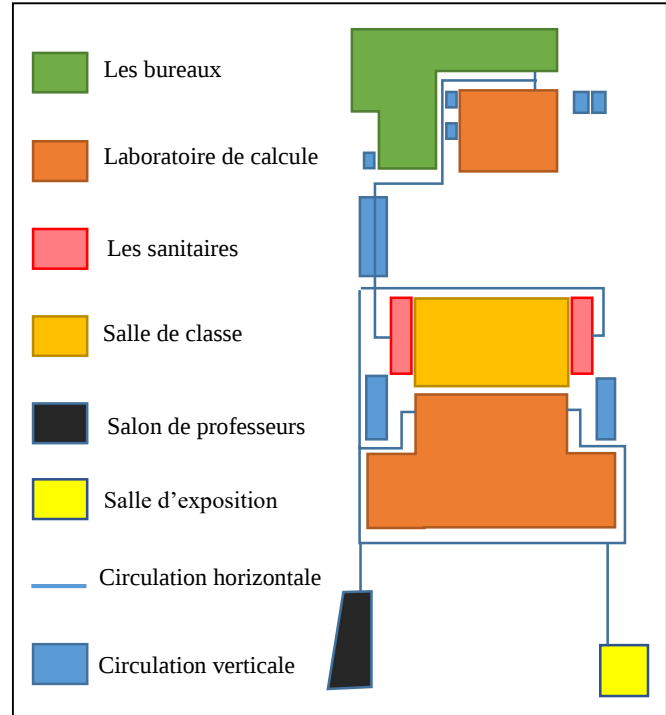


Figure 36 : Organigramme spatial de plan de 2^{ème} étage.
Source : auteur



Figure 37 : Vue intérieur de quelques espaces
Source: Archdaily.com. Par le photographe Ed White.

D - Plan de 3^{ème} étage :

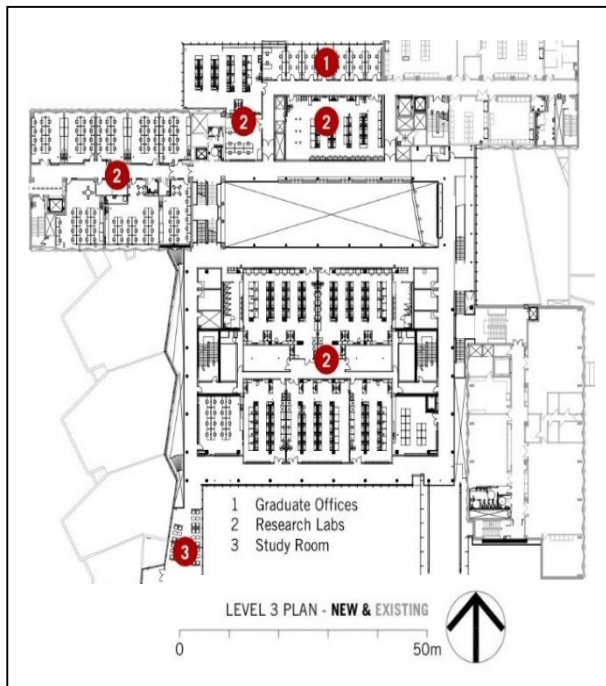


Figure 39 : Plan de 3^{ème} étage de l'exemple 01.

Source: Archdaily.com..

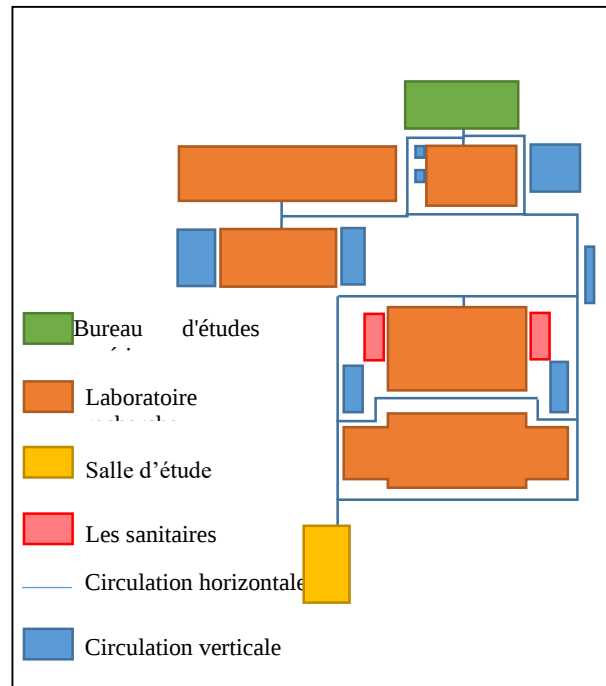


Figure 38 : Organigramme spatial de plan de 3^{ème} étage de l'exemple 01.

Source : auteur.

- Le plan de 3^{ème} étage est composé des espaces suivants : bureau d'étude supérieur, laboratoire de recherche, et salle d'étude.
- La surface d'étage : 1470 m² dont 438 m² réservée à la circulation horizontale.
- La circulation verticale : 3 ascenseurs et 6 escaliers.
- L'étage est réservé juste à la recherche scientifique (espace trop calme).

E - Plan de 4^{ème} étage :

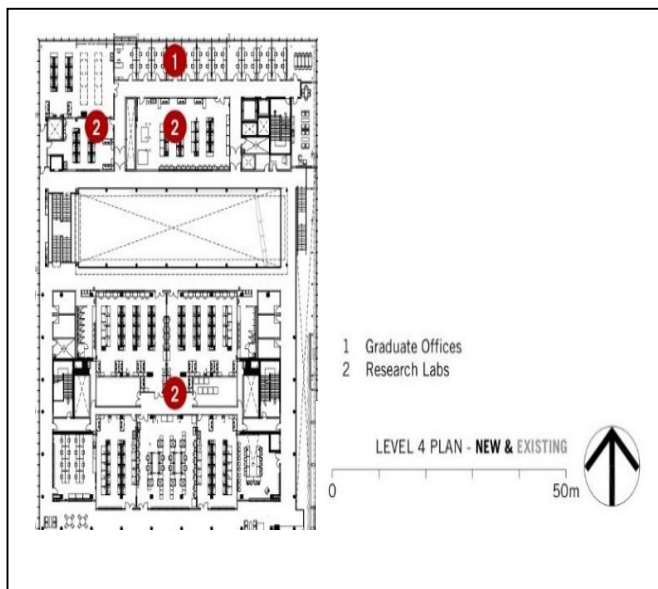


Figure 40 : Plan de 4^{ème} étage.

Source: Archdaily.com..

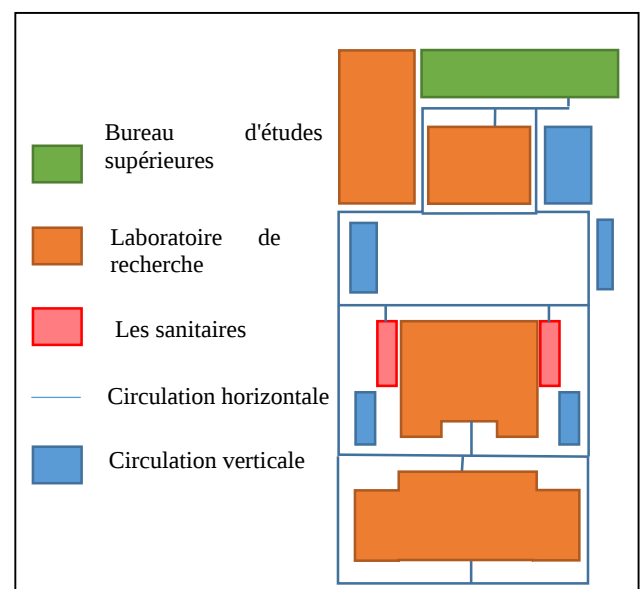


Figure 41 : Organigramme spatial de plan de 4^{ème} étage.

Source : auteur.

- Le plan de 4eme étage est composé des espaces purement scientifiques : bureaux d'étude supérieure, laboratoire de recherche
- La surface de l'étage : 4480 m² avec 1497m² de circulation horizontale.
- La circulation est sous forme : 3 ascenseurs et 5 escaliers.
- L'étage préserve pour la recherche scientifique sans aucune activité supplémentaire



Figure 42 : Vue intérieure de laboratoire de recherche.
Source : Archdaily.com

3.2.3. ASPECTS LIEES A LA DURABILITE :

A. Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

Le projet est implanté dans un environnement calme, entouré par des équipements d'enseignement supérieur et de recherche (Campus).

Une bonne orientation selon axe Est/Ouest donc les deux façades nord et sud sont les plus longues.

L'utilisation de vitrage va renforcer la relation directe entre intérieur extérieur.



Figure 43 : plan d'implantation exemple 01
Source : video Youtube traité par l'auteur

B. Matériaux :

- Les matériaux utilisés sont des matériaux recyclables : bois – verre – acier

C. Système de construction :

- Structure métallique, contreventement et ossature poteau poutre



Figure 44 : vue extérieure exemple 01.
Source : Archdaily.com par le photographe

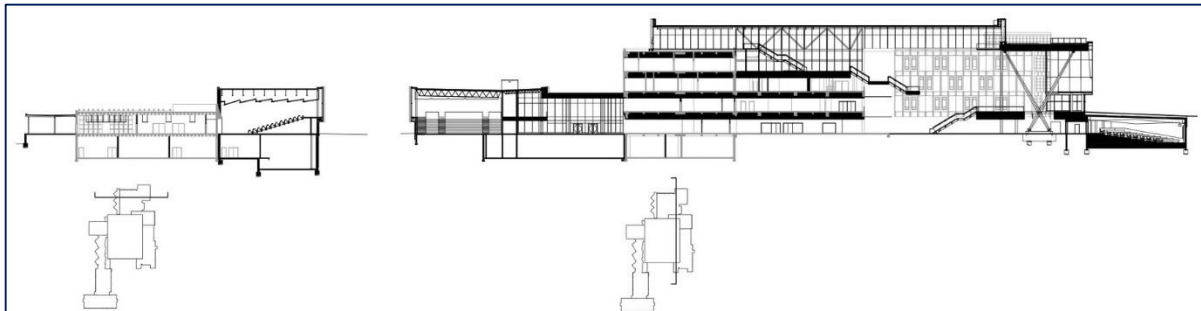


Figure 45 : coupe montrant le système constructif
Source : Archdaily.com

D. Confort hygrothermique :

- L'utilisation du toit végétalisé pour réduire le gain thermique par les toits.
- Les espaces verts pour créer un micro climat rafraichissant, pour le projet.
- Bâtiment, dont la majeure partie est vitrée, comporte un produit qui s'assombrit en fonction de l'intensité du soleil.
- L'utilisation de brise soleil interne.
- Des fenêtres en saillantes orientées de manière favoriser ou minimiser le gain thermique.

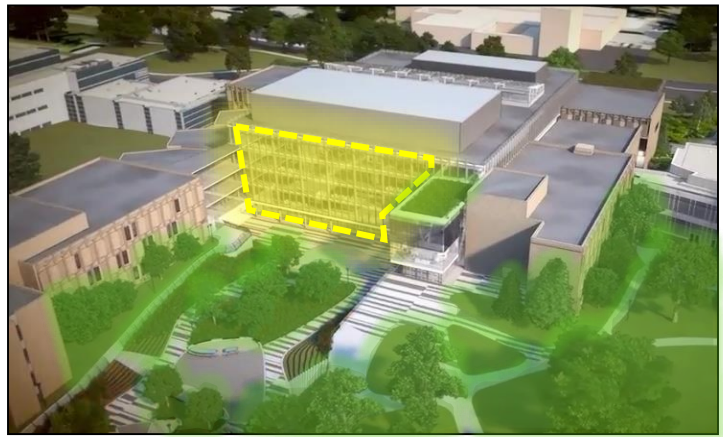


Figure 46 : vue extérieure montrant les espaces verts, le toit jardin et la façade vitrée

Source : video Youtube traité par l'auteur

E. Confort acoustique :

- L'utilisation des panneaux acoustiques réfléchissants dans les amphithéâtres.

F. Confort visuel :

- La transparence anime le projet de l'extérieur permettant un bon éclairage naturel des espaces.
- Pendant la nuit la façade est animée par un jeu de lumière.
- Des fenêtres en saillantes orientées vers le - Sud-Est pour capter et éviter les rayons solaires défavorables pendant la journée.
- La position des espaces de recherches et d'enseignement dans le plan, donne vue vers l'extérieur sur les espaces vert ou sur l'atrium de l'intérieur (voir figure :48)
- La couleur claire envahit le projet pour une réflexion maximale de lumière du jour.
- L'existence de l'atrium permet un éclairage zénithal naturel.
- La lumière pénétrant l'atrium se baigne sur des sièges en couleurs vives en forme de X et d'O



Figure 47 : Vue intérieure de l'amphithéâtre.

Source : video Youtube traité par l'auteur

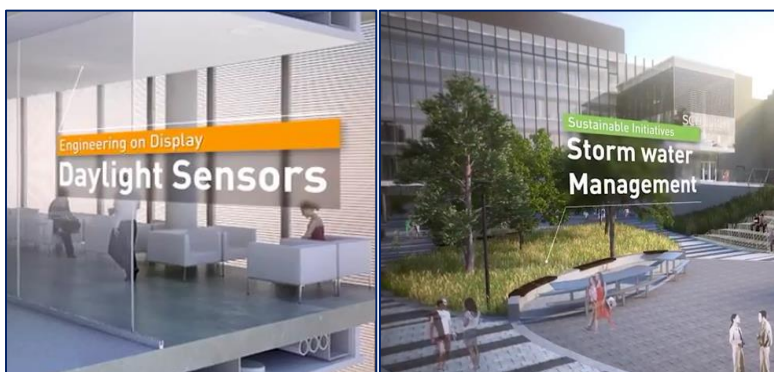


Figure 49 : Vues intérieurs simulées

Source : YouTube Schulich School of Engineering Renovations Fly

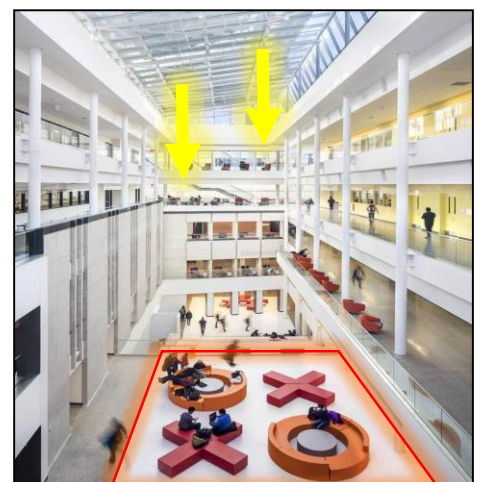


Figure 48 : vue intérieure de l'atrium.

Source : Archdaily.com.

G. Gestion de de l'eau :

- Récupération des eaux pluviales et ceux usées pour l'arrosage des espaces vert.

3.3.EXEMPLE 02 : CENTRE DE RECHERCHE DE SCIENCE AVANCÉE DE CUNY- NEW UNIVERSITÉ NEW YORK

3.3.1. Présentation de projet :

Fiche technique de projet

Architect : Flad Architect

Surface : 399460 m²

Date de réalisation : 2014

Style architectural : moderne

Capacité d'accueil : 2550 chercheurs

Rayonnement : national

Gabarit : R+5

Climat : un climat continental, avec des hivers froids et des étés chauds, La température moyenne en janvier est de 0,5 °C, celle de juillet est de 24,5 °C, Précipitations 1.200 mm par an.



Figure 50 : centre de recherche science avancé Cuny

Source : Archdaily.com.

3.3.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

❖ Plan de Situation :

Le projet est situé dans un milieu urbain, dans le Côté Est de la ville de New York.

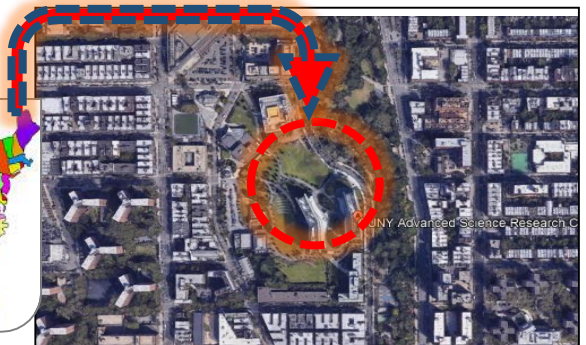


Figure 51 : situation centre de recherche science avancé Cuny

Source : Google Maps

❖ Plan de masse :

La hiérarchie des accessibilités commence par la route Principale, ensuite la route secondaire, en arrivant au parking de stationnement pour les véhicules.

Route principale	
Route secondaire	
Parking	

❖ Accès et accessibilité :

Voie principale Entrée principale

voie secondaire Entrée secondaire

voie tertiaire



Figure 52 : centre de recherche science avancé Cuny

Source : Google Maps



Figure 53 : Entrée secondaire d'office

Source : Archdaily.com.



Figure 54 : Entrée secondaire de cafétéria

Source : Archdaily.com.

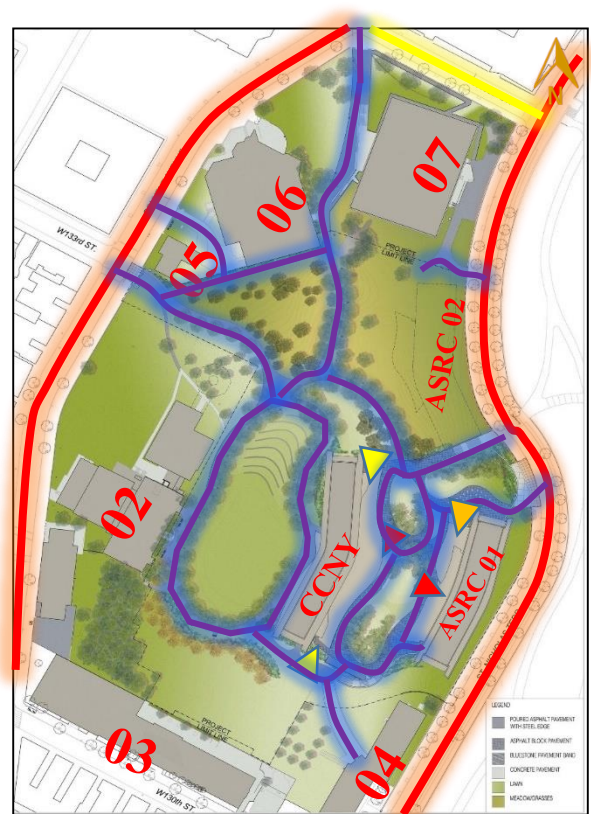


Figure 55 : plan masse du centre de recherche science avancé Cuny

Source : Archdaily.com.

Bâti	Non bâti
1- le projet (CCNY + ASRC 01et02)	- les espaces verts.
2-biologie structurale.	-les espaces de regroupement.
3- école publique.	
4- résidence universitaire	
5- centre de jour	
6-Aaron David Hall	
7- La construction de l'histoire	

❖ Occupation de la parcelle :

Le projet est composé de deux bâtiments, séparés par des espaces verts et des espaces de regroupement, le parking est situé à la proximité de site.

	Bâtiments
	Espaces verts
	Parking



Figure 56 : Entrée principale bâtiment 02

Source : Archdaily.com.



Figure 57 : bâti et non bâti exemple2

Source : Archdaily.com.

❖ Volumétrie de projet :

La volumétrie, simple et compacte, répartie entre deux barres organiques séparées, chaque barre est composée d'une dégradation des volumes emboîtés. Chaque volume abrite une fonction.

-Gabarit R+4

❖ Organisation des espaces :

Le centre de recherche est composé de deux bâtiments :

- Centre de recherche avancée.
- Centre d'innovation avec un espace vert central

➤ Bâtiment 01 centre de recherche (ASRC) :

Tiendrait compte des recherches avancées dans les domaines de : la biologie structurale, la nanotechnologie, la photonique, les neurosciences, Biocapteurs et télédétection. La conception comprend des laboratoires ouverts flexibles soutenus par **une organisation d'équipement** linéaire.

➤ Bâtiment 02 Centre d'innovation (CCNY) :

La conception du bâtiment est organisée suivant deux départements, y compris :

- Nanomatériaux, Spectroscopie, Photonique Environnementale science, Biologie structurale, Biochimie et biophysique, Biologie du cancer et Bio-Organique Biologie cellulaire et moléculaire, Immunologie, Écologie et évolution, et neurobiologie.

❖ Plan de RDC :

Organigramme fonctionnel :

N	Espace	Fonction	Surface
01	Laboratoire	Recherche	1380m ²
02	Bureaux	Recherche	670m ²
03	Cafétéria	Service	596.6m ²
04	Auditorium	Service	680m ²
05	Salon	Service	260m ²
06	S. conférence	Service	280m ²
07	Hall d'entrée	Accueil	340m ²
08	Stockage de matériel	Stockage	250m ²

Organigramme spatial :

- Un bon fonctionnement dans ce niveau ;

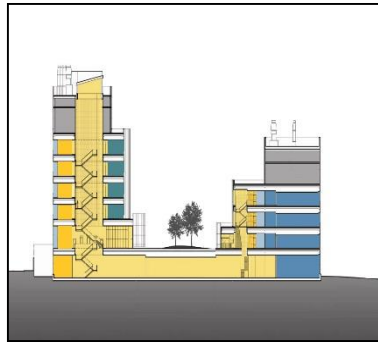


Figure 59 : coupe exemple 2
Source : Archdaily.com.

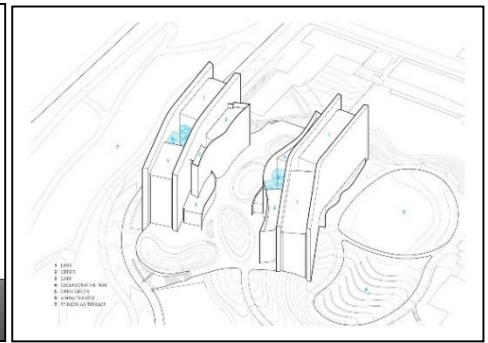


Figure 58 : Volumétrie exemple 2
Source : Archdaily.com.



Figure 60 : les deux bâtiments de C.R
Source : Archdaily.com.



Figure 61 : plan de RDC exemple 2
Source : Archdaily.com.

- La relation entre les espaces est bonne ;
- La Hiérarchisation des espaces ;
- La surface des espaces est suffisante pour chaque fonction ;
- La circulation horizontale est très claire large et linière ;
- La circulation verticale est bien positionnée.

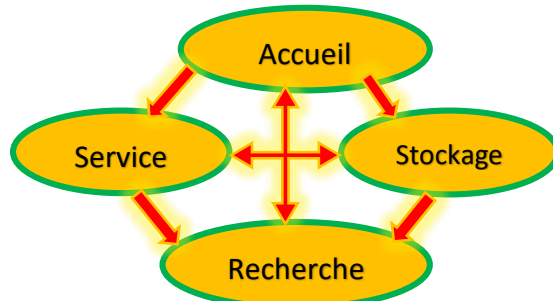


Figure 62 : les entités RDC de centre de recherche science avancé Cuny

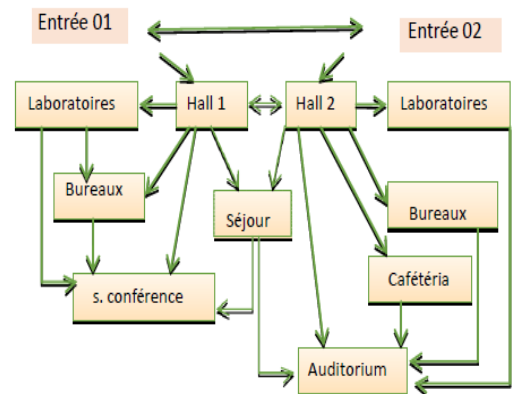


Figure 63 : organigramme spatial RDC de centre de recherche science avancé Cuny



Figure 64 : des vues intérieures de RDC centre de recherche science avancé Cuny

Source : Archdaily.com.

Plan d'Etage courant (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}) :

	Espace	Fonction	Surface
01	Laboratoire	Recherche	1910.5m ²
02	Bureaux	Recherche	670m ²
05	Séjour	Service	260m ²
06	Salle de conférence	Service	280m ²
07	Hall	Circulation	200m ²

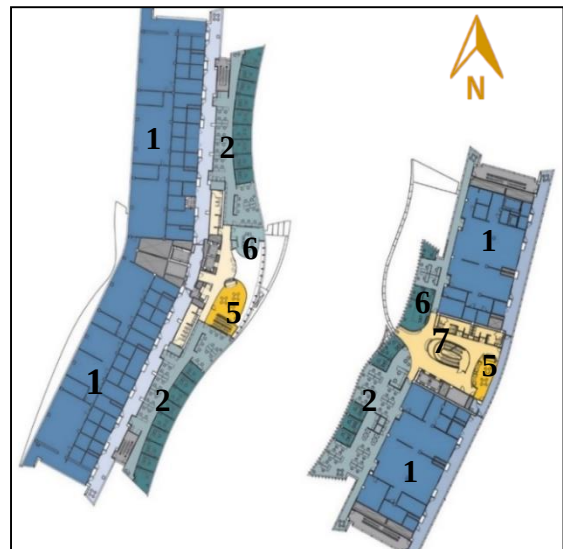


Figure 65 : Plan d'Etage courant (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème})

Source : Archdaily.com.

• Organigramme spatial :

- La relation et le fonctionnement entre les espaces sont bons.
- La circulation verticale est présentée sous forme de 3 escaliers dans chaque bâtiment et 4 ascenseurs dans le bâtiment 01 (ASRC) et 2 ascenseurs dans le bâtiment 02 (CUNY).

- Les espaces les plus importants sont les laboratoires.
- Les étages (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}) Sont des étages courants, où on trouve la même fonction et le même service.
- La facilité de circulation horizontale et verticale.

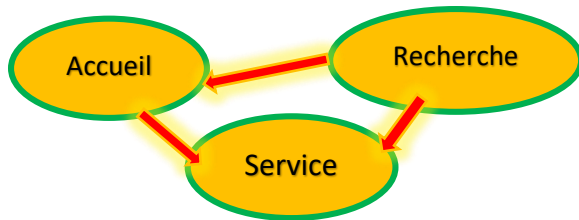


Figure 67 : les entités étages courants exemple2

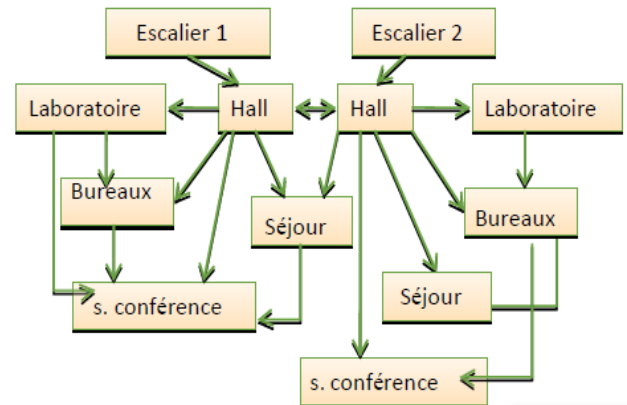


Figure 66 : organigramme spatial étages courants exemple2



Figure 68 : vues intérieures étages courants exemple 2

Source : Archdaily.com.

❖ Façades :

Les Façades vitrées avec des éléments de structure verticaux comme traitement des façades linéaires. Les façades Est et Ouest sont équipées de protections solaires à plaques verticales mobiles.



Figure 69 : vues extérieures des façades exemple 2

Source : Archdaily.com.

3.3.3. Aspects liés à la durabilité :

A. Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

- Le projet est un bâtiment intégré dans un milieu urbain, à proximité d'une ceinture verte (petite forêt).
- L'orientation de projet vers sud-ouest.
- Le projet est implanté dans un terrain plat.
- L'utilisation de la transparence pour créer la relation directe avec l'extérieur (façades vitrées).

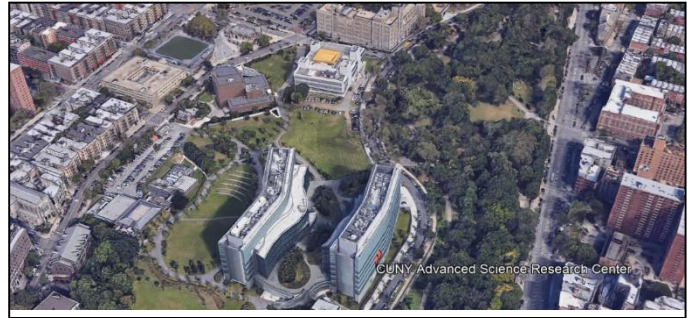


Figure 70 : environnement de l'exemple2

Source : Archdaily.com.

B. Matériaux de construction :

Utilisation des matériaux recyclables comme :

- Verre de la manche (Channel Glass)
- acier
- Aluminium



Figure 71 : vues extérieures du centre de recherche science avancé Cuny

Source : Archdaily.com.

• Caractéristiques de verre (Channel Glass) :

- diffuse la lumière et réduit les reflets
- Grandes portées
- Éléance
- Polyvalence
- Performances thermiques
- Performance acoustique
- Léger.

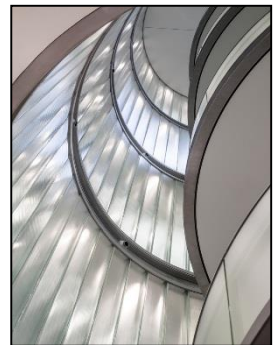


Figure 72 : Matériaux de construction exemple2

Source : Archdaily.com.

- Bois ———
- Béton ———
- Plâtre1 ———

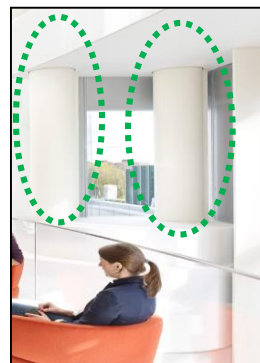
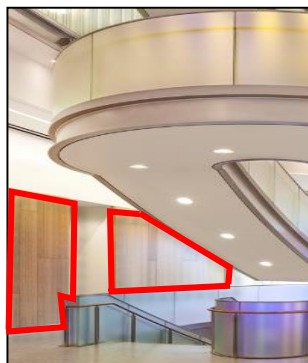


Figure 73 : Matériaux de construction exemple2

Source : Archdaily.com.

C. Système constructif :

Une structure métallique. Le projet comprend plus de 5000 tonnes d'acier avec de nombreuses géométries complexes

D. Gestion de l'énergie :

- le type de vitrage utilisé (Channel Glass) donne des Performances thermiques (applications intérieures et extérieures légères et éco énergétiques).

- profiter l'éclairage naturel à travers le vitrage (façades vitré).

E. Confort thermique :

- création des espaces verts (jardin au milieu de projet, pour un micro climat idéal et une ceinture verte, groupe des arbres comme un écran végétale.

- L'utilisation des serres (Channel Glass) dans les façades.

- Forme compacte.



Figure 74 : système constructif exemple2

Source : Archdaily.com.



Figure 75 : Channel Glass à l'exemple2

Source : Archdaily.com.



Figure 77 : vue extérieure du centre de recherche science avancé Cuny

Source : Archdaily.com.



Figure 76 : jardin au milieu du centre de recherche science avancé Cuny

Source : Archdaily.com.

F. Confort visuel :

Le type de vitrage utilisé permet la pénétration de la lumière naturelle.

- Lumière du jour : diffuse la lumière et réduit les reflets.

- Élégance : coins de verre à verre et courbes serpentine avec une lumière douce et uniforme.

- Utilisation des couleurs claires

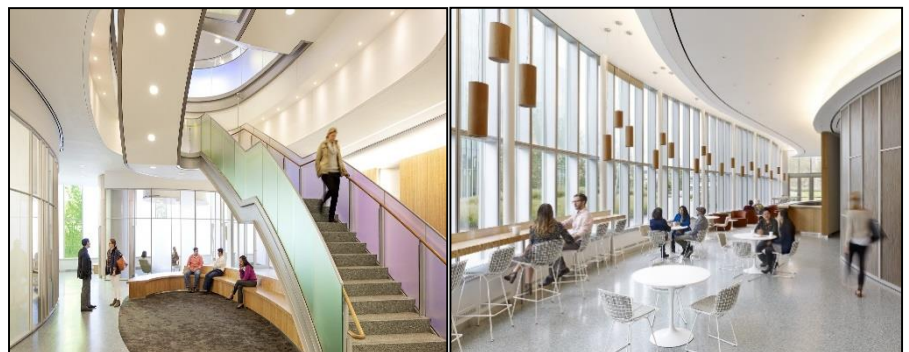


Figure 78 : la lumière naturelle à travers les façades vitrées exemple 02

Source : Archdaily.com.

- Eclairage artificiel pour assurer le confort visuel dans les espaces. Le besoin de confort visuel étudié (salle de conférence, hall ...)

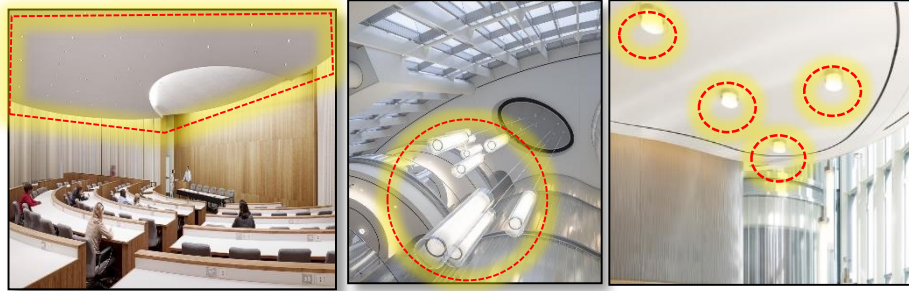


Figure 79 : la lumière artificielle

Source : Archdaily.com.

G. Confort acoustique :

- Le type de vitrage utilisé à une Performance acoustique.
- utilisation des plaques de bois comme un revêtement dans l'arrière cène, elles donnent des caractéristiques acoustiques efficaces (réflexion de son)
- utilisation des plaques de PVC comme un revêtement sur les murs, elles reflètent le son



Figure 81 : verre de la manche

Source : Archdaily.com.

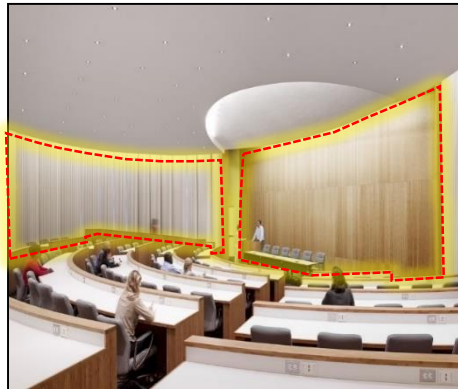


Figure 80 : isolant en bois et isolant en pvc

Source : Archdaily.com.

H. Les techniques actives :

• Sécurité :

-La présence des caméras de surveillance.

- utilisation un type de vitrage anti rayons, pour avoir une vision de l'intérieur en cas de d'urgence (évanouissement)

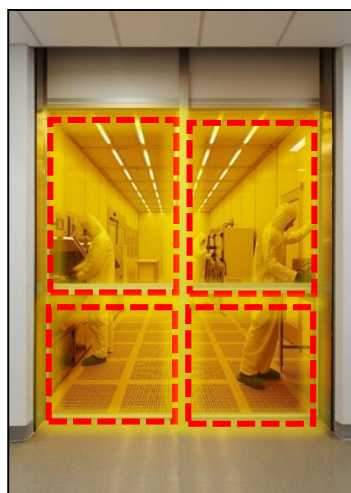


Figure 83 : verre de la manche

Source : Archdaily.com.

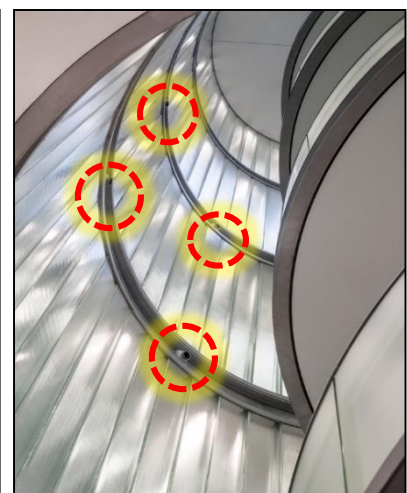


Figure 82 : caméras de surveillance

Source : Archdaily.com.

3.4.EXEMPLE 03 : CENTRE POUR LES TECHNOLOGIES ÉNERGÉTIQUES DURABLES:

3.4.1. Présentation du projet :

- **Projet** : Centre des énergies durables
- **Situation** : Ningbo, Zhejiang, Chine
- **Surface** : 1300 m²
- **Date de réalisation** : 2008
- **Gabarit** : R+5
- **Climat** : Climat continental
- **Architecte** : Mario Cucinella Architects

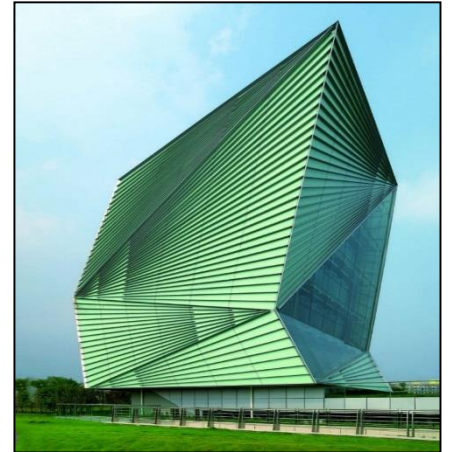


Figure 84 : Centre des énergies durables
Source : Archdaily.com.

Le micro climat

- Taux d'humidité élevé
- Une vitesse de vent importante
- Température en hiver froide, chaude en été
- L'existence d'un lac d'eau

Les vents dominants

Du côté Sud et Nord

L'orientation sud

Les dispositifs de durabilités appliquées

Les éoliennes	Panneaux photovoltaïques
panneaux de chauffage solaire	La façade ventilée double peau en verre

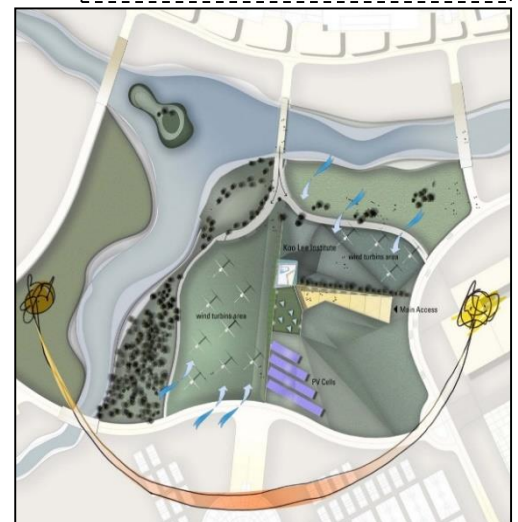


Figure 85 : centre de recherche science avancé Cuny
Source : Archdaily.com.

3.4.2. Stratégies utilisées :

La stratégie du chaud :

Un system hybride

- Espace tampon → Espace ventilé
- Angel solaire augmente
- Façade inclinée pour minimiser la pénétration directe des rayons solaires
- Le puits canadien produit de l'air froid en passant par la pompe de chaleur
- Les espaces verts minimisent le Transfer de chaleur
- elle joue un rôle de filtre pour lutter contre le vent de sable

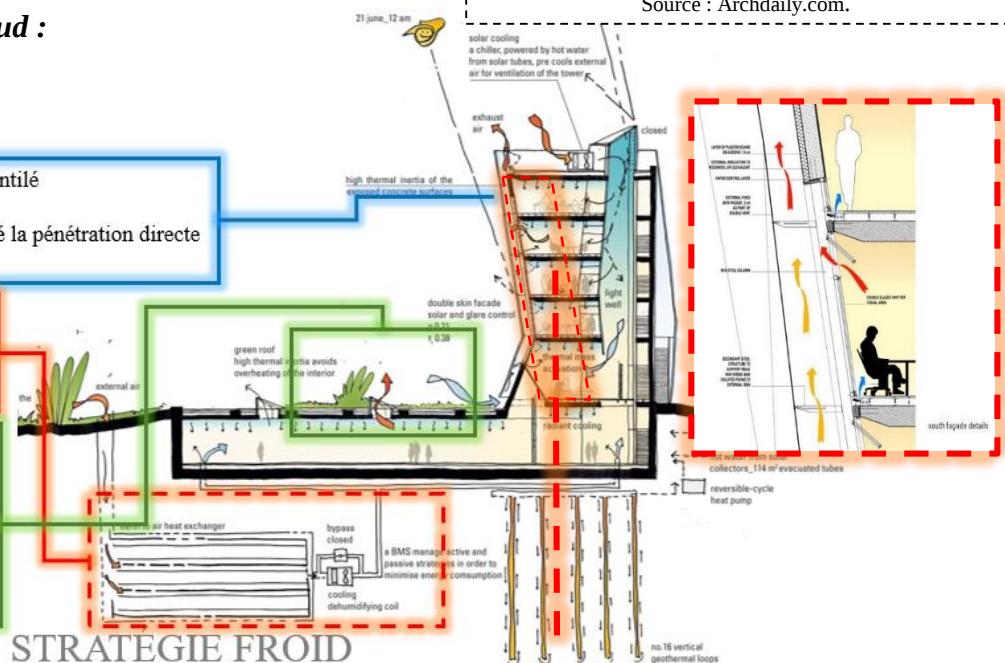
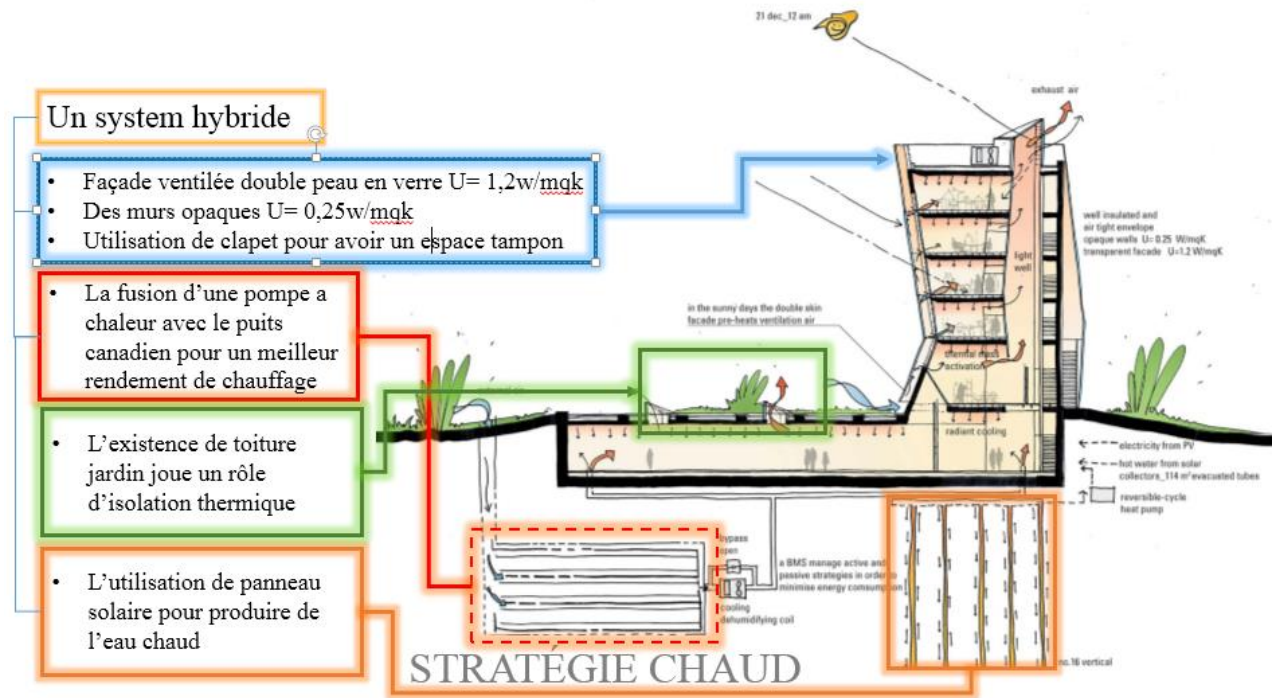


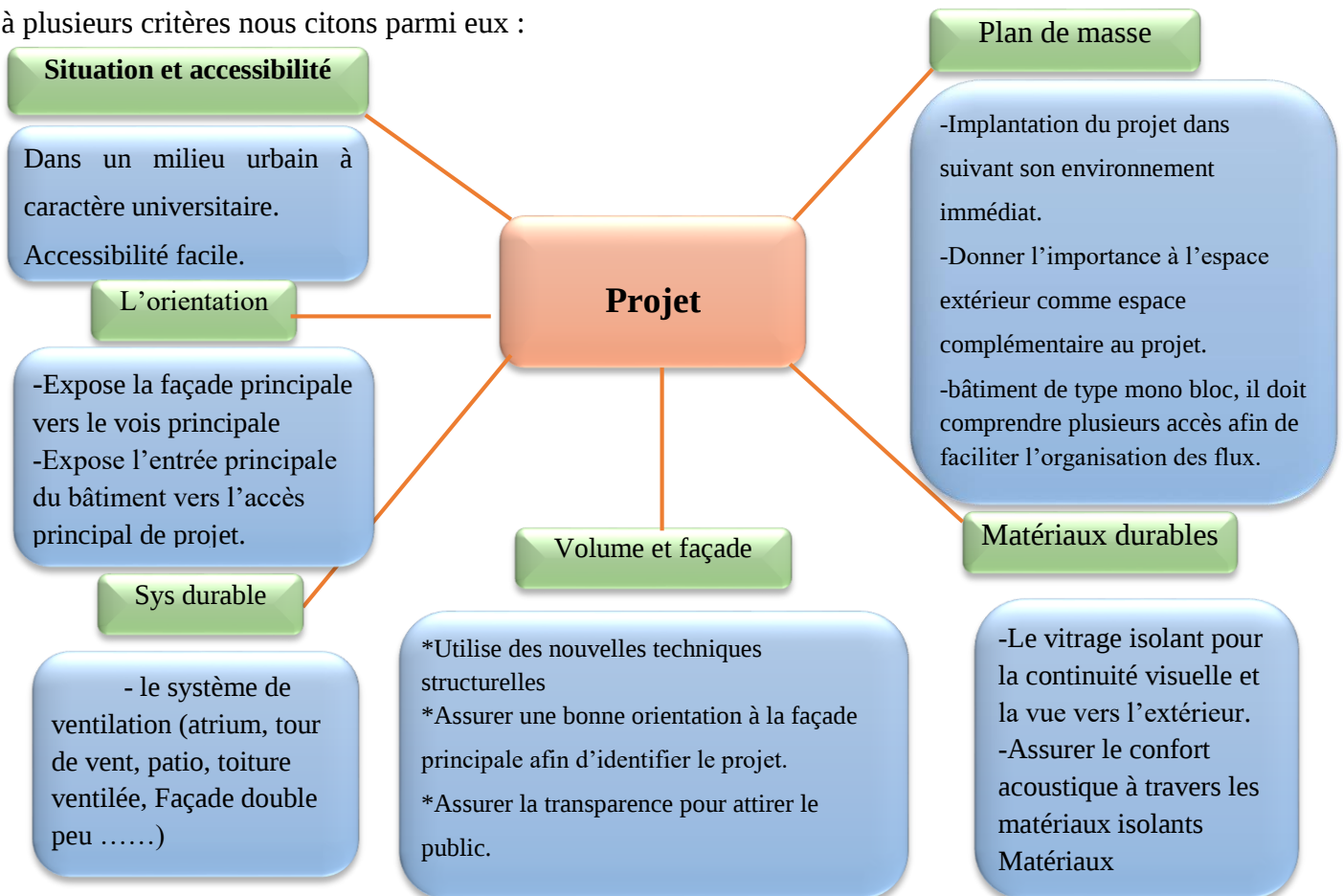
Figure 86 : stratégie du chaud

La stratégie du froid :



SYNTHÈSE :

À travers l'analyse des exemples précédents, on constate qu'un laboratoire de recherche doit répondre à plusieurs critères nous citons parmi eux :



4. Chapitre Analyse Contextuelle et Programmation

4.1.ANALYSE CONTEXTUELLE :

Le contexte de site exerce une influence sur la forme du projet. Cette influence est transmise à travers une multitude de vecteurs. La situation géographique d'un projet peut être déterminante dans la formalisation de l'idée.

4.1.1. PRÉSENTATION DE LA VILLE :

❖ Situation géographique :

Laghouat est une ville d'Algérie située dans le Nord du Sahara, au pied de l'Atlas saharien. Elle se trouve à 410 km au sud d'Alger et à 764 m d'altitude.

❖ Situation astronomique :

Ville de Laghouat a un 750m d'altitude et une l'altitude de 32°55° et une longitude de 2°30°.

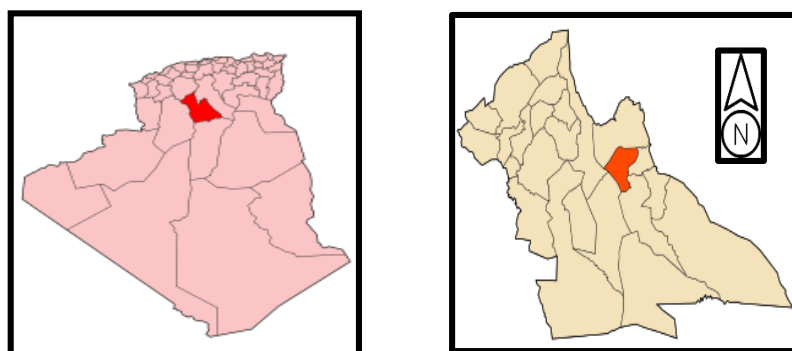


Figure 88 : Localisation de la ville de Laghouat

Source : Algerie-Monde.com

❖ Limites de la ville :

- Au nord : la commune de Sidi Makhloof
- Au sud-ouest : la commune de d'el kheng
- A l'est : la commune d'el Ellassafia
- A l'ouest : la commune de de Mkhareg

❖ Accessibilité :

Accessibilité routière :

- La route nationale N° 01
- La route nationale N° 23

Accessibilité aérienne :

- Il y a un aéroport à 14 KM au sud de la ville



Figure 89 : accessibilité de la ville de Laghouat

Source : Archdaily.com.

❖ Structure urbaine :

La majorité des voies Et nœuds majeurs se trouvent sur et à proximité de RN1.

Les voies :

- Voie principale la RN1
- Voies secondaires

Les nœuds :

-  Les nœuds majeurs.
-  Les nœuds mineurs.
-  Les nœuds d'accès

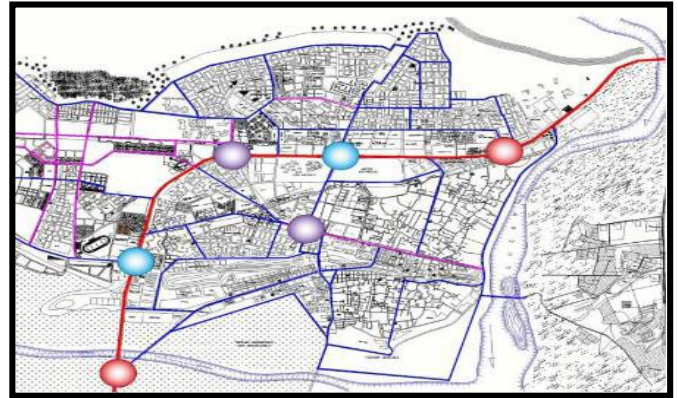


Figure 90 : Schéma des voies et des nœuds.
Source : (P.D.A.U) de Laghouat révision 2008

4.1.2. Différentes phases de développement de la ville :

La ville de Laghouat a connu plusieurs phases de développement urbain.

- **La 1^{ère} phase :** l'ancienne ville.
- **La 2^{ème} phase :** les lotissements et les Z.H.U.N 01 et Z.H.U.N 02. Après le dédoublement de la ville par un axe structurant RN01.
- **La 3^{ème} phase :** lotissements de l'OASIS NORD. Des nouveaux quartiers.
- **La 4^{ème} phase :** l'extension vers l'Ouest et l'apparition des nouveaux lotissements tels que WEAM.
- **La 5^{ème} phase :** future extension.

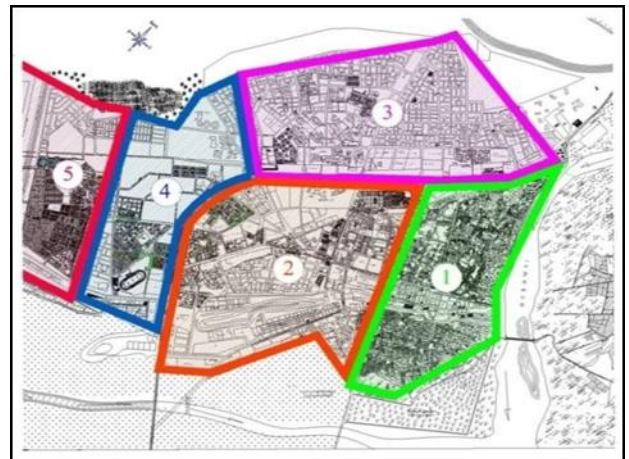


Figure 91: Les différentes phases de développement urbain de la ville.
Source : (P.D.A. U) de Laghouat révision 2008

4.2.L'ANALYSE CLIMATIQUE :

Sur le territoire algérien quatre zones climatiques sont distinguées (A,B,C et D). La zone concernée par notre étude se trouve dans la zone D appelée la zone pré de Sahara ; et le Sahara est caractérisé par : la précipitation ne dépasse pas les 111.5 mm

- ❖ Le mois le plus arrosé est avril avec 28.mm
- ❖ Le mois le plus sec est Juillet avec 5mm

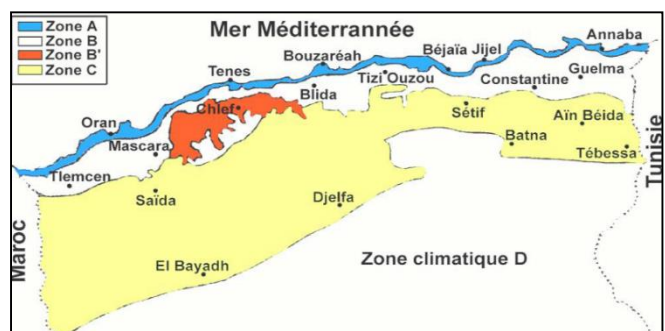


Figure 92: carte de zone climatique
Source : www.mem-algeria.or

4.2.1. 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.

Le soleil dominant a un impact majeur sur le climat surtout, avec ses aspects thermiques, énergétiques et lumineux. Selon les données, 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%.

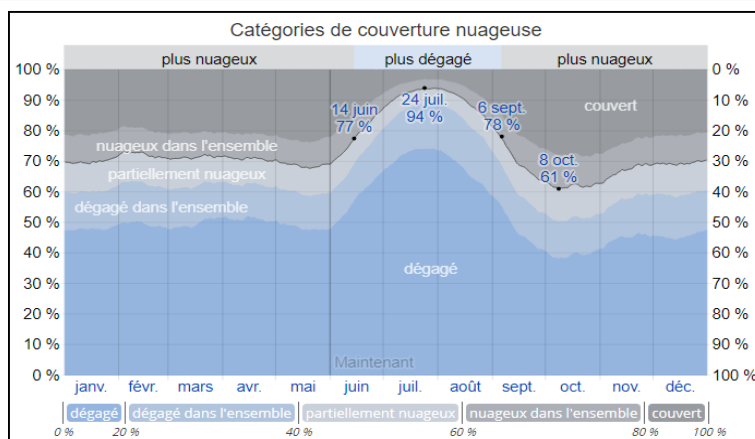


Figure 93: Fréquence des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux

Source : www.satel-light.com

4.2.2. Température :

Le mois le plus chaud : juillet 39°

Le mois le plus froide : janvier 2°

La saison très chaude dure 3,0 mois, du 10 juin au 10 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 34 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 18 juillet, avec une température moyenne maximale de 39 °C et minimale de 24 °C.

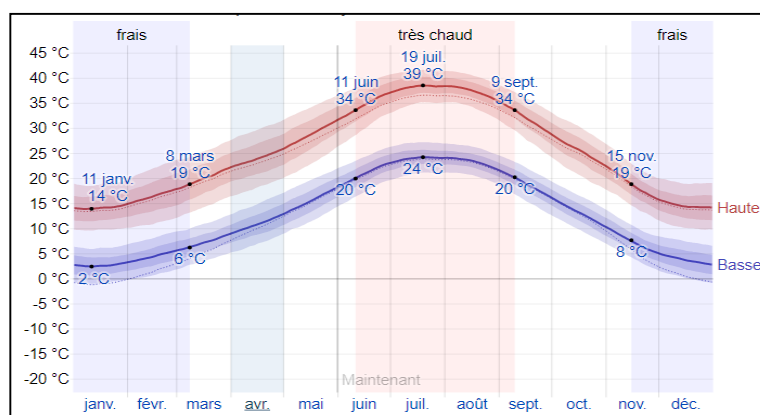


Figure 94: graphe de température de la ville de Laghouat en 2018

Source : www.weatherspark.com

La saison fraîche dure 3,8 mois, du 15 novembre au 8 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 19 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 11 janvier, avec une température moyenne minimale de 2 °C et maximale de 14 °C

4.2.3. Précipitation :

Les précipitations sont en moyenne de 176 mm.

La période pluvieuse de l'année dure 1,4 mois, du 10 septembre au 23 octobre, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres sur une période glissante de 31 jours. La plus grande accumulation de pluie a lieu au cours des 31 jours centrés aux alentours du 29 septembre, avec une accumulation totale moyenne de 16 millimètres.

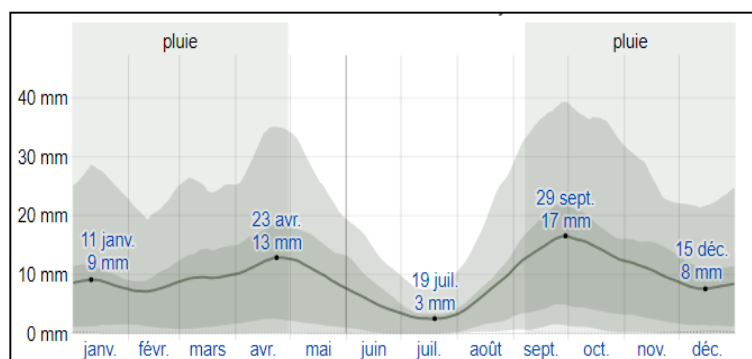


Figure 95: graphe de précipitation de la ville de Laghouat en 2018

Source : www.meteoblue.com

La période sèche de l'année dure 11 mois, du 23 octobre au 10 septembre. La plus petite accumulation de pluie a lieu aux alentours du 16 juillet, avec une accumulation totale moyenne de 2 mm.

4.2.4. Humidité relative :

Le plus haut taux d'humidité (69%) pendant le mois de décembre et janvier et le plus bas (26%) pendant les mois de juillet.

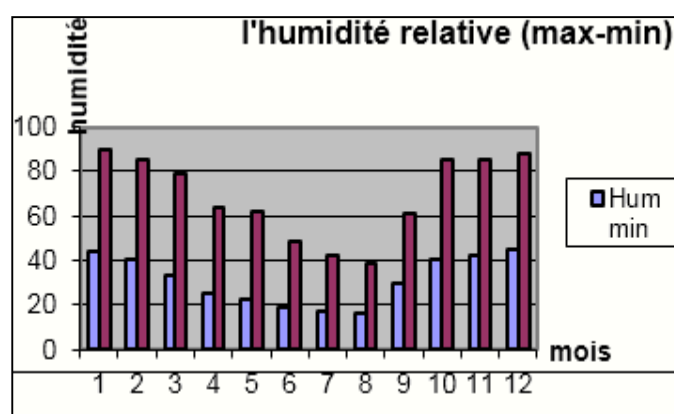


Figure 96: Diagramme de l'humidité
Source : www.satell-light.com

4.2.5. Vents :

Les vents dominants à Laghouat soufflent de nord-ouest

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.

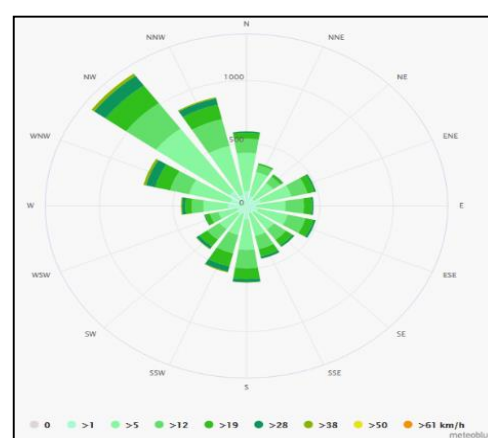


Figure 97: Diagramme de l'humidité
Source : www.satell-light.com

4.2.6. DIAGRAMME DE GIVONI :

La lecture du diagramme de GIVONI permet d'établir les recommandations

Suivantes pour la ville de Laghouat :

- un système actif est nécessaire les mois d'en hiver Décembre, Janvier et Février et en été juillet, Aout.

- un système passif (utilisation de l'énergie solaire sans utilisation d'équipements spécifiques, la chaleur est captée, stockée et restituée, via les

ouvertures et les murs) est nécessaire les mois de Novembre, Décembre, Janvier et Février, Mars et Avril pour minimiser la consommation d'énergie.

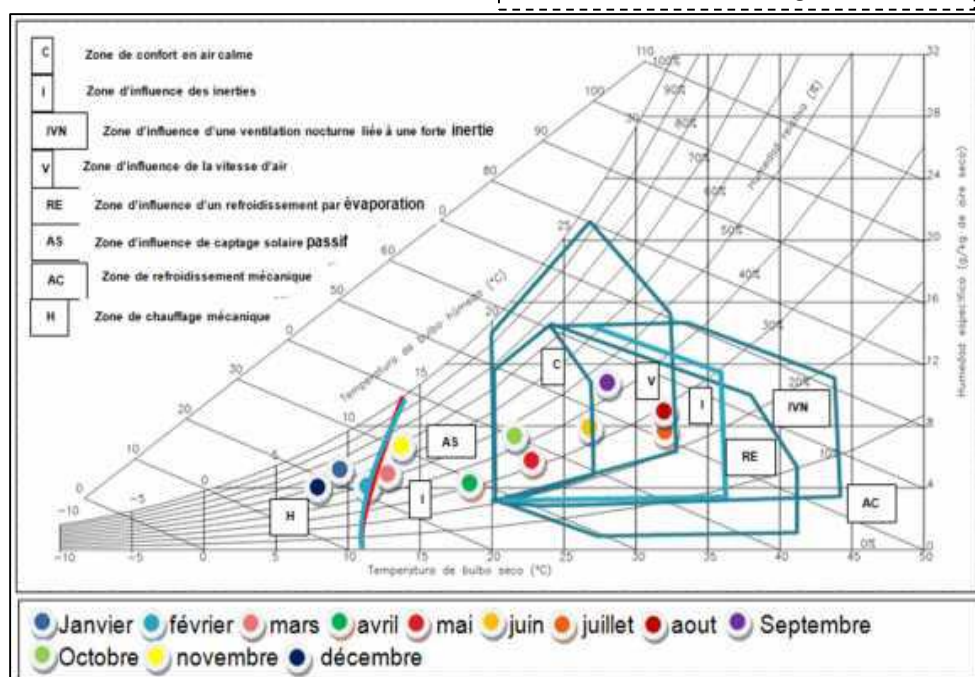


Figure 98: Diagramme psychrométrique du Givoni de la zone de Laghouat.
Source : mémoire magistère

- Les gains internes suffisent pour atteindre le confort, donc le chauffage n'est pas nécessaire durant le mois d'Octobre, Novembre, Avril et Mai.

- Période de confort durant laquelle ni le chauffage ni climatisation ne sont nécessaires : Mars, septembre et Octobre.

- Pendant la période d'été, qui correspond aux mois de Juin, Juillet, Août, Septembre, on a recours à la masse thermique et au refroidissement par évaporation, associé à une ventilation nocturne, ce sont les stratégies recommandées pour la zone de surchauffe afin de réintégrer le confort d'été.

4.3. ANALYSE DE SITE :

4.3.1. Motivation de choix du site :

Le site est inscrit dans le pos 18 de la ville qui représente la nouvelle extension, à l'intérieur du nouveau pôle universitaire il a été déjà programmé à accueillir un laboratoire de recherche.

Ce choix permet de :

- Donner l'importance au nouveau pôle, et l'université, ainsi que la ville de Laghouat.
- Coordonner l'élaboration entre les autres établissements de recherche entre les universités et les établissements de recherche extérieure.

Ainsi que le site est :

- Protégé naturellement : l'existence d'une protection naturelle (jbel lahmar) contre les vents sable.
- Bien orienté : le site est rectangulaire et la partie allongée est orienté vers le sud.
- Accessible : la facilité d'accessibilité au site.
- Suffisant : la surface est assez large pour le projet.
- Visible et plat

Les équipements qui l'entourent sont dans le cadre universitaire.

4.3.2. Situation du terrain :

Le terrain se situe dans le nouveau pôle universitaire, il est déjà proposé pour accueillir un laboratoire de recherche scientifique selon le rapport du nouveau POS18.

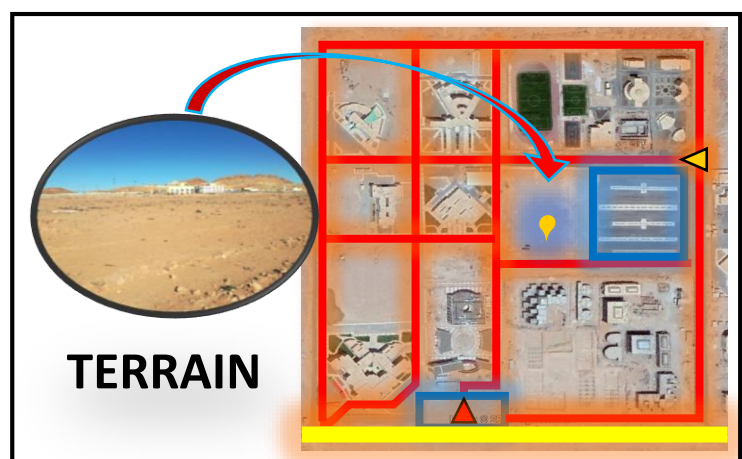


Figure 99 : plan de situation

Source : google earth adaptée par auteurs

4.3.3. Morphologie de Terrain

:

Le site est d'une forme rectangle et d'une surface de 23318 m² et de faible pente (presque plat).

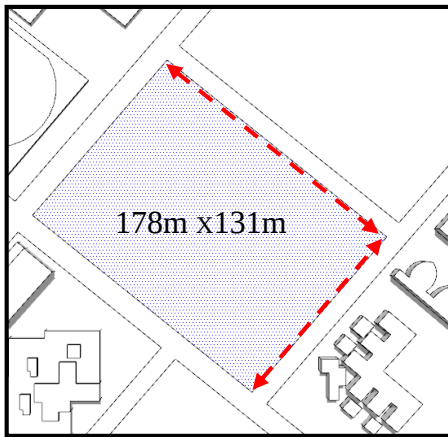


Figure 100 : dimensions du terrain
Source : adaptée auteurs



Figure 101 : courbe de niveaux du terrain

4.3.4. Environnement immédiat :

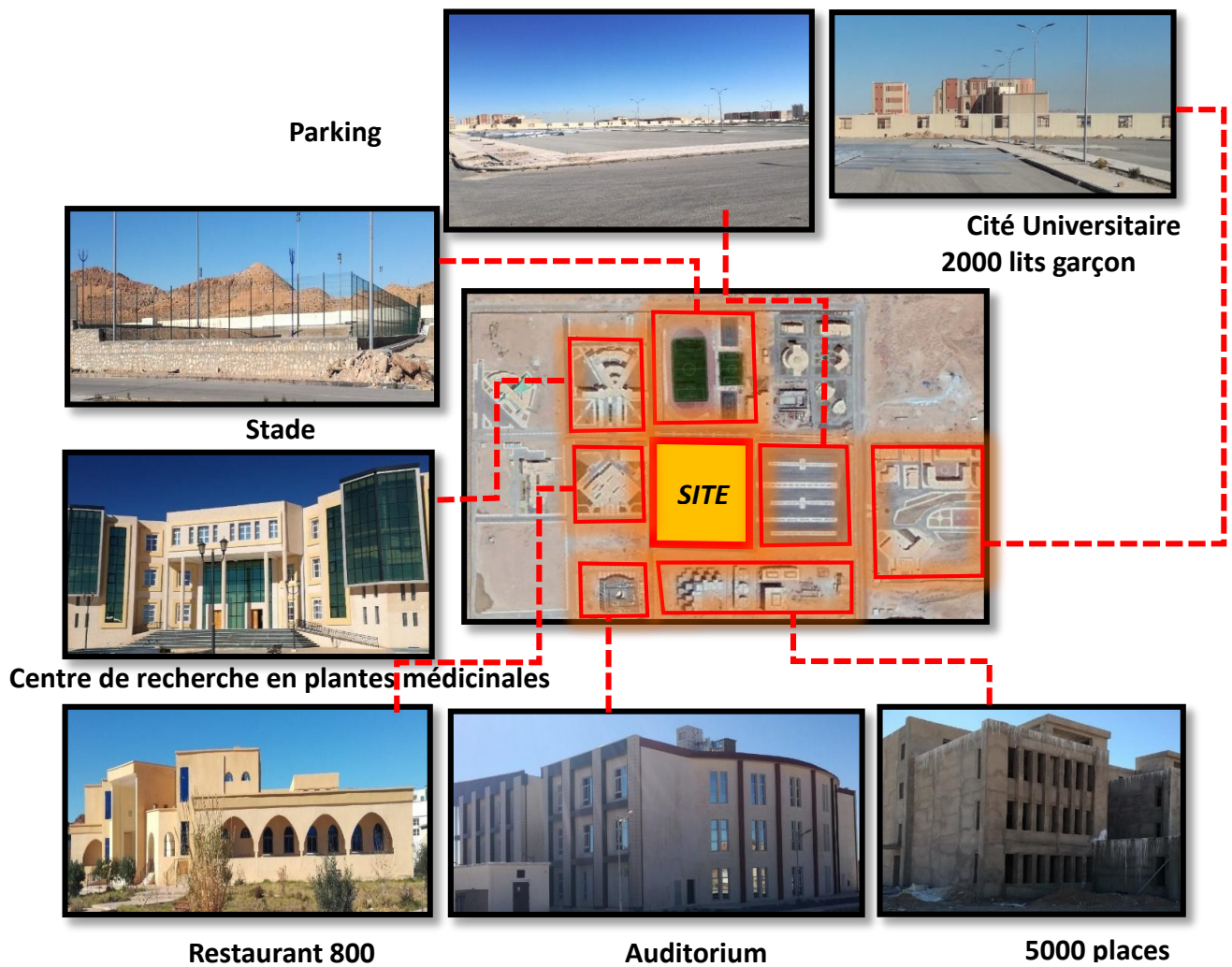


Figure 102 : environnement immédiat
Source : google earth adaptée auteurs

4.3.5. Aspect climatique

du site :

Ensoleillement :

Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Le site est bien ensoleillé et exposé à toutes les conditions climatiques donc l'exploitation maximale de rayons solaires et de la lumière est un atout pour le site, ainsi indique l'absence total de l'ombrage par le voisinage

Date	Lever de soleil	Coucher de soleil
21 /12/2018	7:55 AM	5:44 PM
21/06/2018	5:48 AM	7:58 PM

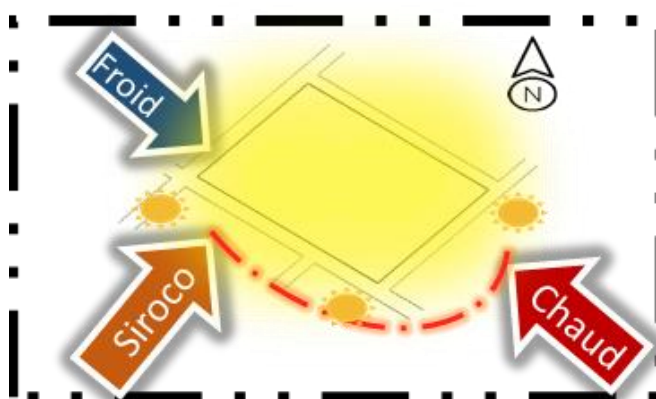


Figure 103 : aspect climatique du site
Source : adaptée par auteurs

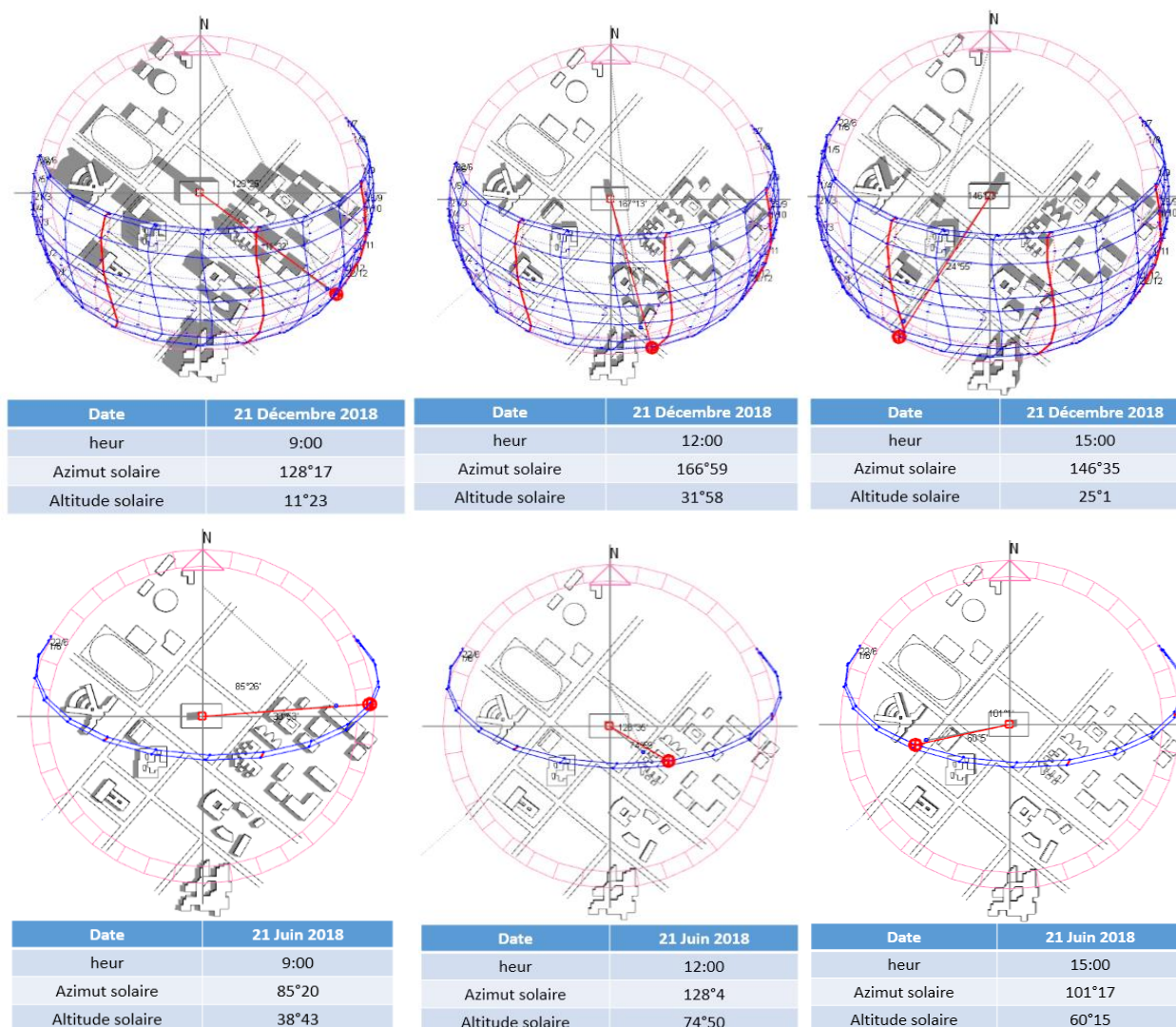


Figure 104 : ensoleillement du site Décembre /Juin
Source : auteurs

SYNTHÈSE :

Cette analyse contextuelle, nous permettra de dégager les potentialités et les contraintes du site. L'environnement, le voisinage, l'accessibilité, les flux, la morphologie du terrain, Aspects climatiques du

site...etc. seront prise en compte ultérieurement pour enrichir l'élaboration du projet et l'intégrer dans son environnement, afin d'assurer le bien-être accru des usagers et minimiser le recours aux énergies non renouvelables.

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

4.4.PROGRAMMATION :

Cette partie de programmation est consacré à l'élaboration du programme avec toutes les exigences et recommandations.

Le projet architectural peut être considéré comme la concrétisation d'un programme établi qui répond à des exigences d'ordre qualitatif et quantitatif.

Pour élaborer le programme du laboratoire de recherche nous avons basé en premier lieu sur l'analyse des structures de recherches spécialisées en architecture et celles de génie civil afin de ressortir les différents espaces et les entités mères vu l'absence des structures qui abritent les deux spécialités à la fois. Également on a effectué des interviews avec des chercheurs enseignants en architecture et génie civil à université de Laghouat et université de Djelfa, de fait que le projet sera intégré à l'université.

4.4.1. Principes programmatiques :

La continuité des activités : Les relations spatiales en termes de fonction et les relations visuelles doivent être assurées pour concrétiser le confort et la sécurité absolus.

La hiérarchie : Elle est matérialisée par le positionnement des différents espaces et activités en rapport avec leurs utilisateurs : Public- Semi public – Privé.

La flexibilité : La flexibilité est un concept déterminant pour adapter les espaces à tous genres d'événements spécifiques. C'est-à-dire la flexibilité concerne un changement de fonction selon le besoin. Dans notre cas les axes de recherche se changent selon l'actualité des thèmes de recherche et les problématiques à aborder donc ce concept va assurer l'adaptation des espaces avec ces changements.

L'articulation : Il permet de faire une relation entre les différentes composantes des lieux à partir de la construction et de leur fonction, et c'est de cette manière que l'édifice devient très explicite, ce qui implique une richesse formelle.

4.4.2. Missions :

- Développement de la recherche par les axes de recherche flexibles et qui traitent les sujets d'actualité dans le domaine d'architecture et de génie civil.
- Vulgarisation de la recherche scientifique universitaire.
- Récolte d'information sur les sujets de recherche et la rendre accessible aux chercheurs.
- Échange de connaissance entre chercheurs/chercheurs et chercheurs/ étudiants.

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

- Formation des étudiants, stagiaires : le centre offre des formations d'une manière régulière sur des thèmes précis au profit des étudiants et des stagiaires (maîtrise des outils ou des méthodes).
- Renforcement des liens entre chercheurs, enseignants chercheurs et ingénieurs.

4.4.3. Objectifs :

- Offrir des espaces de recherche convenables de qualité.
- Lier entre la recherche appliquée et théorique ainsi qu'améliorer de la collaboration entre les chercheurs des disciplines de l'architecture et le génie civil.
- Donner aux jeunes chercheurs une opportunité d'effectuer ses recherches dans une structure confortable.
- Un projet de ce type doit rependre aux contraintes climatiques de la ville et du site à travers l'application des notions de durabilités.

4.4.4. Types d'utilisateurs :

Les utilisateurs diffèrent entre permanents et temporaires, ils changent en fonction des axes de recherches de l'équipement :

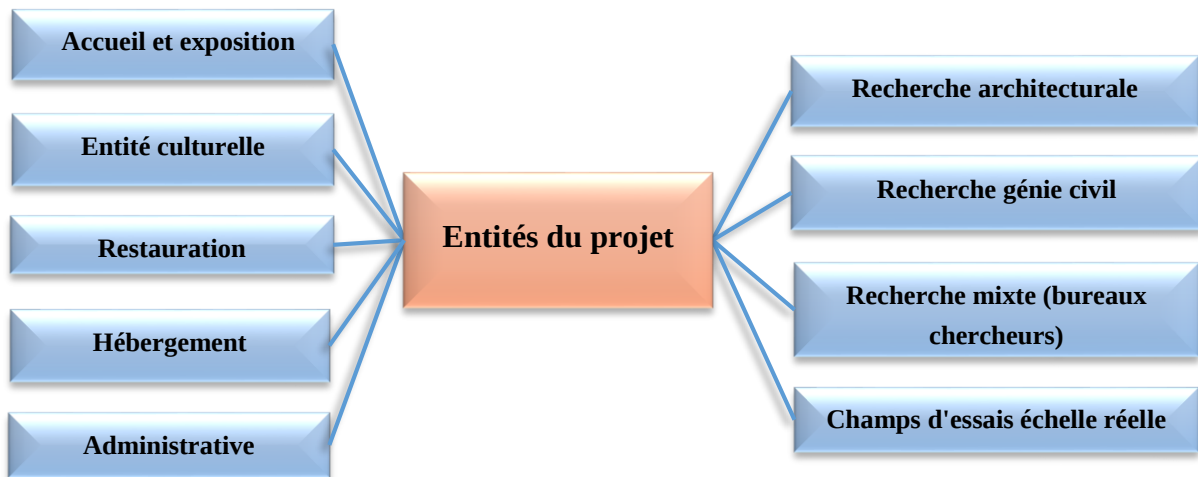
Les chercheurs	Le personnel administratif et techniques	Les visiteurs
• Chercheurs permanents • Chercheurs associés • Chercheurs contractuels • Les enseignants chercheurs • Etudiants • Les ingénieurs	• Administrateur • Techniciens • Laborantins • Personnels de gestion et sécurité	• Les stagiaires • Etudiants • Publics
Chargé de la mission de la recherche scientifique l'expérimentation	Chargé de la mission de la gestion, la maintenance	- La découverte

Tableau 2 : les utilisateurs du laboratoire de recherche

4.4.5. entités mères du PROJET :

Afin de pouvoir élaborer un programme du centre nous avons proposé des axes de recherche qui vont nous aider à déterminer les espaces dont un laboratoire de recherche doit les abriter tout en veillant à la flexibilité de ces derniers et la possibilité changement des thématiques des axes au fil de temps.

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique



4.5.PROGRAMME QUALITATIF :

❖ Accueil :

Fonction : espace de réception et d'orientation du public, ouvert sur l'intérieur du centre de la recherche d'architecture et génie civil.

Localisation : Son positionnement central permet d'assurer la distribution vers les différentes entités de laboratoire de recherche en architecture et génie civil.

L'articulation entre l'intérieur et l'extérieur.

Caractéristique :

- ✓ La lisibilité en proposant divers parcours à suivre.
- ✓ La transparence afin d'attirer le flux de l'extérieur vers l'intérieur.

Confort d'ambiance :

- Éclairage : 400 à 700 lux
- Niveau acoustique : 40 dB
- Confort thermique : 21 à 26 °C
- Débit d'air : 18m³/h/pers.



Figure 105 : accueil

Source : Archdaily.com.

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

❖ Exposition :

C'est espace qui peut être polyvalent utilisé pour l'exposition quand c'est nécessaire et qui l'on peut utiliser pour autre fonction cet espace peut être organise sous trois formes :

- Sous forme d'une grande salle.
- Sous forme d'une galerie.
- Sous forme d'une salle.

On prévoit également un espace d'exposition externe pour les modèles à grandes échelle.

Fonction : Introduisant les différents moyens de communication, elle est dotée d'un point d'information

Localisation : espace ouvert près du hall d'accueil et sur les collections.

Exigences particulières :

- Isolation phonique des locaux.
- La bonne visibilité.

Confort d'ambiance :

- Eclairage : 500 à 700 lux
- Niveau acoustique : 40 dB
- Confort thermique : 21 à 26 °C

❖ Bibliothèque :

C'est un espace majeur dans ce type d'équipements car il apporte l'accompagnement théorique et le fond documentaire dont auront besoin les recherches scientifiques.

- La bibliothèque sera composée de différents espaces d'activité tels que :

- La salle de lecture, la salle des ouvrages, la salle des revues et espaces de consultation, périodique, l'espace de stockage.



Figure 106 : exposition intérieure

Source : Archdaily.com.



Figure 107 : exposition extérieure



Figure 108 : bibliothèque centre Doc art déco paris

Source : Archdaily.com.

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Localisation :

Positionnement permet d'assurer l'accessibilité depuis les différentes entités du centre de la recherche d'architecture et génie civil.

Confort d'ambiance :

- Eclairage : 500 à 600 lux
- Niveau acoustique : 30 à 60 dB
- Confort thermique : 20°C

❖ Amphithéâtre :

Pour un meilleur déroulement des opérations, le laboratoire doit être équipé d'amphithéâtre afin de permettre aux chercheurs et professeurs d'animer des séminaires, et des cours dans le cadre d'échange.

Caractéristique :

- Prévoir un isolement thermique et acoustique : au niveau de plafond par un faux plafond général.
- La pente sera de l'ordre de 8° à 10° cela correspond à une surélévation de 12 cm entre deux rangées de sièges successives.
- Éclairage ponctuel direct avec spots (noyers dans le faux plafond), afin d'éclairer la salle durant les entractes et durant les conférences
- Chaque personne occupe une surface de 0.5m²



Figure 109 : salle de conférence
Source : Archdaily.com.

Confort d'ambiance :

- Éclairage : 100 lux Niveau
- Acoustique : 30 dB
- Débit d'air : 18m³/h/pers.
- Confort thermique : 21 à 26 °C

❖ Cafétéria et restaurant :

Pour tous projets de telle vocation il est nécessaire prévoir un espace de restauration, Il marque un moment de repos pour les usagers dans le parcours de travail.

Localisation :

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Doit être près de la salle de Conférence.

Confort d'ambiance :

- Éclairage : 300 à 500 lux
- Niveau acoustique : 40 dB
- Confort thermique : 21 à 26 °C
- Débit d'air : 18m³/h/pers.

❖ Bureaux :

a. Les bureaux cloisonnés :

- Une utilisation optimale de l'espace.
- Une meilleure communication.
- Une rentabilité certaine.

b. Les bureaux paysagés :

- Suppression des couloirs
- Aération des espaces facilitant les relations
- Échange entre individu.

c. Bureaux de chercheurs ou professeur :

C'est des bureaux qui serviront comme espace de rangement et de travail personnel des chercheurs.

Fonction :

Un lieu de détente et de travail pour l'équipe des chercheurs.

Localisation :

- En relation courte avec le bureau de direction.
- Une liaison (visuelle au moins) avec l'extérieur.
- Espace plutôt réservé aux chercheurs. Il sera invisible par le public dès son entrée dans le hall.

Confort d'ambiance :

- Éclairage : 600 lux
- Niveau acoustique : 25 dB.



Figure 110 : bureaux cloisonnés
Source : Archdaily.com.



Figure 111 : bureaux paysagés
Source : Archdaily.com.



Figure 112 : bureaux chercheurs
Source : Archdaily.com.

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

- Confort thermique : 21° à 26°C

❖ Archive :

Équipement des armoires à archives et petite table de consultation

Fonction : Lieu de stockage des archives de la médiathèque et des documents des recherches effectuées au niveau de centre.

Localisation : Indifférente.

Exigences particulières :

- Espace sécurisé.
- Une relation avec les locaux du traitement du livre et la salle de lecture et du prêt Confort

Confort d'ambiance :

- Éclairage d'ambiance : 400 lux
- Acoustique : 40 dB
- Confort thermique : 17 à 18 °C.

❖ Salle d'informatique :

Un atelier de l'apprentissage des chercheurs de différents techniques informatiques et logiciels de numérisation leurs servant plus tard pour la conception de leurs projets en format numérique.

Caractéristique :

- Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage.
- Besoin d'une bonne séparation entre les postes.
- Nécessite d'un espace de circulation.
- Pose des stores ou de rideaux spéciaux favorisera aussi la rétroprojection
- Utilisation d'un éclairage artificiel.
- Bonne aération.

Confort d'ambiance :

- Éclairage : 100 lux.
- Niveau acoustique : 40-43 dB.
- Confort thermique : 20 à 22 °C.



Figure 113 : archive
Source : Archdaily.com.



Figure 114 : L'atelier d'informatique

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

❖ Laboratoire :

Fonction :

Les laboratoires sont des espaces pour les travaux de recherche, ils présentent un certain nombre d'exigences, ils doivent être ouverts, flexibles et spacieux, propices à la collaboration et l'interdisciplinarité.

Caractéristique :

- Ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être similaire
- Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage.
- Besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail.
- Confort pour les utilisateurs

Le traitement des façades et des fenêtres par un double vitrage, double fenêtre et ceux-ci plutôt pour des qualités thermiques

- Il sera invisible par le public

Confort d'ambiance :

- Eclairage : 450lux à 625lux
- Niveau acoustique : 40 dB
- Débit d'air : 20m³/h/pers
- Confort thermique : 20 à 25 °C



Figure 115 : laboratoire de recherche
Source : Archdaily.com.

❖ L'atelier de maquette et façonnage :

Lieu dédié à la fabrication de maquette, en libre - service accompagné, équipé d'un grand nombre de mini machines-outils permettant l'usinage de divers matériaux et d'un espace numérique : découpe laser et espace de façonnage et collage.

Objectifs :

- ✓ Apporter une assistance matérielle et technique pour la réalisation des divers projets d'étudiants,
- ✓ Être un lieu d'accueil pour certains enseignements,
- ✓ Faire prendre conscience du caractère durable des matériaux par la pratique du recyclage.

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

- ✓ Facilite les échanges entre l'architecte et les acteurs de la construction.



Figure 116 : L'atelier de maquette et façonnage

❖ Atelier repérage et mise en valeur :

Un atelier où se rassemble des données urbaines dans le but de concevoir le patrimoine d'une ville et assurer la protection des ressources archéologiques.



Figure 117 : L'atelier repérage et mise en valeur

❖ Ateliers d'essai et d'expérimentation :

Ils seront spacieux afin d'accueillir le plus grand nombre d'activités. Spatialement, les ateliers seront caractérisés par des espaces flexibles et libres afin de permettre le maximum de contact et d'échange.

Confort d'ambiance :

- ✓ Eclairage 500 lux
- ✓ Niveau acoustique 30-60 dB
- ✓ Débit d'air : 18m³/h/pers
- ✓ Confort thermique : 21 à 26 °C



Figure 118 : ateliers d'essai et d'expérimentation

❖ Atelier de confort visuel (Ciel artificiel) :

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Le ciel artificiel est un outil validé scientifiquement et utilisé dans plusieurs laboratoires d'études d'éclairage reconnus mondialement. Il est particulièrement adapté aux besoins des architectes dans l'intégration de stratégies d'éclairage naturel, assurant un lien étroit entre les différentes étapes de conception du projet architectural et les besoins particuliers en éclairage. Il convient à l'étude de tout type d'espace dont bureaux, atria, salles de cours, musées, bibliothèques, et commerces.

Objectifs :

- Permet l'analyse qualitative et quantitative de la lumière.
- Approche tactile, propre à la pratique architecturale.
- Permet la modélisation de géométries complexes avec la plus grande précision.
- Visualisation rapide des espaces à l'aide de photographies ou de vidéos.
- Les maquettes sont facilement transformables et adaptables.

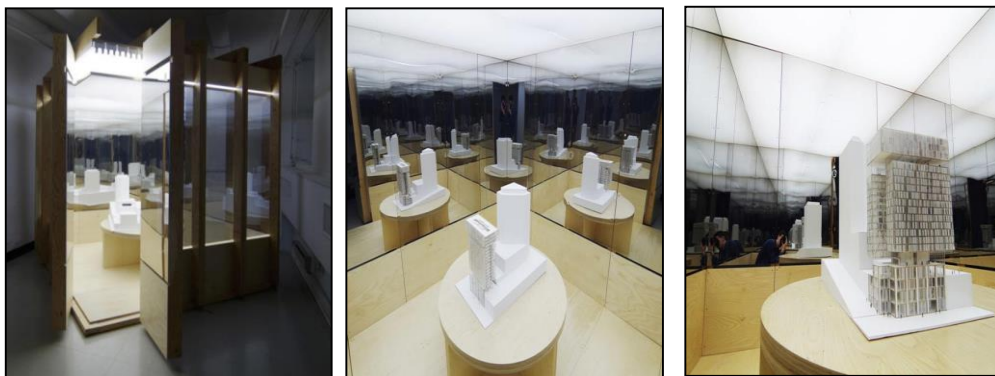


Figure 119 : Le ciel artificiel

❖ Soufflerie :

Bien dimensionner au vent les ouvrages de génie civil et l'architecture (ponts, tours, stades, bâtiments) est essentiel à leur sécurité et à leur pérennité. En phase de conception, l'atelier de soufflerie accompagne les professionnels dans l'étude du comportement aérodynamique des constructions pour garantir leur tenue au vent et le confort des espaces extérieurs. Les souffleries à couche limite atmosphérique permettent d'analyser les phénomènes liés au vent par des approches expérimentales sur maquettes à échelle réduite



1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

La simulation physique en soufflerie reste la référence en matière de dimensionnement au vent des structures, les outils numériques sont de plus en plus utilisés : pour des études de confort au vent et de dispersion de polluants, ou encore lors des phases de prédimensionnement au vent d'un projet, en attente d'une validation expérimentale.

Figure 120 : Maquette rigide de la tour Phare dans la soufflerie

Objectifs :

- Les études d'ambiances climatiques.
- Les efforts maximums exercés par le vent sur le bâtiment.
- Les champs des pressions instantanées synchrones exercées par le vent sur le bâtiment.
- Les déplacements et accélérations de la structure soumise au vent.
- Effets du vent, des essais en soufflerie à la modélisation numérique. Améliorer le confort des espaces.

❖ Laboratoire d'hydraulique :

Laboratoire d'hydraulique est autant pour les cours que pour la recherche ou la réalisation d'expertises. De nombreux montages et plusieurs canaux permettent la visualisation et l'expérimentation de presque tous les phénomènes de l'hydraulique à surface libre et sous pression.



Figure 121 : laboratoire d'hydraulique

Objectifs :

- Modélisation des dangers naturels induits par l'eau tels que les laves torrentielles et les avalanches.
- Meilleure gestion des sédiments dans les cours d'eau et l'étude du transport sédimentaire
- L'étude des écoulements en surface libre pour mieux comprendre les phénomènes dynamiques

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

❖ Le laboratoire d'essais au feu :

Le laboratoire de résistance au feu détermine la durée pendant laquelle un élément de construction va satisfaire à sa fonction sous l'action d'un incendie. Il se compose de trois fours :

- **Four Horizontal (four H)** pour tester des corps d'épreuve jusqu'à 4 m de long et 3 m de large, ou sur des planchers d'une portée mécanique jusqu'à 5 m ;
- **Four Vertical (four ISO)** pour tester des corps d'épreuve jusqu'à 3 m de long et 3 m de haut ;
- **Four Modulaire** pour tester des corps d'épreuve de géométrie plane ou tridimensionnelle : éléments de hauteur jusqu'à 9 m, planchers d'une portée jusqu'à 7 m, assemblages complets.

Et différents outils :

- Un banc d'essai.
- Un calorimètre pour mesurer le pouvoir calorifique d'un produit.
- Des panneaux radiants pour tester les revêtements de sol, et les toitures et couvertures.
- Un banc d'essai allumabilité pour tester l'inflammabilité d'un produit.
- Un four de non combustibilité.



Figure 122 : laboratoire d'hydraulique

❖ Laboratoire d'essai acoustique et confort sonore :

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Laboratoire réalise des essais sur les matériaux solides, visqueux ou poreux pour étudier leurs propriétés acoustiques. Il étudie également la qualité acoustique d'un ensemble très large de produits, systèmes et équipements. Les données acquises grâce aux essais sont essentielles pour accompagner l'innovation et développer une offre de qualité, et pour calculer la contribution de chaque élément à la performance acoustique d'un ouvrage (bâtiment, route).

Laboratoire mesure la capacité d'un élément du bâtiment à atténuer la transmission de ces bruits aériens. Les essais concernent les éléments horizontaux (plancher, plafond, revêtement de sol, etc.) et verticaux (panneau, bloc baie, bloc porte, revêtement de mur, coffre de volet roulant, cloison, entrée d'air, etc.).



Figure 123 : laboratoire d'essai acoustique et confort sonore

❖ Le laboratoire d'énergie et d'essais des procédés solaire :

- Intégration au cours de calcul scientifique de type simulation thermique ou énergétique dynamique dans des applications tierces
- Évaluation de la performance thermique élémentaire de composants de bâtiments (enveloppe ou systèmes de production et de régulation)
- Évaluation de la contribution de composants (enveloppe ou systèmes) à la performance énergétique globale du bâtiment
- Développement de méthodes et outils supports à la garantie de performance énergétique
- Développement d'algorithmes de traitement intelligent de données de mesures sur des bâtiments
- Ingénierie de haut niveau en soutien à la maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre de projets de construction

❖ Le laboratoire d'énergie et d'essais des procédés solaire :

Les activités de recherche concernent l'optimisation de l'efficacité énergétique, la robustesse et la fiabilité des architectures de conversion dédiées aux applications du réseau électrique - énergies alternatives incluses - aux transports et aux systèmes embarqués, du composant de puissance élémentaire au module complet.

Les principales thématiques de recherche concernent :

- Intégration de puissance : du composant au système
- Autonomie énergétique

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

- Robustesse et Fiabilité
- Gestion intelligente de l'énergie

❖ Le laboratoire de confort thermique et climatologie :

- Caractérisation des conditions météorologiques du site : vent, rayonnement solaire, température, précipitations, etc.
- Analyse statistique et réalisation de cartographie des événements climatiques extrêmes du site : vitesse extrême de vent, concomitance pluie-vent, charge de neige et de givre, température maximale...
- Analyse des risques liés aux conditions climatiques extrêmes de température (canicule, grand froid), de vent (tempêtes, tornades), de précipitation (inondation)
- Analyse du potentiel éolien d'un site
- Caractérisation du confort piétonnier en milieu urbain (thermique, confort au vent)
- Caractérisation des performances d'aménagements végétaux (murs, toitures)
- Modélisation des phénomènes de pluie battante, estimation des risques de mouillage dans les espaces semi-ouverts (stades par exemple).
- Étude du comportement des trains en conditions climatiques sévères (pluie, neige, poussière)

❖ Laboratoire de confort olfactif (qualité de l'air) :

- Tester différentes stratégies d'aération dans les espaces intérieurs non équipées de système mécanique de ventilation.
- Assistance à la mise en place d'un suivi de la qualité de l'air intérieur
- Diagnostic et monitoring des aérocontaminants (biologiques et physico-chimiques) : recherche de sources, analyse des conditions de ventilation
- Analyse des transferts de polluants entre le sol et le bâtiment
- Simulation numérique de ventilation.

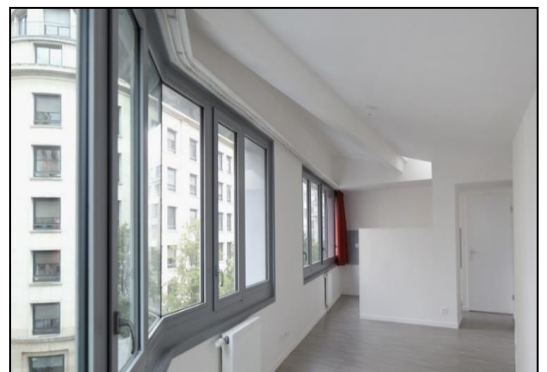


Figure 124 : essai de qualité de l'air

❖ Laboratoire d'essai sismique :

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Des tables vibrantes associée aux structures et à une alimentation variable permet de tester la résistance de constructions face aux séismes. Avec ce banc d'essai, il est possible de mettre en application des petits montages très simples pour mettre en évidence et tester plusieurs solutions parasismiques.

- Dimensions : 310 x 192 x H 140 mm.

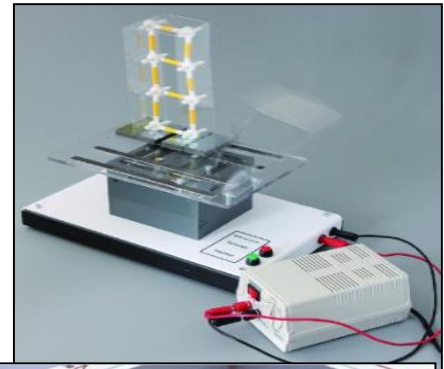


Figure 125 : une table sismique uni-axiale de 6m x 6m



Figure 126 : essais multiaxiaux sur des éléments structuraux

Une table sismique uni-axiale de 6m x 6m : type

de test étant généralement pratiqué sur des maquettes. Et le risque sismique était encore un champ peu investi par la filière bois qui se calait sur les références du béton pour ses calculs.

❖ Laboratoire de plantes et pathogènes :

Laboratoire de plantes et pathogènes déploie son savoir-faire en :

- Culture de bactéries et de champignons
- Caractérisation génétique de bactéries et de champignons
- Caractérisation phénotypique de bactéries et de champignons par tests biochimiques
- Diagnostic conventionnel et moléculaire de pathogènes des plantes
- Profilage génétique de plantes ou de microbes
- Sexage moléculaire de plantes
- Génomique de bactéries et champignons
- Métagénomique et méta transcriptomique de microbiotes divers
- Cultures spéciales d'espèces horticoles



Figure 127 : : laboratoire des plantes et pathogènes

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

- Culture in vitro végétale

❖ Hall scientifique :

Le hall d'essais d'un volume simple, compacte et double hauteur.

Le hall est accessible de l'extérieur aux véhicules par un portail de livraison avec un passage libre de 4 m sur 4 m de hauteur.



Figure 128 : hall scientifique

❖ Atelier TMC :

Un atelier de d'apprentissage et d'essaye du comportement physique et chimique des différents matériaux de construction.



Figure 129 : L'atelier TMC

❖ Salle de prière :

Un lieu de prière calme et réservé aux pratiquants.



Figure 130 : Salle de prière

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

❖ Salon d'honneur :

Est un petit salon qui peut contenir jusqu'à 20 personnes assises ou 40 personnes debout. Sa décoration très chaleureuse fait de cette pièce un endroit propice aux petites conférences ou réceptions.



Figure 131 : salon d'honneur

4.6. PROGRAMME QUANTITATIF :

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

fonction principales	Espaces	Surfaces m ²
<u>Accueil</u>	- Hall d'accueil - Réception - Salle d'attente - S.T hommes - S.T femmes - Espace de circulation	200 20 20 15 15 20%
fonction principales	fonction principales	Surfaces m ²
Entité culturelle	- Hall accueil - Bibliothèque: • Salle de lecture étudiants • Salle de lecture profs • Espace lecture • Magasin de livres - Salle d'informatique - Amphi - 3/salle de formation - Salle de prière	120 90 60 120 70 120 500 3x60 40
Surface totale		1300 m²
Surface totale		342m²
Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²
<u>Restauration</u>	- Cafétéria - Restaurent : - Réception des plats - Réfectoire	150 50 200
Surface totale		400m²
<u>Champ des essais et exposition</u>	- Champ des essais - Halle scientifique - Magasin - Exposition en plein air - Espace d'exposition temporaire	1000 450 300 300 200
Surface totale		2250m²
Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

<u>Unité de recherche d'architecture</u>	<u>Architectures numériques :</u>	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Salle informatique de simulation	60
	- Salle de modélisation	60
	- Salle découpage numérique	60
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	20
	- Espace de circulation	15%
Surface totale		514m²
Fonction principale	Espaces	Surfaces m²
<u>Unité de recherche d'architecture</u>	<u>Histoire et territoires urbains :</u>	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Salle de lecture	40
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	20
	- Espace de circulation	15%
Surface totale		284m²

Fonction principale	Espaces	Surfaces m²
----------------------------	----------------	-------------------------------

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

<u>Unité de recherche d'architecture</u>	Patrimoine architectural :	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Salle de lecture	70
	- Atelier de construction	110
	- Salle d'analyse des matériaux	50
	- Archive	12
	- Stockage	15
	- Espace de circulation	15%
Surface totale		439 m²
Fonction principale	Espaces	Surfaces m²
<u>Unité de recherche d'architecture</u>	Formes spatiales, formes sociales :	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Salle de projection	60
	- Salle de statistique urbain	60
	- Atelier de géographie urbain	60
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	15
	- Espace de circulation	15%
Surface totale		439 m²

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²
<u>Unité de recherche d'architecture</u>	Art, architecture, conception :	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Salle informatique de simulation	80
	- Salle de modélisation	80
	- Atelier de dessin technique	60
	- Atelier d'art graphique	80
	- Atelier de dessin	70
	- Atelier de maquette	90
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	15
	- Espace de circulation	15%
Surface totale		762 m²
Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

<u>Unité de recherche d'architecture</u>	<i>Environnement et paysage :</i>	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Salle informatique de simulation	160
	- Salle de modélisation	80
	- Atelier de dessin technique	70
	- Salle d'étude des plantes	60
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	15
	- Espace de circulation	15%
<i>Surface totale</i>		<i>658 m²</i>

Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²
---------------------	---------	-------------------------

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

<u>Unité de recherche d'architecture</u>	Confort architectural :	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Ciel artificiel	80
	- Atelier des essais thermiques	60
	- Atelier des essais phoniques	60
	- Salle d'informatique et modélisation	60
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	15
	- Espace de circulation	15%
Surface totale		532 m²
Fonction principale	Espaces	Surfaces m²
<u>Unité de recherche d'architecture</u>	L'énergie renouvelable :	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Salle d'analyse des systèmes	80
	- Atelier d'énergie solaire et éolien	110
	- Atelier d'énergie hydraulique et géothermique	110
	- Box de recherche	30
	- Archive	20
	- Stockage	20
	- Espace de circulation	15%
Surface totale		569 m²

Unité de recherche d'architecture

4197 m²

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²
<u>Unité de recherche de génie civil</u>	Structure :	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Atelier béton armé et l'infrastructure (fondation)	100
	- Atelier structure et ouvrage	100
	- Atelier des travaux publique	100
	- Atelier de construction	100
	- Atelier de coffrage et planchers	80
	- Salle de lecture des plans	70
	- Salle de management	60
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	15
	- Espace de circulation	15%
Surface totale		934 m²

Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²
---------------------	---------	-------------------------

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

<u>Unité de recherche de génie civil</u>	<i>Géotechnique et géo environnement :</i>	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Salle de topographie et géographie	90
	- Atelier des analyses numérique	80
	- Atelier d'étude de sole	80
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	15
	- Espace de circulation	15%
<i>Surface totale</i>		<i>520 m²</i>

Fonction principale	Espaces	Surfaces m²
<u>Unité de recherche de génie civil</u>	<i>Matériaux de construction :</i>	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Salle d'organisation de matériel de chantier	90
	- Atelier de mécanique de fluide	90
	- Atelier des essais de béton armé	110
	- Atelier de résistance des matériaux	180
	- Atelier de technique de matériaux	110
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	15
	- Espace de circulation	15%
<i>Surface totale</i>		<i>900 m²</i>

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²
<u>Unité de recherche de génie civil</u>	Hydraulique :	
	- Bureau de chargé de l'axe	25
	- Bureau de secrétaire	20
	- Bureau de l'adjoint	20
	- Espace de vulgarisation	60
	- Atelier Design hydraulique et analyse hydrodynamique des structures du génie	60
	- Ateliers Etudes hydrodynamiques de grands aménagements	80
	- Atelier de façonnage (résine-polyester, métaux, bois-PVC, béton)	80
	- Salle d'informatique et modélisation numérique	60
	- Box de recherche	50
	- Archive	12
	- Stockage	15
	- Espace de circulation	15%
Surface totale		577 m²

Unité de recherche de génie civil	2931 m²
--	---------------------------

Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²
<u>Recherche</u>	- Bureaux de chercheurs.	17 bureau x 20 m ²
Surface totale		340 m²

1. Chapitre Analyse contextuelle et programmatique

Fonction principale	Espaces	Surfaces m ²
<u>Hébergement</u>	- Hall d'accueil –espace de détente	150
	- Chambre individuelle STUDIO	10*20=200
	- Chambre double	110
	- Cafétéria	100
	- Restaurent	150
	- Sanitaire	30
	- Espace de circulation	20%
Surface totale		888 m²

Tableau 3 : programme quantitatif du laboratoire

SYNTHÈSE DU CHAPITRE :

Le programme c'est le point d'articulation entre l'étude thématique, analytique et contextuelle, ainsi qu'il est la base de tout projet architectural de fait qu'il trace l'aspect quantitatif et qualitatif du laboratoire. Donc ce programme élaboré pour notre laboratoire de recherche va être traduit par une conception architecturale dans le chapitre suivant.

5. Chapitre Étude Conceptuelle

INTRODUCTION

La combinaison entre l'analyse thématique, environnementale, analyse des exemples, et contextuelle nous permet de d'élaborer une conception architecturale avec une homogénéité ente l'aspect extérieur de la forme, les espace qui les constituent, et leur environnement ou elle est implantée afin de réaliser un projet qui repends au besoin.

5.1.PRINCIPES ET CONCEPTS :

- Les concepts liés au thème
- Les concepts liés à la durabilité
- Les concepts liés au programme
- Les concepts liés au site
- Les concepts liés à l'architecture

Principes et concepts liés au thème :

- **Collaboration** entre les usagers (chercheurs)
- **Flexibilité de l'espace** : L'espace est conçu pour répondre aux changements pourra être déplacé d'un endroit à l'autre, ou encore pourra changer de forme, d'activité, ou de structure. Par exemple, les murs et les planchers pourront être pliés ou transformés. Tous les éléments qui se retrouvent dans le bâtiment pourront être métamorphosés au gré du temps et de la demande des usagers et le besoin d'activité.
- **Dynamisme** : La recherche scientifique est une activité dynamique qui doit se refléter sur l'aspect formel futuriste qui donne expression au développement.

Les concepts liés à la durabilité :

- **L'implantation du projet sur l'assiette** : Selon l'axe Est et Ouest, le bâtiment est orienté sud pour profiter de l'environnement proche
- **Forme compacte** : Pour réduire les déperditions thermiques.
- **Traitement de la façade** : Avec l'utilisation des matériaux de qualité et des systèmes qui améliorent le cadre de vie et le confort des usagers
- **Choix des matériaux durables**
- **Végétation** : Utilisation de la végétation pour créer un micro climat et une vue paisible.

Principes et concepts liés au site :

- **Les lignes directrices de site** : Est de sortir de la morphologie et la physiologie les caractéristiques ou une image pour élaborer le projet
- **La perméabilité** : La relation entre le projet et l'environnement immédiat à travers : les accès, les parcours, ou visuelle entre intérieur et extérieur
- **Les parcours** : Prenant l'effet sur l'individu et il fait apparaître la qualité et les caractéristiques du site et simplifier l'orientation ainsi qu'il relie entre différentes parties du projet.

Les concepts liés au programme :

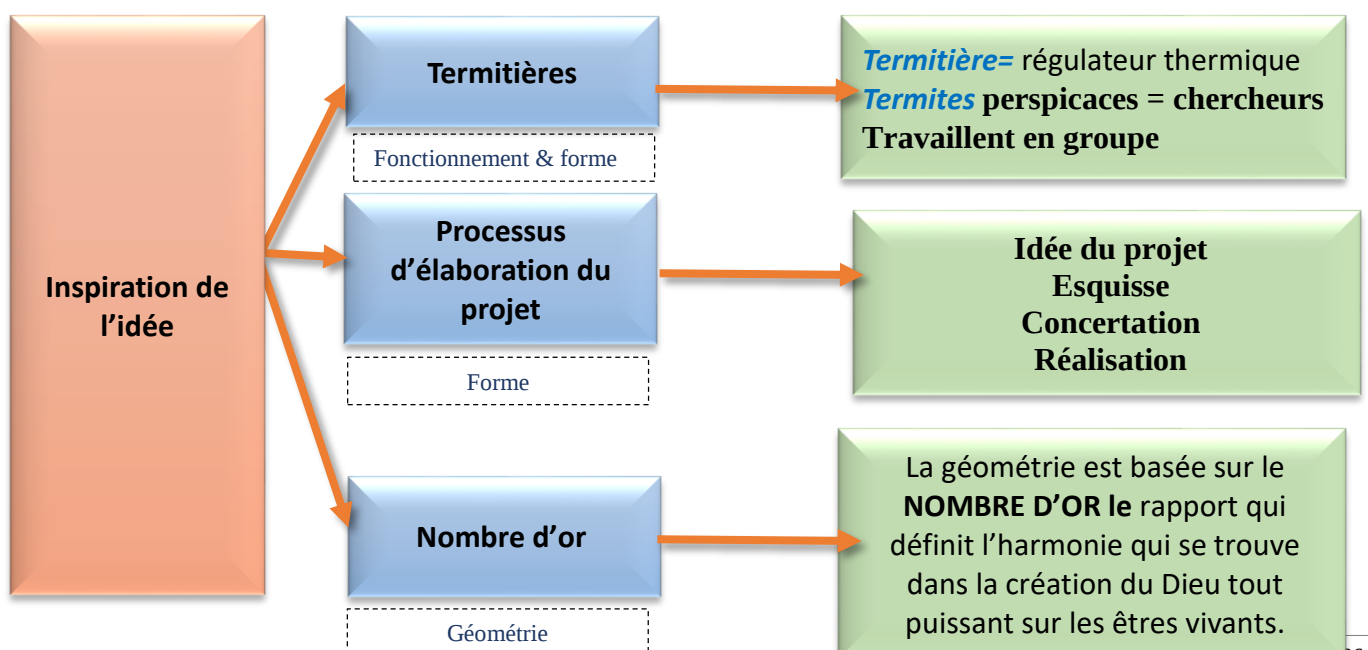
- **La hiérarchisation** : Le laboratoire de recherche scientifique a une organisation et une structure spéciale (l'entité de recherche, l'administration et les espaces communs et de vulgarisation) qui prend en considération une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les fonctions primaires et secondaires, calmes et bruyantes.
- **La flexibilité** : L'espace doit s'adapter à tous types d'activité qui demande ainsi l'acquisition de nouveau matériel de recherche, de service, aménagement d'espace et le changement des thématiques des axes de recherche.

Les concepts liés à l'architecture :

- **Fluidité et lisibilité** : La qualité de l'apparence formelle et la clarté pour créer une structure générale du projet, et lisible de l'intérieure grâce à des circulations fluides et lisibles.
- **Notion d'appel et de repère** : Le projet doit être un élément attirant grâce à son aspect formel et le traitement de façade et un repère pour les visiteurs avec son gabarit.
- **La transparence** : La transparence est la source de vie de n'importe qu'elle architecture elle crée la relation entre intérieur et extérieur car elle donne la sensation d'être à l'intérieur avant même d'entrer au projet et elle donne aux usagers du projet une liberté et un contact direct avec l'environnement pour libérer l'esprit négatif de la surcharge de travail de recherche.
- **La particularité** : L'aspect formel unique donne au projet une forte présence dans son cotexte
- **Symbolisme** : À travers l'enveloppe extérieure du projet l'architecte exprime son idée philosophique.

5.2.GENÈSE DE PROJET :

5.2.1. Inspiration de l'idée principale du projet :



✚ **La termitière** est localisée dans les zones, qui ont des **températures de chaleurs très élevées**.

Les termitières sont des formidables régulateurs de température, avec **un système de ventilation** centrale qui permet de la garder au frais durant les jours les plus chauds et de fournir de l'humidité.

✚ **Les termites** sont des êtres vivants **perspicaces** qui travaillent très fort pour atteindre les objectifs voulus alors c'est un point commun avec **les chercheurs**

✚ En tant que société, **les termites travaillent en groupe**, sont bien **organisés** en équipe tout comme **les chercheurs qui travaillent en collaboration** de façon bien structurée.

✚ **Les termites** suivent une **hiérarchisation** royale. Le Roi et les ouvriers, Les soldats...etc. c'est la même chose pour les chercheurs (directeur, adjoint, ...).

✚ **Le dynamisme** : à travers des formes fluides pour exploiter les potentialités du site et refléter l'activité de la recherche.

✚ Les termites, **experts en génie**. Malgré une température torride, leur habitat reste à 27°. Climaticiens hors pair, et leur tour sont stable contre les intempéries et les fortes puissances des vents.

Les termites donnent des idées aux architectes et aux ingénieurs.

✚ Les termites jouent un rôle majeur dans **l'enrichissement** du sol de son environnement et ça s'applique aussi aux chercheurs avec leurs **contributions** au développement de leurs pays.

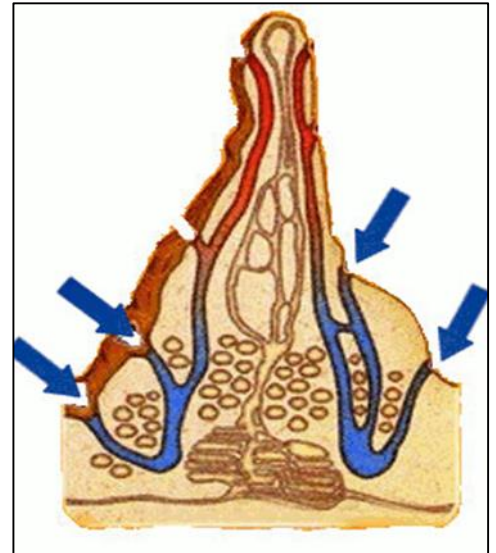


Figure 132 : Schéma de système ventilation de la termitière
<http://biomimetisme.eklablog.com>

Inspiration de la forme :

Chaque projet architectural commence par une idée dont l'architecte est l'auteur de cette initiative.

Phase 01 : idée de projet : dès le début de de l'élaboration du projet, l'architecte va faire face à une vaste vague d'idée qui va les canalisées selon une structure bien organisée.

Phase 02 : Esquisse

Cette partie l'architecte et l'ingénieur travail par correspondance selon le nouveau processus d'élaboration des projets (BIM) l'intervention des ingénieurs se fait à un stade précoce.

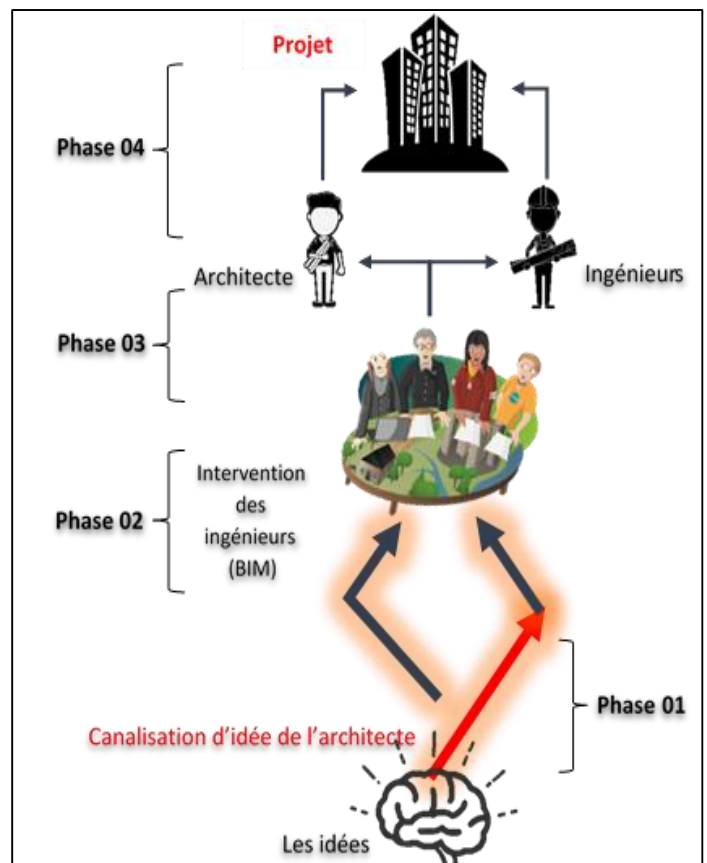


Figure 133 : Schémas de l'idée philosophique de "l'idée de projet".
Source : auteur

Phase 03 : Concertation

Il y'a un certain moment où ils se réunissent pour discuter ensemble, échanger les idées, fixer les problèmes et trouver les solutions.

Phase 04 : Réalisation

Au final l'architecte et les ingénieurs contribuent à la concrétisation et la construction de du produit final qui est symbolisé par le bâtiment le plus élevé.

Croquis général :

Afin de matérialiser nos idées on a essayé de faire une esquisse préliminaire bien image proactive pour notre projet.

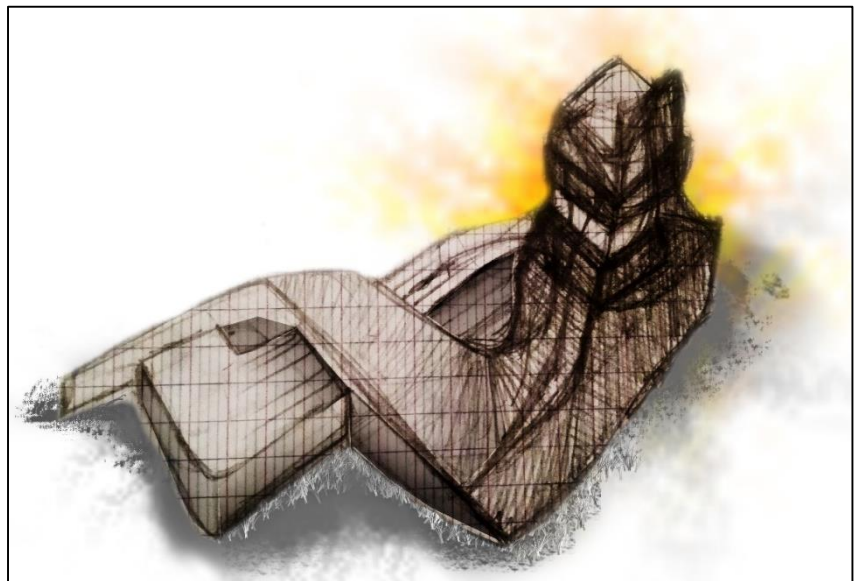


Figure 134 : Croquis général du projet

Source : auteur

5.2.2. Matérialisation de l'idée :

❖ Les données du site :

Date
21 /12/2018
21/06/2018
Lever de soleil
7:55 AM
5:48 AM
Coucher de soleil
5:44 PM
7:58 PM

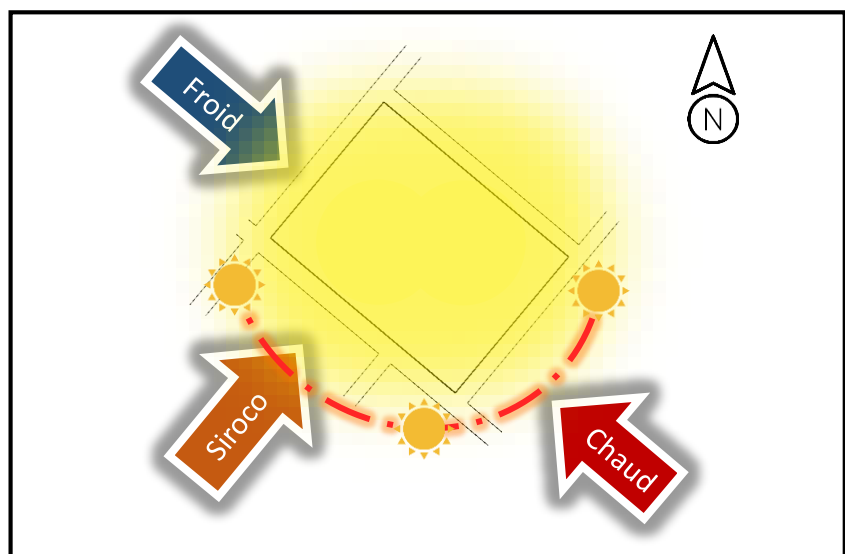


Figure 135 : données du site

Source : auteur

❖ Étape 01 : Traitement des contraintes du site

D'après l'analyse du site nous avons identifié 2 axes structurants :

1^{er} axe : climatique Est-Ouest pour concevoir le projet avec les conditions climatiques du site (orienté la façade vers le sud).

2^{ème} axe : de perception Nord-Sud Qui relie les deux extrémités du site.

Crée des **espaces verts** pour avoir un écran de protection contre les vents de sable et offrir de l'air frais pendant l'été.

Implantation **des points d'eaux** pour le rafraîchissement de l'air chaud sec et filtration des vents de sable.

L'implantation du bâti en retrait :

Créer un recul pour déterminer les limites de projet et minimiser l'impact du bruit extérieur sur l'activité de la recherche.

Allonger le bâti sur l'axe climatique pour exploiter les rayons solaires en hiver et se protéger en été.

Aspect géométrique :

Le croisement des deux axes crée une zone de collaboration et marque l'espace commun entre les deux spécialités architecture et génie civil.

Inclinaison des façades en déclin de l'attitude solaire pour minimiser l'exposition directe aux rayons solaires en été du côté sud et pour profiter de la lumière du jour du côté nord.

Les concepts utilisés : Les lignes directrices de site, Végétation, Collaboration, traitement de façade

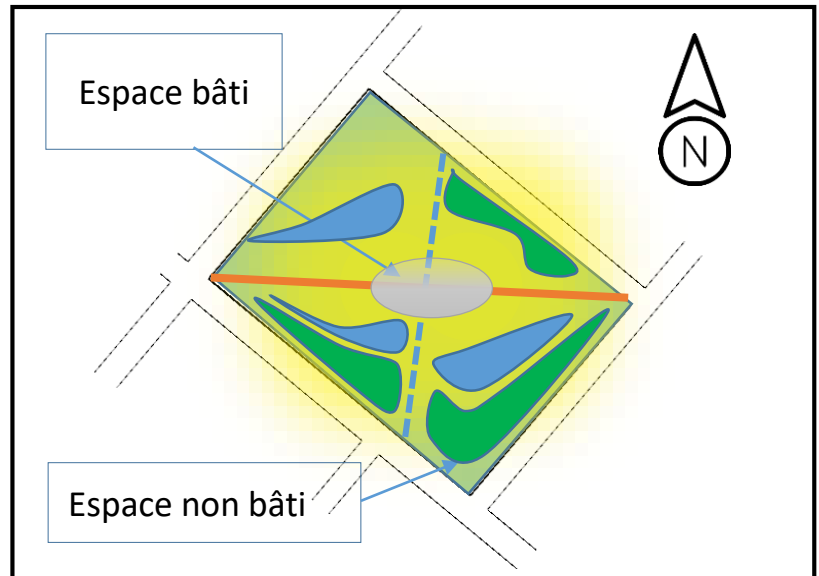


Figure 136 : schémas des axes structurants du site avec traitement de la contrainte du site

Source : auteur

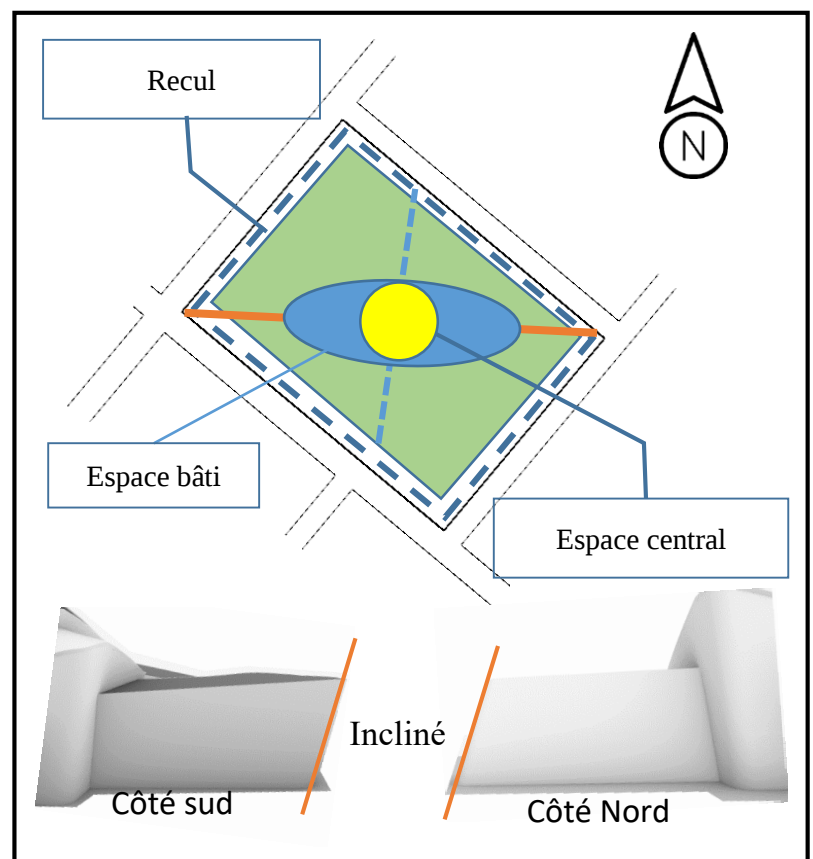


Figure 137 : Schéma de l'implantation du bâti selon les données du site.

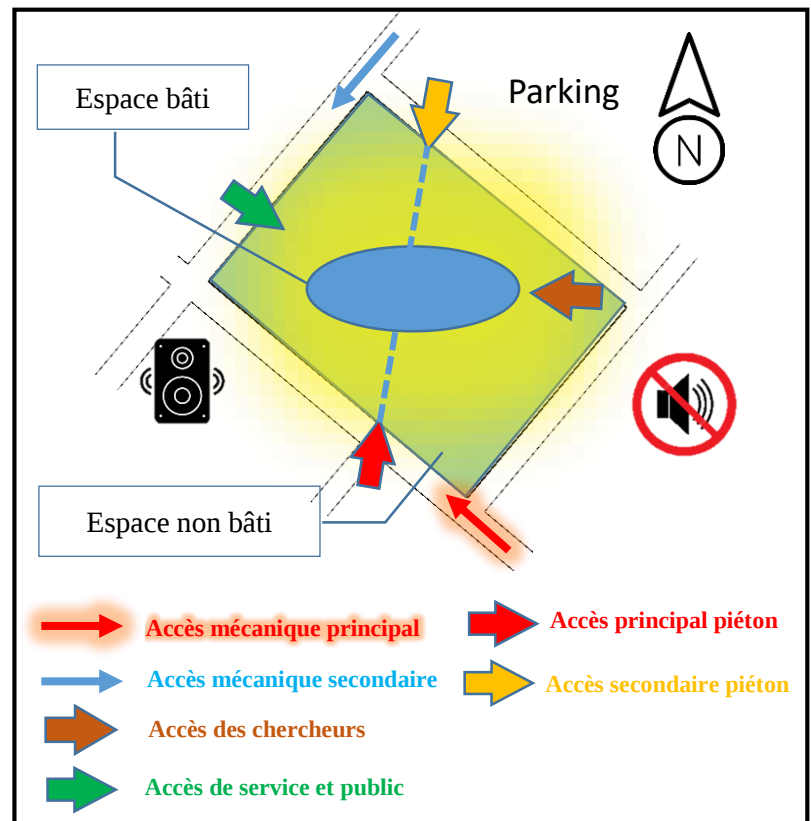
Source : auteur

Étape 02 : le choix des accès :

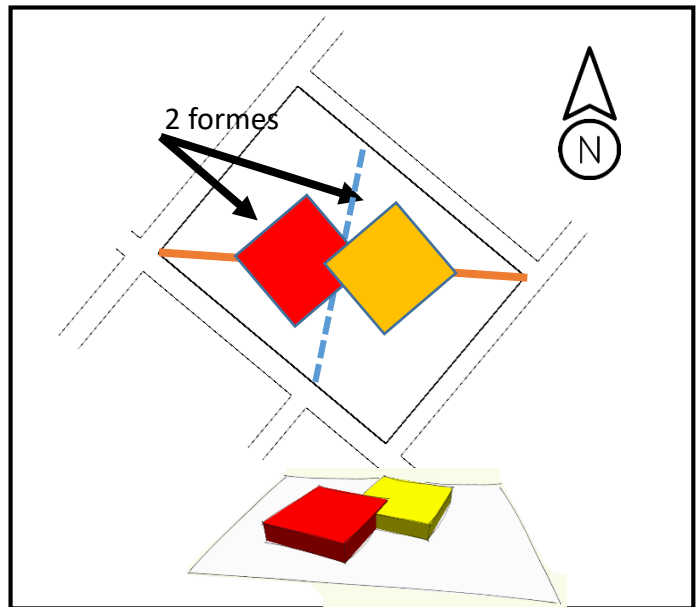
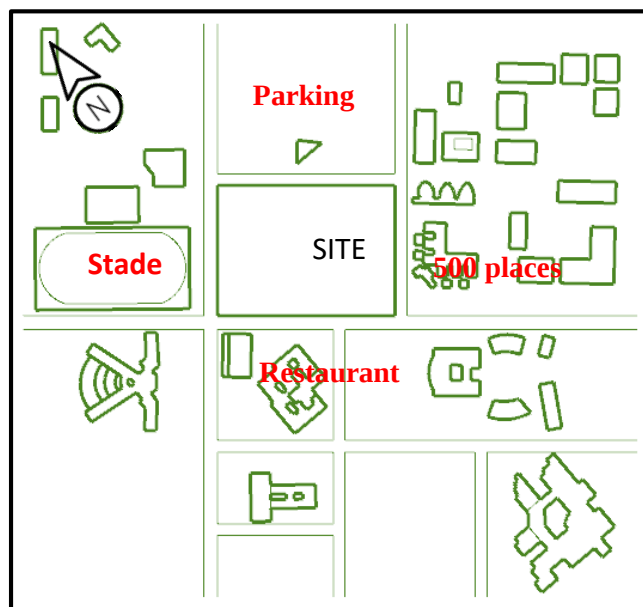
- **Accès principal piéton** : Situé sur l'axe principal pour qu'il soit visible.
- **Accès secondaire piéton** : Pour visiteur, personnel du côté de parking
- **Accès des chercheurs** : pour chercheurs, et le personnel administratif situé sur la partie calme pour éviter les chevauchements avec l'entrée publique
- **Accès de service et public** situé au nord-ouest sur l'axe mécanique secondaire
- **Accès mécanique principal du pôle**
- **Accès mécanique secondaire du pôle**

Les concepts utilisés :

La perméabilité, Fluidité de circulation et lisibilité, la hiérarchisation (calme/bruit) (public/privé)



Étape 03 : implantation de volume



Vu que la majorité des formes avoisinantes à l'assiette sont **régulières** nous avons créé deux volumes **réguliers** (cubiques) qui représentent l'architecture et le génie civil.

Emboîtement exprime **la collaboration** qui existe entre les deux spécialités

Allongement sur l'axe Est-ouest pour exploiter les potentialités climatiques du site (façades orientées vers le sud-nord)

Les concepts utilisés : Forme compacte, la collaboration

Étape 04 : Ajustement géométrique

Cette étape consiste à donner à notre volume une géométrie qui se base sur le **NOMBRE D'OR** le rapport qui définit l'harmonie qui se trouve dans la création du Dieu tout puissant sur les êtres vivants. Vu qu'on a utilisé la tendance biomimétique qui s'inspire de la nature qui est la base de notre idée.

Le rapport va nous permettre d'ajuster la géométrie de notre projet.

Alors : d'après la programmation du laboratoire de recherche que nous avons dégagé 6 volumes :

Volume 1 = 1.6 **volume 2**

Volume 2 = 1.6 **volume 3**

Volume 3 = **volume 5** = 1.6 **volume 4**

Volume 6 = **volume 4** va avoir une hauteur importante pour qu'il devienne un élément d'appel

Concept : harmonie, notion d'appel

Étape 05 : évidement du volume

On a évidé le **centre de volume** pour créer une source de lumière naturelle pour les espaces qui se trouvent sur ses alentours

Création des **patios** pour renforcer la ventilation naturelle et la distribution de la lumière du jour au niveau des espaces mal éclairés inspiré de l'architecture locale (**maison a patio**)

Les concepts utilisés :

Gestion d'énergie hiérarchisation.

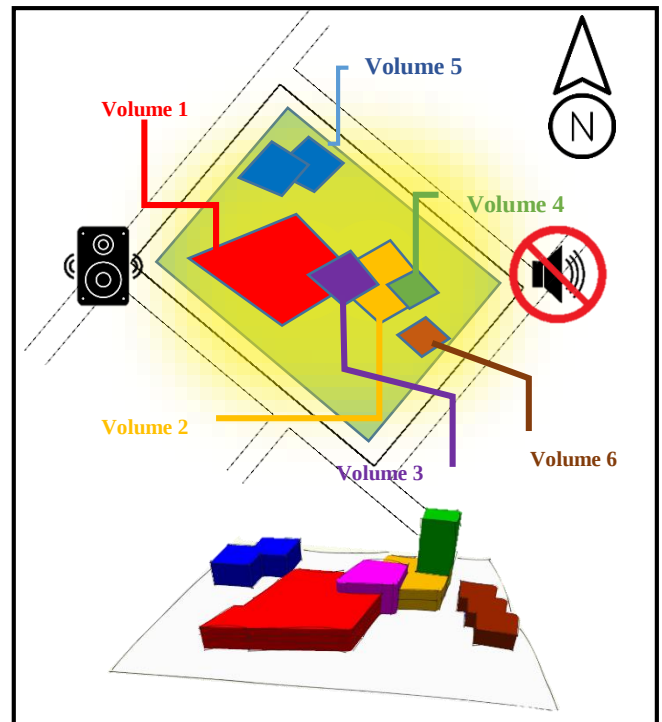


Figure 141 : schémas d'ajustement géométrique de la forme initiale

Source : auteur

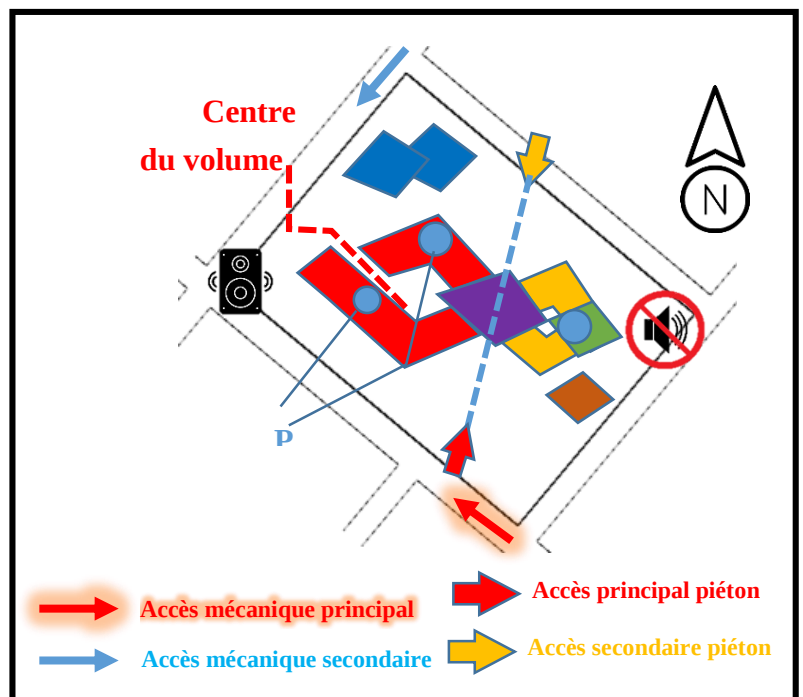


Figure 142 : schémas d'ajustement géométrique de la forme initiale

Source : auteur

Étape 06 : occupation du terrain :

Entité architecture, Entité génie civil et entité culturelle et de restauration situées dans la partie bruyante du site orientées vers le flux fort.

Espace central d'accueil orienté vers la voie mécanique principale, qui représente le noyau vital du laboratoire. Car il relie toutes les entités (architecture et génie civil).

La base du bâtiment est réservée aux essais de petite échelle et de nature moins bruyante.

Le bâtiment (Bureau des chercheurs, et administration) situé dans la partie la plus calme du site

Champs d'essai semi couvert est situé dans la partie bruyante près de la voie mécanique secondaire éloigné de projet pour raison de sécurité

Hébergement pour les chercheurs est situé dans la partie calme du site.

Les concepts : Hiérarchisation

Étape 7 : ajustement du volume :

Cette étape consiste à ajuster le volume en impliquant les idées philosophiques (idée de projet) (la termitière) et les données de site.

Pour représenter la quantité des idées dès le début d'un projet architectural nous avons créé un grand volume.

Ensuit la progression et le développement de l'idée architecturale va être exprimé avec la montée en la hauteur de l'entité qui s'étend à partir du grand volume jusqu'à le volume d'accueil central.

Toiture inclinée pour briser les vents de sable.

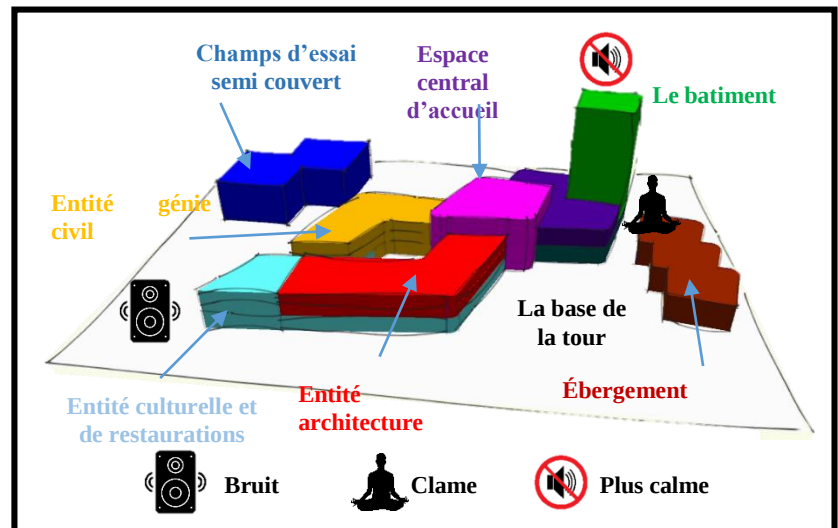


Figure 143 : Schéma en 3D d'occupation

Source : auteur

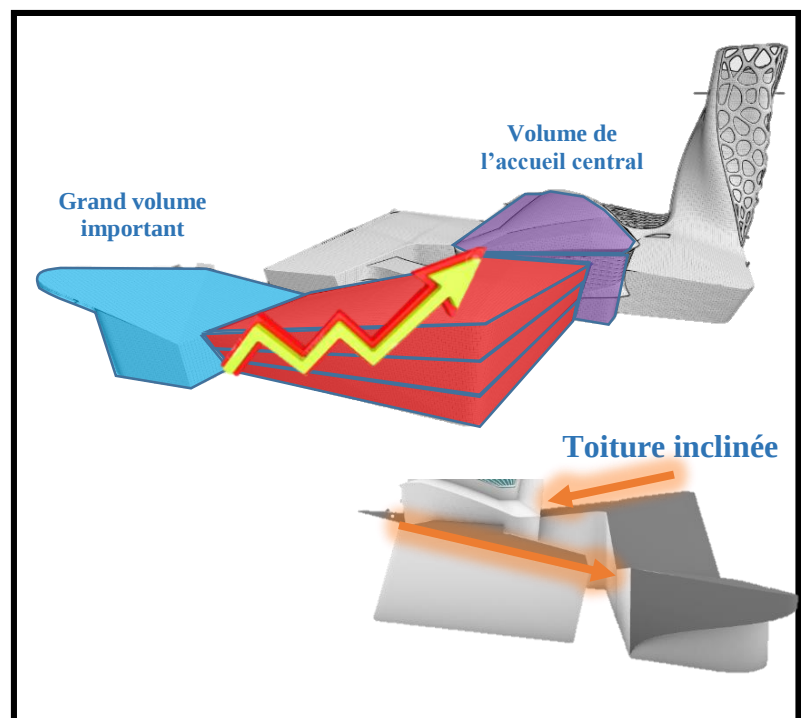


Figure 144 : schémas en 3d d'ajustement de volumétrie

Source : auteur

Espace d'accueil central qui symbolise la concertation des deux spécialités avec une toiture bombée et vitrée pour bien diffuser la lumière naturelle.

La toiture des deux entités crée l'enveloppe qui monte vers le sommet du bâtiment en se croisant autour d'elle, qui symbolise le travail collaboré par les deux spécialités afin de réaliser le projet.

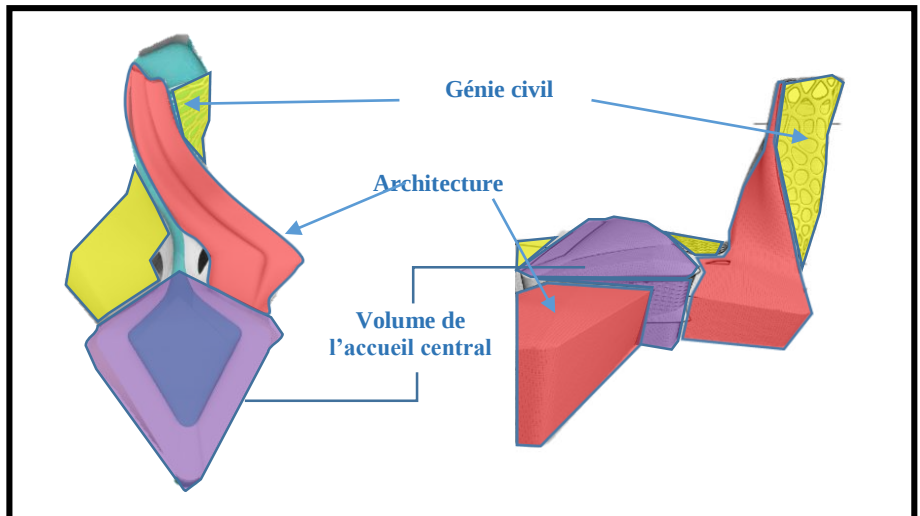


Figure 145 : Schémas en 3d d'ajustement de volumétrie 2

Source : auteur

Les concepts utilisés : Collaboration

Étape 08 : conception de l'espace extérieur :

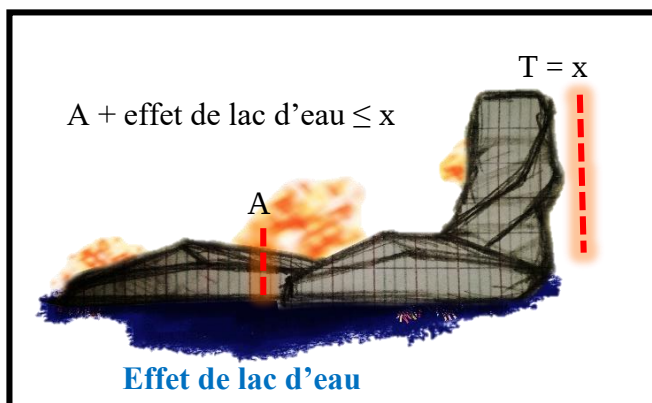


Figure 147 : Croquis schématisé l'effet de lac d'eau

Source : auteur

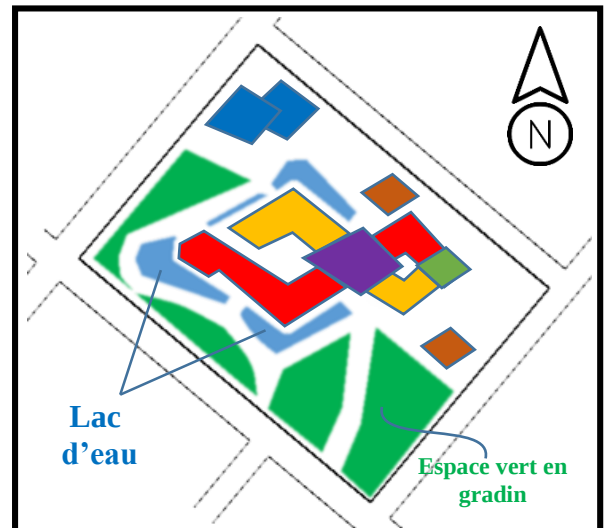


Figure 146 : schéma de la conception extérieure

Source : auteur

- **Lac d'eau** son deuxième objectif est de briser l'écrasement causé par le gabarit de la tour par rapport au reste de volume en créant l'effet de miroir pour la partie écrasée et lui donné plus de profondeur pour équilibrer les gabarits visuellement trompe œil.
- **Espace vert en gradin** pour admirer le projet à travers le sommet des gradins.
- **Espace de détente et d'échange.**
- Aménagement d'un espace d'exposition en plein air en continuité avec exposition intérieure.

5.3.PLAN DE MASSE :

- Une implantation bien choisie qui offre une orientation favorable pour exploiter la climatologie de la ville a notre projet.
- La hiérarchie (bruit/calme) (publique/privé) des espaces en fonction des données du site et les parcours et les accès au site
- La fluidité des parcours et la perméabilité de la forme qui contribue à la liaison entre les deux extrémités du site.
- La variation des parcours et des accès au projet selon les personelles de la recherche scientifique
- Des passages couverts pour la protection contre la chaleur estivale
- Pourcentage de bâti 39% et 61% non bâti.
- Présence des bassin d'eau pour le rafraîchissement de l'air et minimisé les vents de sable
- Les espaces de regroupements semi couvert

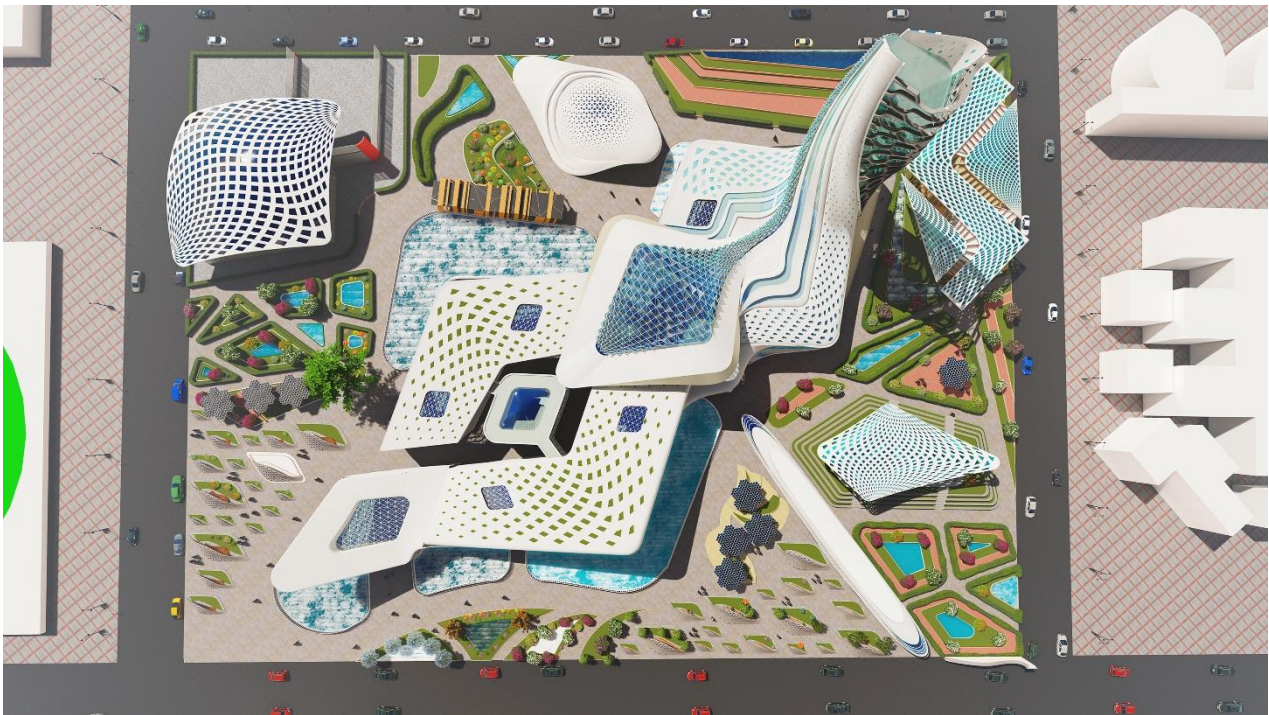


Figure 148 : plan de masse du projet

Source : auteur

5.4.ORGANISATION SPATIAL DU PROJET :

Le rez de chaussée :

- Le rez de chaussée comporte l'entité culturelle, restauration, expérimentale, et de la recherche.

Réception	Hall d'accueil central
Culturel	Bibliothèque
	Salle informatique
	Espace étudiant
exposition	Exposition
Restauration	Réfectoire
Recherche	Axe de recherche génie civil (géo technique et géo environnement)
Recherche	Ateliers de travail et les salles des tests
Recherche	Hall scientifique et magasin

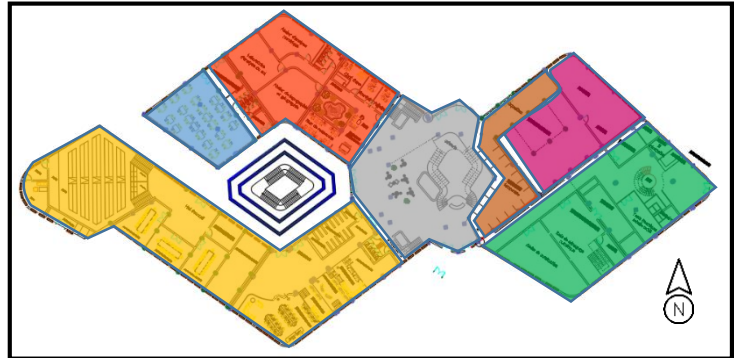


Figure 149: Plan RDC.

Premier étage

L'étage comporte les entités de recherche d'architecture et de génie civil et ateliers de travail.

	Hall de circulation et d'échange scientifique
Recherche	Axe de recherche architecture
Recherche	Axe de recherche génie civil
	Espace de vulgarisation
Recherche	Ateliers et Salles de test



Figure 150: Plan 1er étage.

Deuxième étage

Comporte les espaces suivants :

	Hall de circulation et d'échange scientifique
Recherche	Axe de recherche architecture
Recherche	Axe de recherche génie civil
Recherche	Espace de vulgarisation (en plein air)
Recherche	Axes de recherche communs

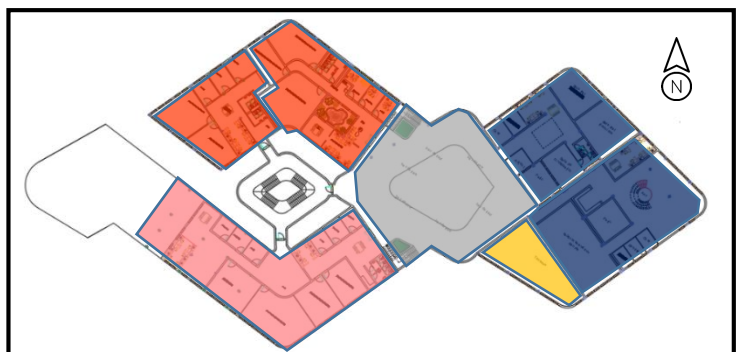


Figure 151: Plan 2eme étage.

- **Le Bâtiment (8 étages) :**

Le bâtiment comporte les espaces suivants :

Recherche	Bureaux de chercheur
Administratif	Archive
	Administration

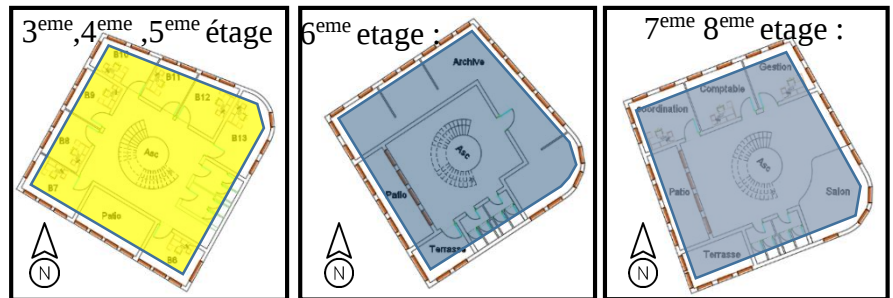


Figure 152: Plans du bâtiment.

5.5.CIRCULATION HORIZONTALE :

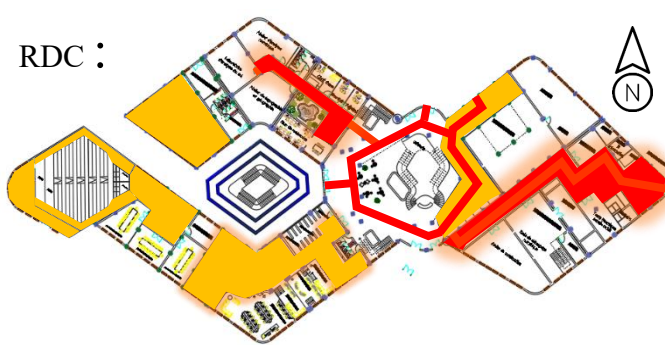


Figure 153: Plan RDC.

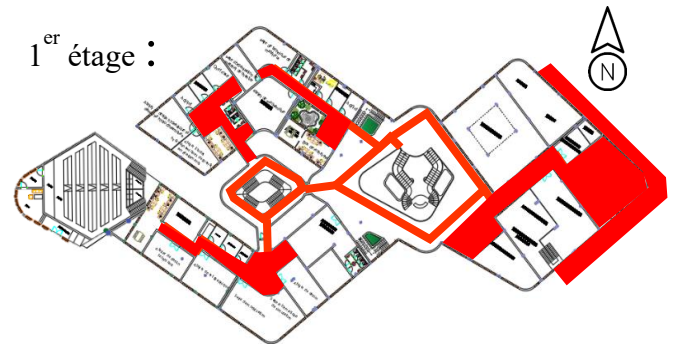


Figure 156: Plan 1er étage.

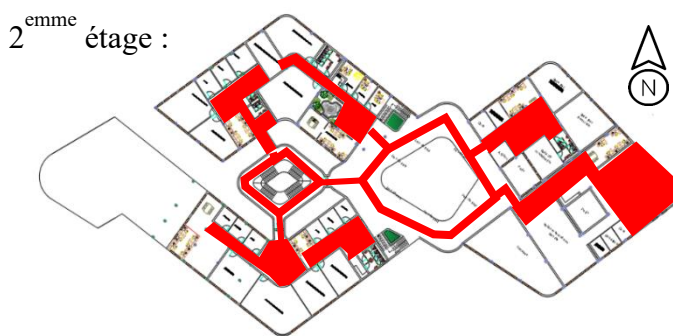


Figure 158: Plan 2eme étage.

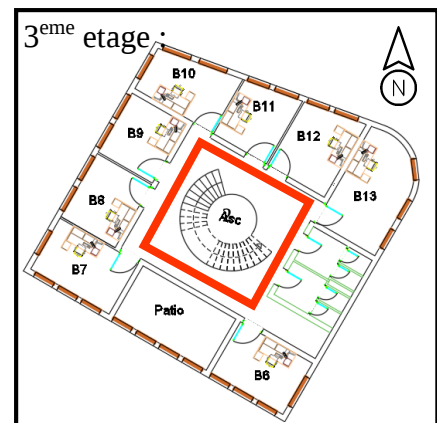


Figure 155: Plan 3eme /8èmeétage.

- Circuit chercheur Privé	
- Circuit Prof chercheur et étudiant public	

- Les circuits sont hiérarchisés (publique/privé) (calme/bruit)
- La circulation est régulière et lisible pour faciliter la circulation
- Des passerelles assurent la connexion entre les deux entités

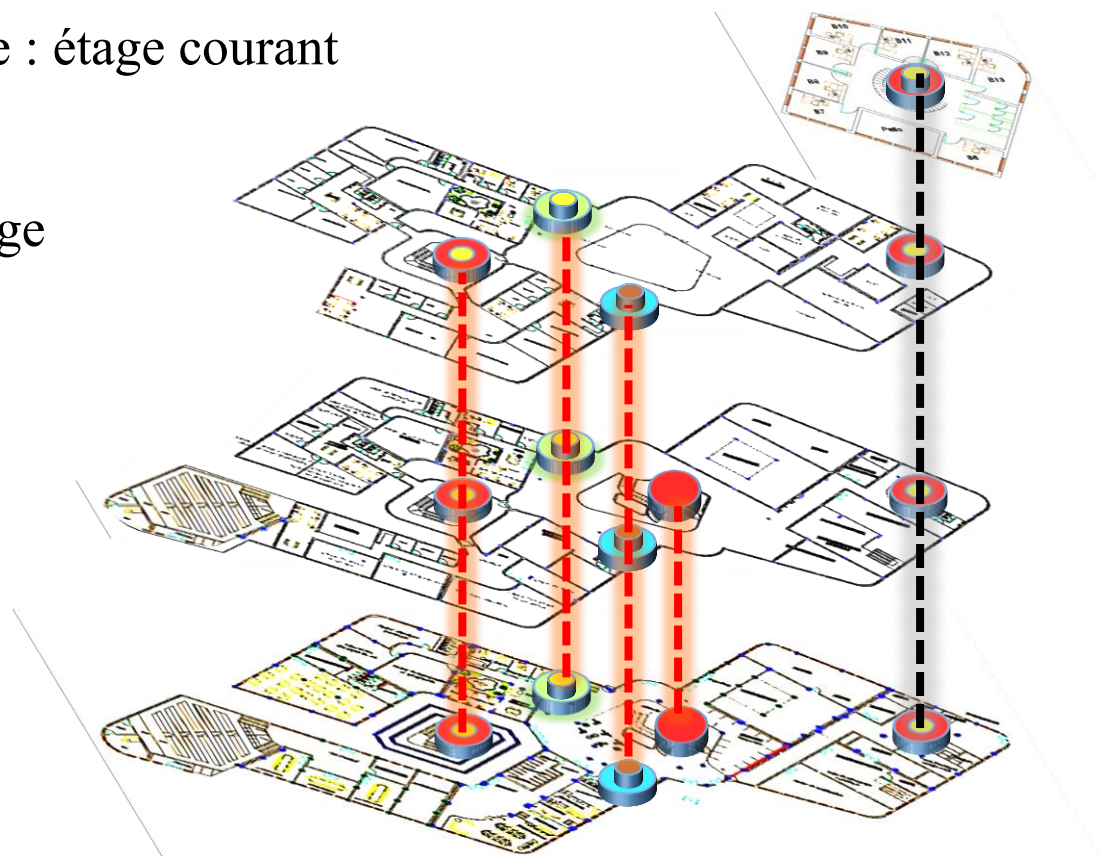
5.6.CIRCULATION VERTICALE :

3^{eme} étage : étage courant

2eme étage

1^{er} étage

RDC



Escalier et ascenseur de bureau de chercheur	
Escalier et ateliers pour axe de recherche	

- La circulation est assurée avec des escaliers et des ascenseurs
- Les escaliers sont positionnés près des entrées de projet pour assurer l'évacuation du personnel en cas d'urgence

5.7.LECTEUR DES PLANS :

Le labo de recherche scientifique se compose d'un rez de chaussé, deux étages avec un bâtiment de 8 étages, et 11 entrées afin d'organiser les accès pour le projet selon les personnels de notre labo de recherche scientifique et l'activité exercée. Avec un principe d'organisation (central et radiale) des espaces pour chaque entité. Et d'un atrium dynamique pour la ventilation et la lumière naturelle et des patios afin de renforcer l'éclairage naturel et la ventilation pour les espaces mal éclairés.

Rez De Chaussé :

Deux entrées principales donnent sur un hall d'accueil central qui est considéré comme un noyau vital car il relie entre les entités qui composent le labo et un lieu d'échange et de détente

L'entité culturelle suit une organisation linéaire, elle comporte 3 accès de l'extérieur et un accès à partir du hall d'accueil central.

Entrée restauration près de l'amphi pour accueillir les professeurs et les membres des salles de commission et les conférenciers. Elle contient 2 entrées.

L'axe de génie civil à un accès de l'intérieur, suit une organisation linéaire.

Salle d'exposition située à droite de l'entrée principale réservée à l'exposition des travaux et des nouveautés de la recherche scientifique de labo.

Les ateliers de travail (Atelier de construction, atelier de façonnage, atelier de maquette) avec le hall scientifique en double hauteur et les salles de teste (sismique, éclairage, ventilation), sont situés ensemble à l'Est du projet à cause de leurs complémentarités de fonctions.

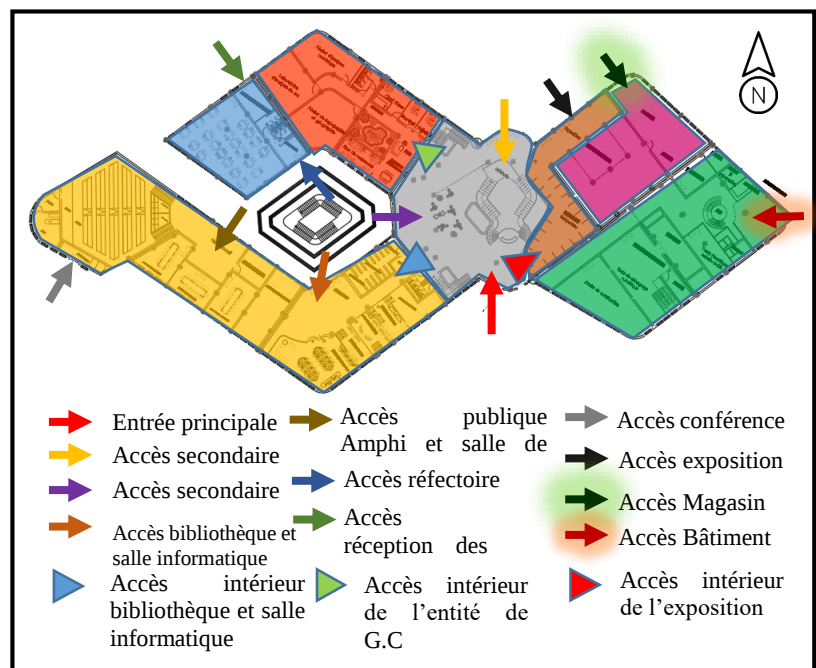


Figure 163 : Plan RDC représente les accès au laboratoire de recherche scientifique de génie civil et architecture.

1^{er} étage :

Le 1^{er} étage contient les deux entités de recherche en génie civil et en architecture, articulées avec des passerelles pour renforcer la communication et la collaboration entre les deux spécialités

Pour plus de communication il y'a des espaces d'échanges et de vulgarisation ouverts qui donnent sur l'extérieur pour avoir un esprit ouvert.

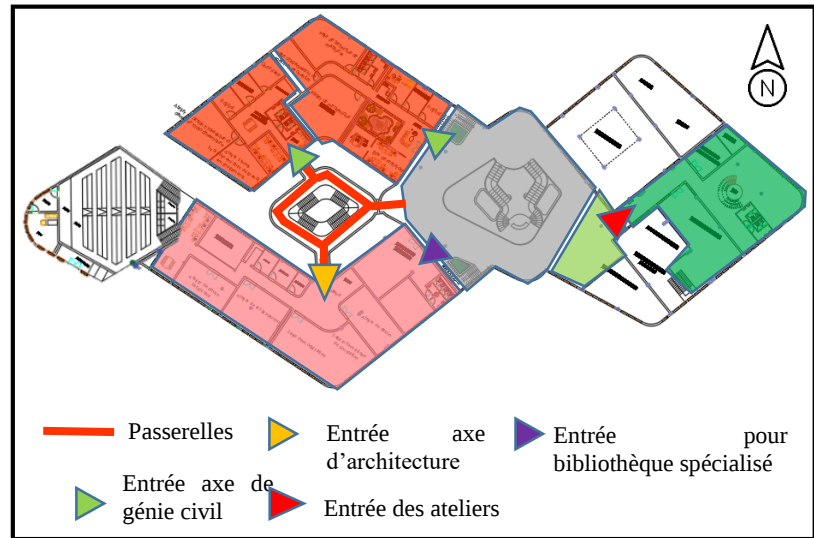


Figure 164: Plan 1er étage représente les accès au laboratoire de recherche scientifique de génie civil et architecture.

2^{eme} étage :

Pour le 2^{eme} étage la même organisation spatiale (linéaire)

Il contient 2 entités de recherche scientifique (architecture et génie civil) et entités de recherche communes avec des passages et passerelles pour relier entre les différentes entités

La relation entre cet étage et le 1^{er} étage est assurée avec les escaliers et les ascenseurs.

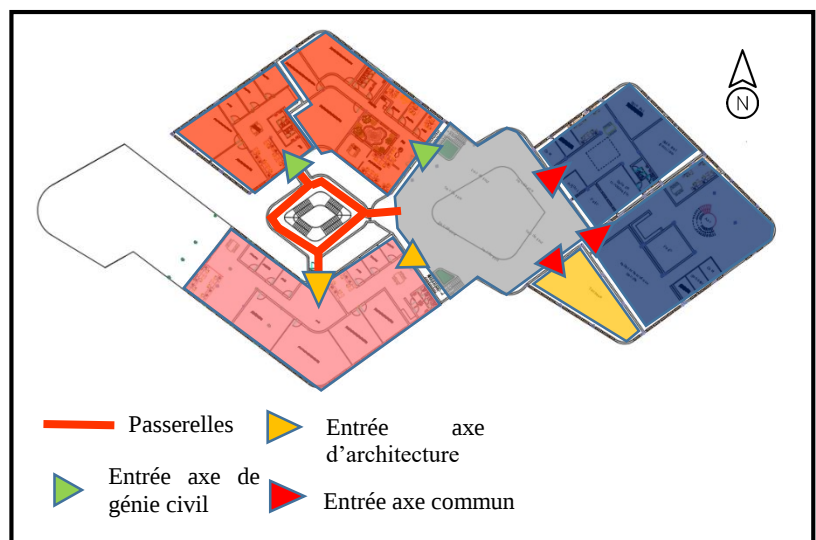


Figure 165: Plan 2eme étage représente les accès au laboratoire de recherche scientifique de génie civil et architecture.

3^{eme}, 4^{eme}, 5^{eme} étage :

À partir de 3^{eme} étage les espaces s'organisent autour d'un noyau central qui abrite un escalier et un ascenseur

Ces trois étages comportent des bureaux de chercheur

6^{eme} étage :

Cet étage est réservé juste aux archives, vu qu'il est utilisé par les deux personnels (chercheur et administrateur) il relie entre les 2 étages (administration et bureau de recherche).

7^{eme} 8^{eme} étage :

Les derniers étages du bâtiment sont pour l'administration du labo de recherche scientifique, vu qu'elle n'a pas de relation directe avec la recherche.

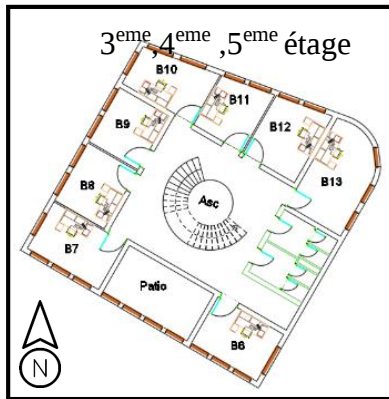


Figure 168 : Plans de 3eme 4eme 5eme étage.

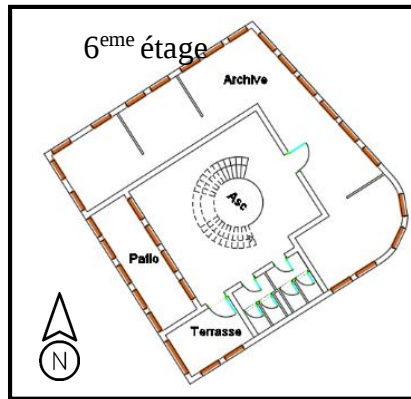


Figure 168: Plans de 6eme étage.

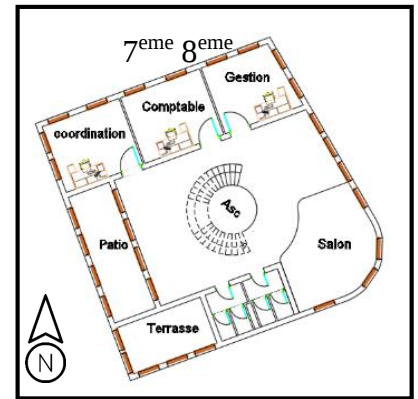


Figure 168: Plans de 7eme 8eme étage.

5.8. LECTURE DES FAÇADES :

La conception d'une façade est une étape essentielle dans la conception du bâtiment pour avoir le confort voulu.

Donc la conception des façades doit suivre les nouvelles réglementations :

- Améliorer la performance énergétique des bâtiments en minimisant l'utilisation de la climatisation et en maîtrisant la demande en électricité.
- Il faut désormais pouvoir anticiper et quantifier la consommation d'énergie nécessaire au bon fonctionnement du bâtiment, sur le long terme. Ainsi,
- Utilisation des équipements intelligents de gestion de la façade sont devenus indispensables.

Idee d'inspiration les éléments des façades :

La conception formelle des éléments des façades sont inspirées de la termitière

Façade principale :

La façade est orientée vers le sud, avec des traitements fluides. Qui abrite l'entité culturelle et d'architecture avec une entrée principale qui est marquée par un auvent d'une hauteur de 8m.

- ✓ L'entrée est animée par sa transparence la volumétrie de l'auvent. Elle protège les publics des intempéries climatiques et crée l'ombrage pour assurer la protection solaire.
- ✓ La façade est 70% couverte et perforée avec une forme fluide dynamique linaire inspirée de la couverture extérieure de la termitière. Et vitrage est 30% intelligent chromé avec des brises soleil sous forme des cellules inspirées de la forme des cellules de la termitière qui contribue sa stabilité structurelle
- ✓ Cette façade est considérée comme importante :

- **Gestion des apports thermiques** par l'isolation grâce à les façades ventilé double peaux et les brises soleils.
- **Gestion de la lumière naturelle**, à travers le vitrage intelligent pour un contrôle efficace de la lumière

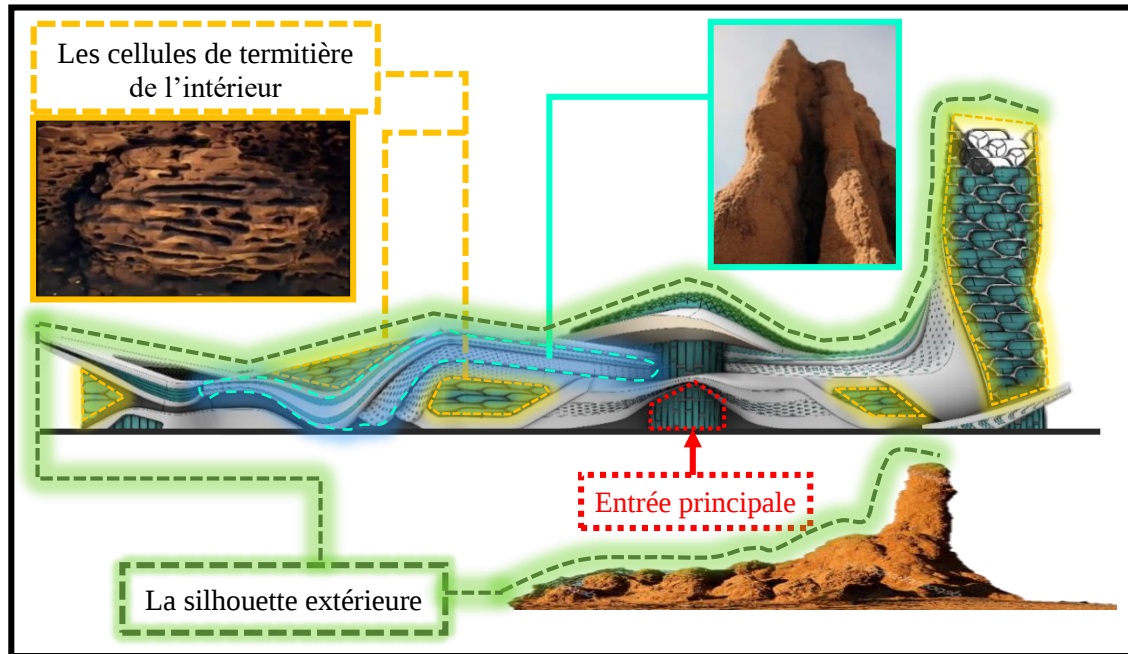


Figure 169 : Représente les composantes de la façade principale.

La façade ouest :

- La continuité formelle des deux volumes (entités d'architecture et de génie civil) avec la forme de toiture et la finalité des deux en se croisant vers la fin symbolisant le chef-d'œuvre final entre les deux spécialités en s'inspirant de la silhouette extérieure et les cellules intérieurs de la termitière
- L'utilisation du vitrage notamment dans l'espace central pour profiter de zénithal
- Elle abrite l'entrer des conférences

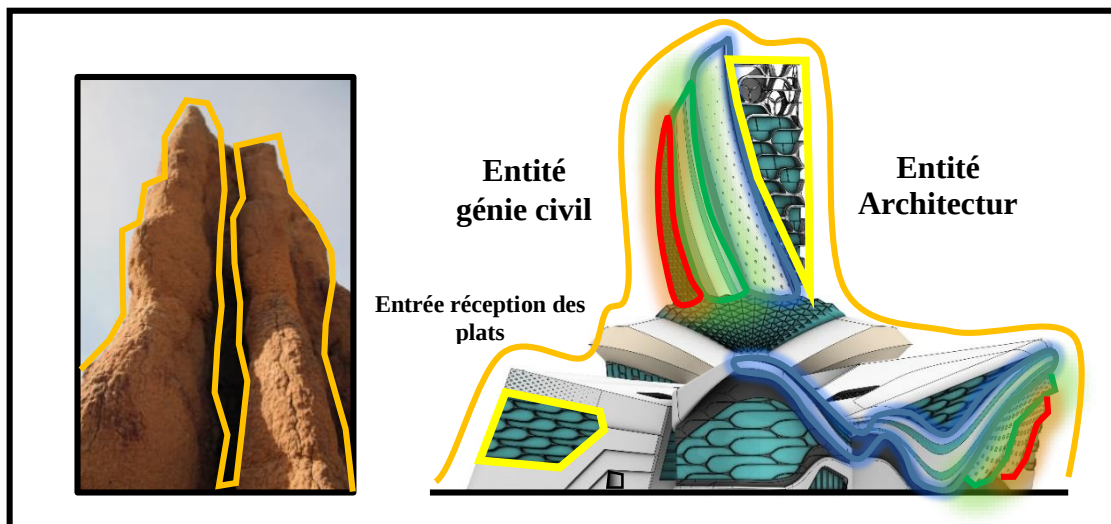


Figure 170: La façade ouest

La façade Est

La façade est orientée Est, abrite une entrée pour chercheur et entrée pour les bureaux des chercheurs qui est accessibles à travers une rampe qui marque l'entrée (forme l'auvent)

- Le vitrage domine la partie Est de la tour pour profiter de la lumière naturelle et donner une légèreté à la masse du bâtiment avec un traitement de cellule qui fait un rappel à la termitière et joue un rôle de protection solaire avec des vitrages intelligents.

- la hauteur du bâtiment est de 36 m qui abrite l'administration l'archive et les bureaux de recherche au sommet il y a des éoliens pour produire de l'énergie électrique.

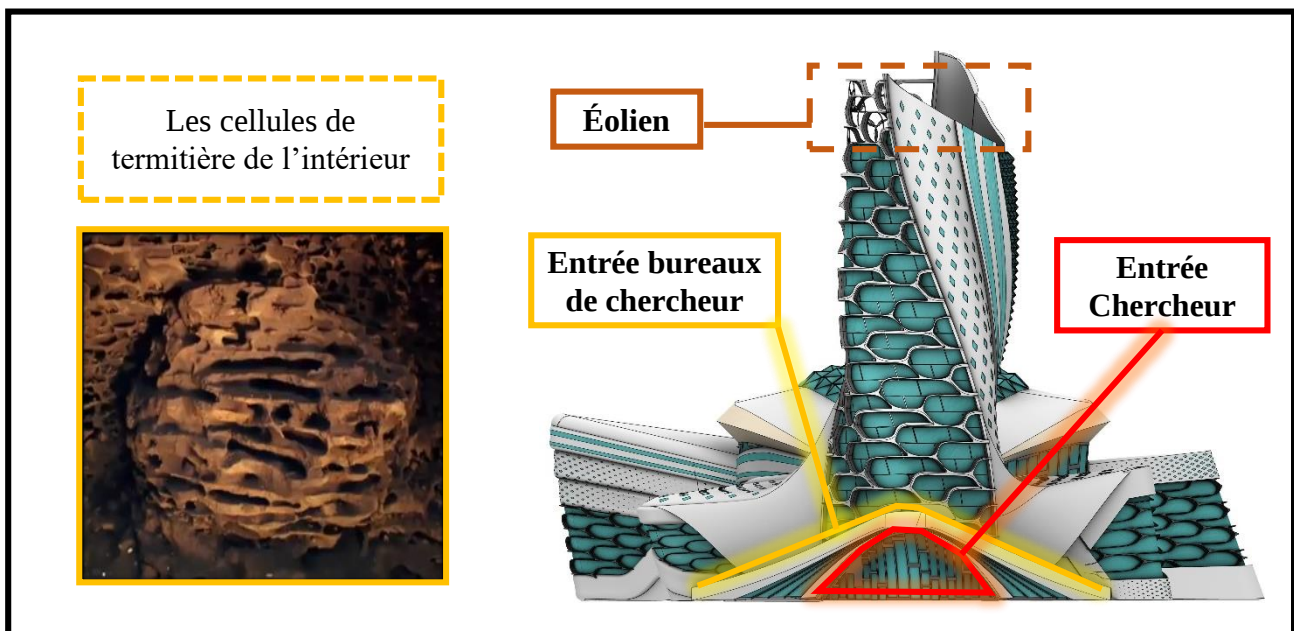


Figure 171: La façade Est

La façade Ouest :

- La continuité formelle des deux volumes (entités d'architecture et de génie civil) avec la forme de toiture et la finalité des deux en se croisant vert la fin symbolisant le chédeuvre final entre les deux spécialités en s'inspirant de la silhouette extérieure et les cellules intérieures de la termitière
- L'utilisation du vitrage notamment dans l'espace central pour profiter de zénithal
- Elle abrite l'entrée des conférences

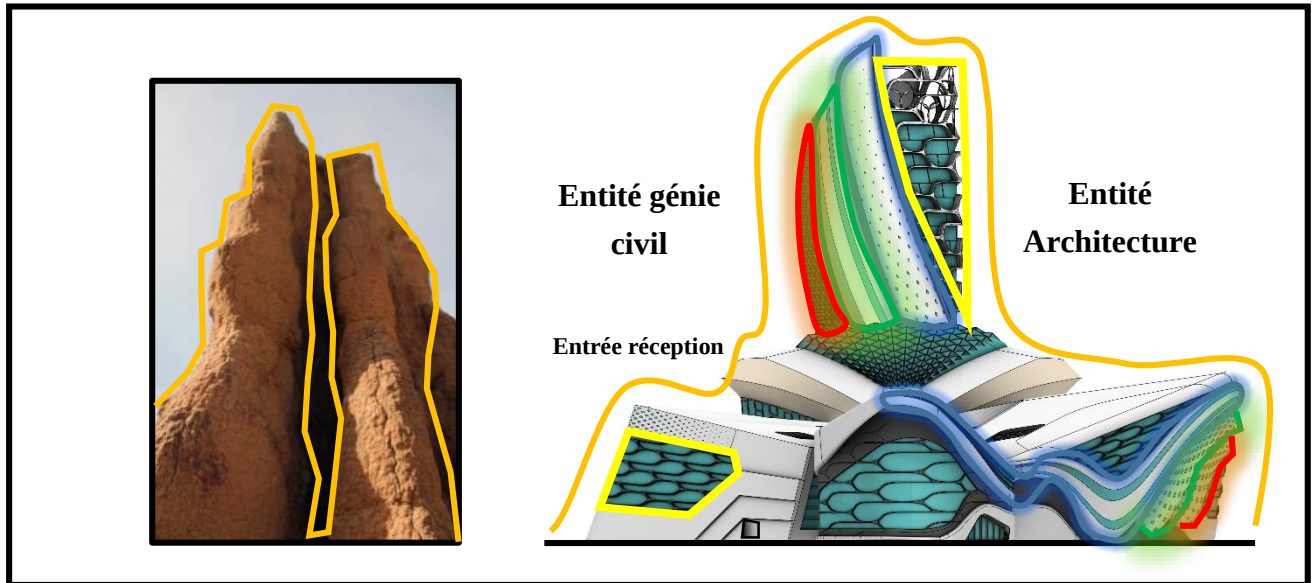


Figure 172 : La façade ouest

5.9.DESCRPTION DE LA TOITURE :

La toiture de notre projet est inclinée pour des raisons suivantes :

- Thermiquement les toits moins exposés aux rayons solaires permettent de réduire l'impact de chaleur sur le projet, ainsi que le positionnement des patios pour une ventilation naturelle des espaces
- La toiture inclinée dévie les contraintes environnementales (vent, pluie, neige)
- Esthétiquement.

Les concepts : Hiérarchisation, collaboration, transparence, flexibilité, compacité, notion d'appel et de repère, symbolisme, la particularité.

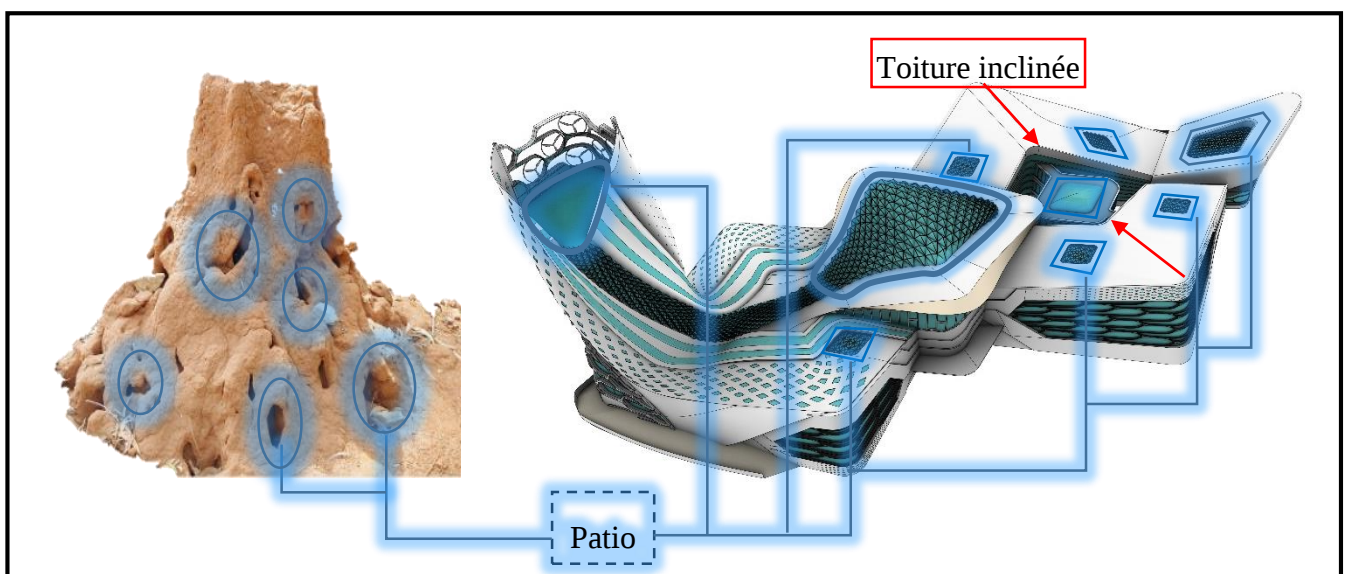


Figure 173: La toiture du projet

5.10. SYNTHÈSE :

Dans ce chapitre, on a essayé de concevoir un laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil durable. On a tenté d'exprimer les différents aspects de l'architecture durable de l'organisation des espaces bâti et non bâti jusqu'à l'organisation intérieure des espaces. Le respect des données climatiques du contexte, l'implantation des entités selon les orientations les plus favorables, sont parmi les principes majeurs.

On a interprété l'aspect de la durabilité dans la façade, la transparence a parmi les principes majeurs pour bénéficier des apports solaires. La végétation a aussi une grande importance dans notre projet pour assurer le confort thermique, visuel et olfactif à cause de la nature de notre laboratoire de recherche.

6. Chapitre Étude Technique

INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous exposons L'étude technique, c'est l'étude qui détermine les différents techniques et dispositifs liés à la durabilité utilisée dans notre projet le système constructif ; les techniques de confort thermique, visuel, acoustique et olfactif, la gestion d'énergie et d'eau, la sécurité (système incendie, coup feu et l'alarme).

6.1.SYSTÈME CONSTRUCTIF

Structure mixte hybride :

Un élément structurel en construction est défini comme mixte s'il associe deux matériaux de nature et de propriété différentes, et là où ils se différencient se révèlent complémentaires avec l'objectif de tirer sur le plan mécanique la meilleure partie possible de cette association. Dans notre cas on a choisi : Structure mixte béton / acier

Structure tridimensionnelle :

Se dit d'une structure dont les éléments, travaillant dans les trois directions de l'espace (structure spatiale, en résille), ne sont pas réductibles à un système de forces inscrites dans un plan vertical, au contraire des structures en portique ou en arc.

Structure (portiques-voiles) en béton armé :

Le béton armé est un matériau composite, il est constitué de deux matériaux le béton et l'acier. Le béton a pour rôle de reprendre les efforts de compression (travaille bien à la compression) et l'acier reprendre les efforts de traction (armature ou ferrailage longitudinale) et les efforts de cisaillement (armature ou ferrailage transversale).

Les types de la structure dans le projet :

- Espace centrale, amphi et les façades de tour en structure métallique
- Escalier centrale et les encenseurs en mure voile
- L'autre espace en structure mixte

Motivation du choix de la structure :

- La combinaison entre deux systèmes constructifs, permet de franchir les grandes portées.
- La structure mixte permet de nombreuses variations architecturales, et offre une certaine liberté à l'innovation et à la création tant sur le plan architectural, structurel et fonctionnel.
- Aspect de la légèreté : Une réduction du poids propre du bâtiment par rapport à l'utilisation d'une structure seulement en béton.
- Aspect écologique et le respect de l'environnement.
- Aspect économique

Les 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.

- **Joints de rupture** : utilisés dans les changements de direction des différentes trames et dans le cas de différence de charge.
- **Joints de dilatation** : utilisés pour remédier aux effets de la température dans les bâtiments de grande longueur, chaque 25 à 30 mètres.

Les joints est une nécessité technique mais aussi économique

Technique : pour simplifier le problème du comportement de l'ouvrage

Économique : pour éviter un surdimensionnement.

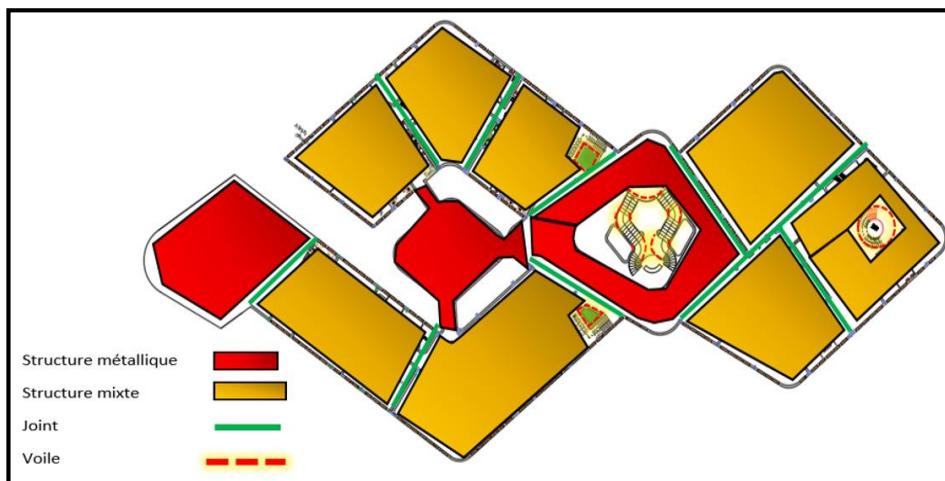


Figure 174 : système constructif de projet

Source : auteur

6.2.LES MURS :

❖ Les murs extérieurs :

Basé sur trois critères :

Gestion des apports thermiques par l'Isolation Dynamique : C'est au niveau des ouvertures que se situent les principaux échanges entre l'intérieur et l'extérieur. Une façade équipée de protections solaires permet de maîtriser ces échanges de façon précise pour une gestion optimale des apports thermiques.

Gestion de la lumière naturelle : Pour mieux contrôler la lumière naturelle et optimiser le confort visuel.

Ventilation naturelle : Pour créer un environnement de travail plus agréable, plus sain et plus productif.

❖ Les murs intérieurs :

Il s'agit d'obtenir des surfaces de cloisonnement rigoureusement planes et sans saillies, comportant le moins de joints possible, permettant un nettoyage aisé pour éviter l'accumulation de poussière susceptible de propager des bactéries, en choisir plusieurs types :

- Des cloisons de distributions.
- Des cloisons d'un revêtement acoustique.
- Des cloisons coupe-feu.
- Des cloisons pleines.

6.3.ESCALIERS :

Les escaliers sont protégés contre l'incendie par des murs coupe-feu et aussi des portes coupe-feu d'une heure.

Les escaliers sont des éléments destinés en premier lieu à assurer le franchissement des différents niveaux d'un immeuble.

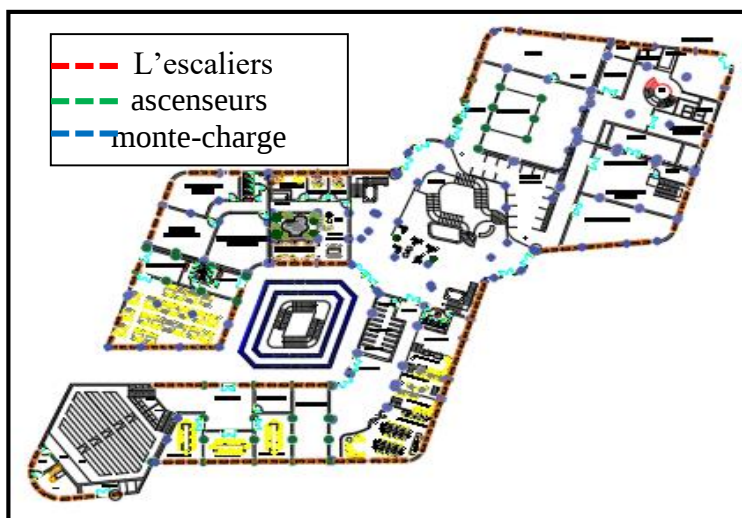


Figure 176 : l'escaliers et ascenseurs sur plan

Source : auteur

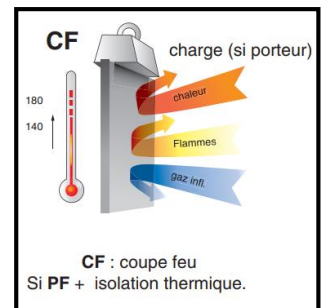


Figure 175 : mur coupe-feu

source : Conception des bâtiments d'activités en béton



Figure 177 : Ascenseurs

Grue (pont roulants d'un hall scientifique):

Permettent de soulever et de transporter des pièces très lourdes entre les différents halls de production.

En général organisés sous forme de portiques, ils se caractérisent par la très importante force qu'ils sont capables de transmettre à leurs crochets, palans ou treuils.

- Levage et transport de marchandises très lourdes
- Portiques massifs et de grande longueur
- Nombreux modèles, distingués par le déplacement possible ou non du pont



Figure 178 : grue d'Hall scientifique

source : www.techni-contact.com

6.4.MATÉRIAUX ET REVÊTEMENTS :

Les panneaux phénoliques :

Les panneaux phénoliques ou panneaux phénoliques compacts (également appelés panneaux stratifiés) sont formés d'une âme en résine et de fibres de cellulose thermodurcissables de haute densité ; ils employés dans les cas suivants :

- **En intérieur** : Cabines sanitaires pour vestiaires, toilettes, douches...etc. Cloison pour bureaux créant différentes pièces ou espaces de travail.
- **En extérieur** : Bardages de façade en panneaux phénoliques.

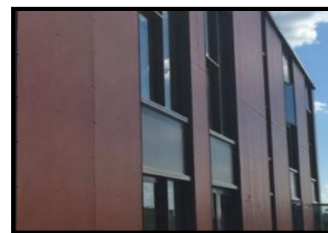


Figure 179 : : panneaux phénoliques
source : www.spigogroup.com/fr

Brique alvéolaire (ou monomur) :

La brique monomur est un matériau de maçonnerie en terre cuite qui se met en œuvre de manière classique. À condition d'utiliser des joints minces au lieu du mortier épais habituel, elle procure par elle-même une isolation thermique intéressante.

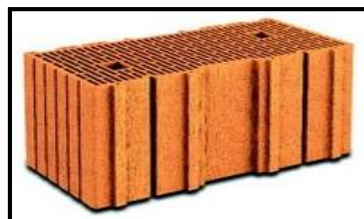


Figure 180 : : Brique alvéolaire
source : www.isolation.ooreka.fr

Polyuréthane TMS

TMS de la marque EFYOS sont des panneaux isolants en mousse rigide de polyuréthane destinés à l'isolation sous chape flottante, mur extérieur ou dallage. Support de référence des systèmes de chauffage intégrés dans le sol.



Figure 181 : : polyuréthane TMC
source : www.soprema.fr

Les carrelages muraux :

Le carrelage est souvent le revêtement mural privilégié dans les cuisines et les salles de bain. C'est sans doute pour son étanchéité et sa grande facilité d'entretien.



Figure 182 : carrelages muraux
source : www.m-habitat.fr

Cloison pleine :

La cloison de bureau pleine permet une parfaite confidentialité et un total isolement. Essentiellement constituée de panneaux revêtus tenus par des couvre-joints en aluminium.



Figure 183 : : cloison pleine
source : <http://www.espace-cloisons-alu.fr>

Les dalles alvéolées :

Les dalles alvéolées sont des dalles en béton ou en plastique, ajourées, qui sont remplies au moyen de gazon (usage plus fréquent), parfois de graviers (préférer la pierre stabilisée de type porphyre ou basalte à la dolomie), ou plus rarement de sables. Le gazon et le gravier sont plus adaptés pour l'aménagement de parkings.



Figure 184 : : dalle alvéolée
source : Guide bâtiment durable. Brussels

Panneaux fibragglo :

Parmi les isolants naturels, on cite parfois le panneau en Fibragglo. Sans forcément se classer dans les isolants écologiques, il s'agit effectivement d'un isolant à base de fibre de bois. Très pratique dans les travaux d'aménagement intérieur ou en tant qu'isolant secondaire, la Fibragglo peut être une bonne solution pour l'isolation acoustique et thermique.

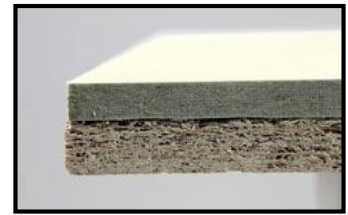


Figure 185 : : panneaux fibragglo
source : www.lisolation.fr

Verre de Flint :

Est un type de verre avec un indice de réfraction élevé et un nombre d'Abbe faible, Ce sont donc des verres très dispersifs, c'est-à-dire qu'ils dévient très différemment les rayons lumineux selon leur longueur d'onde. Le verre flint est très utilisé en cristallerie d'art pour sa brillance, l'indice de réfraction élevé provoquant un plus grand nombre de réflexions internes.

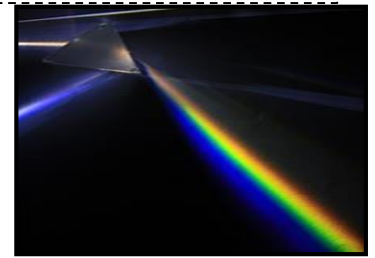


Figure 186 : Figure : Verre de flint
source : fr.wikipedia.org

Plancher en terre cuite :

Les planchers composites se composent d'un ensemble de poutres et entrevous. Les poutres sont préfabriquées en béton précontraint enrobé de terre cuite, entre lesquelles viennent s'intercaler de entrevous creux, en terre cuite également. Les deux extrémités des poutres reposent sur les murs porteurs. Elles sont disposées à intervalles réguliers, déterminés par la forme des entrevous. Ceux-ci servent en fait de coffrage.



Figure 187 : : plancher en terre cuite
source : www.brique.be

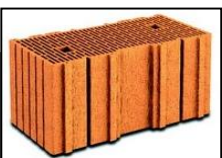


Figure 188 : : schéma de présentation
l'utilisation des matériaux

6.5.STRATÉGIES DE DURABILITÉ :

6.5.1. Confort thermique :

Système passif :

- ❖ **Forme du projet** : forme compacte
- ❖ **Végétation et plan d'eau** :
Pour créer un micro climat dans l'extérieur et l'Intérieur
- ❖ **Façade double-peau** :

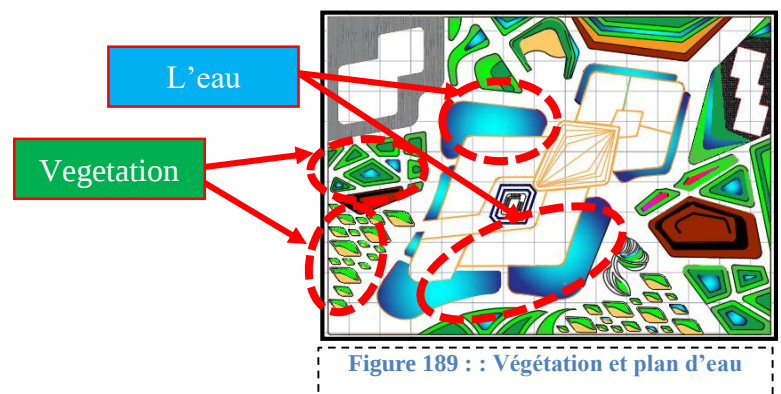


Figure 189 : : Végétation et plan d'eau

Économie d'énergie en limitant le recours à la climatisation et au chauffage. La possibilité de production d'énergie annexe sur la peau extérieure de type de vitrage :

- Vitrage intelligent
- Photovoltaïques
- Panneaux solaires (production l'eau chaude)

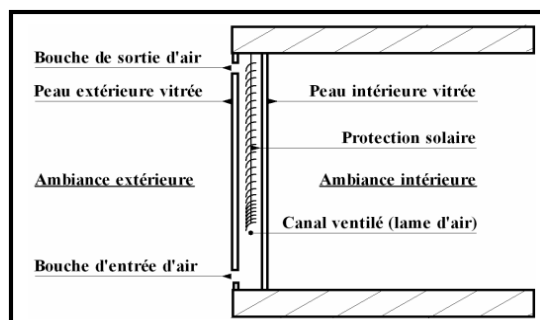


Figure 191 : Façade double-peau



Figure 190 : : Façade double-peau
dans le projet

❖ Façades dynamiques :

L'automatisation des protections solaires permet d'anticiper le niveau de consommation énergétique pour un bâtiment donné. Lorsque l'ensemble des systèmes de refroidissement, de chauffage, d'éclairage et de gestion des stores communiquent entre eux via des lignes bus, la maîtrise de la consommation d'énergie est optimale



Figure 192 : : Façade dynamique dans le projet

❖ Ventilation transversale :

Généralement favorisée durant la nuit où la température extérieure est inférieure à la température intérieure. Elle permet le refroidissement rapide des éléments structurant.

❖ Tour à vent : Ventilation naturelle assistée par l'énergie solaire :

Le principe général est d'assister le phénomène de tirage thermique en utilisant l'énergie solaire pour augmenter les écarts de températures et donc l'effet de tirage thermique. Dans le présent travail, on s'intéresse à ce dernier type de ventilation. (Effet de cheminée)

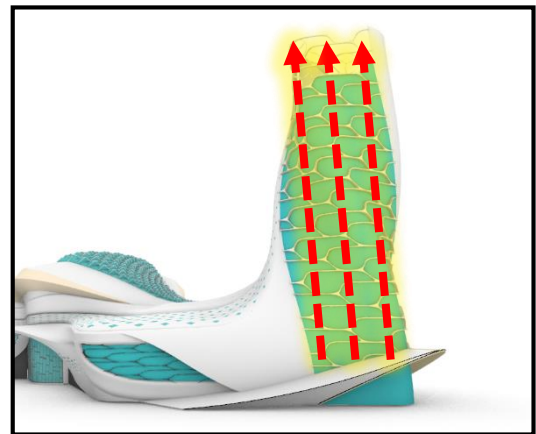


Figure 193 : : l'effet de tirage thermique par la tour

❖ Ventilation par atrium :

L'atrium permet de remplir de nombreuses fonctions, en amenant de la lumière naturelle notamment. Il joue également un rôle dans la ventilation naturelle, car il agit comme une cheminée solaire géante. De plus, l'intérêt de l'atrium est que le volume de bâtiment que l'on peut ventiler naturellement est doublé par rapport au cas précédent de la cheminée placée sur un côté, puisque l'entrée d'air se fait des deux côtés du bâtiment, tandis que l'extraction se fait au milieu.

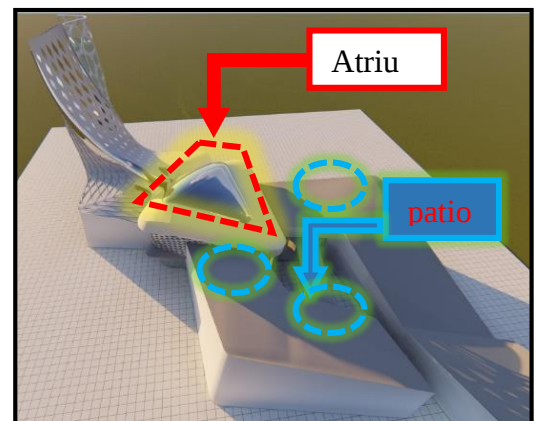


Figure 194 : : ventilation par atrium

❖ Patio :

C'est un système passif pour assurer l'éclairage naturel et le confort visuel et thermique à l'intérieur des espaces et pour la ventilation naturelle.

Système actif :

❖ La centrale de traitement d'air (CTA) :

La centrale de traitement d'air est un élément technique dédié au chauffage au rafraîchissement, à l'humidification ou à la déshumidification des locaux tertiaires ou industriels, c'est un système tout air à débit constant ou variable.

Une CTA est soit de type monobloc, soit elle est constituée de modules additionnés les uns aux autres, suivant la configuration, modules ventilation, module batteries froides et chaudes, module filtres, etc.

Il existe deux types de centrales de traitement d'air :

- La CTA simple flux, elle est soit tout
 - Air neuf, soit tout air repris ou encore
 - En mélange des deux flux
- La CTA double flux, elle permet toutes les combinaisons possibles entre la reprise d'air, l'air neuf, l'air rejeté, l'air traité suivant la configuration.

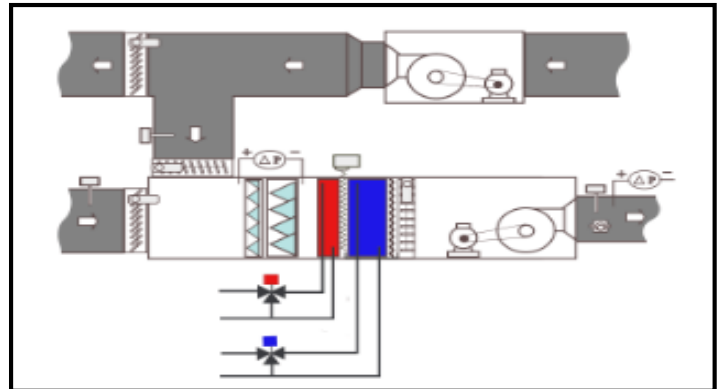


Figure 195 : CTA simple flux

Source : www.abcclim.net

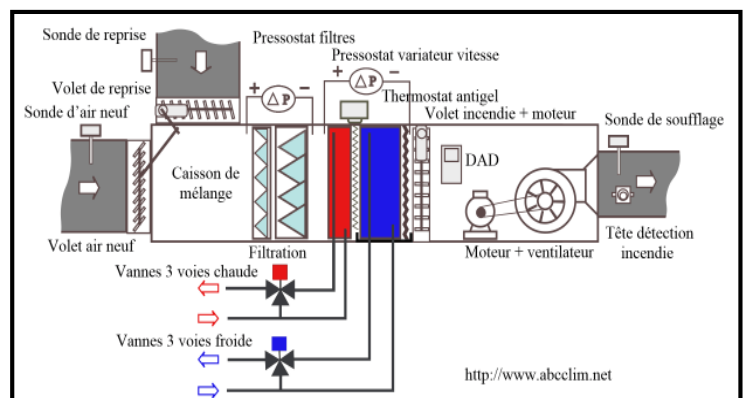


Figure 196 : CTA double flux

Source : www.abcclim.net

6.5.2. Confort visuel :

- ✓ **Système passif :**
- ❖ **L'orientation du projet :** Le projet orienté selon l'axe EST -OUEST



Figure 197 : L'orientation de projet

❖ Vitrage :

couverture de double comme un oreiller en matière plastique elle permet la pénétration de beaucoup de lumière, mais elle est également étanche de cette façon n'a pas besoin de climatisation dans la construction. Lorsque les rayons solaires sont forts et les oreillers en matière plastique ce referme pour cacher le soleil et la chaleur et au contraire lors du passage d'un nuage d'épaisseur les oreillers restant ouvertes grâce à des capteurs pour permettre la pénétration de plus lumière .

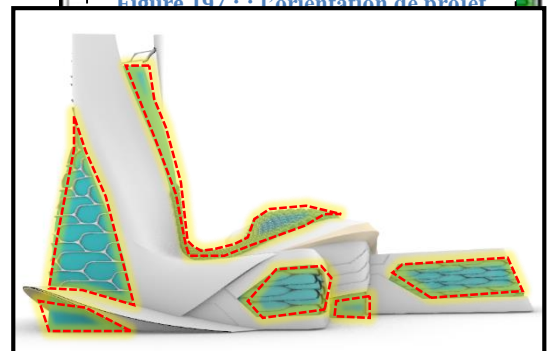


Figure 198 : le vitrage dans le projet

❖ Atrium :

Est une surface vitrée zénithale permet de désenclaver l'espace central vers le ciel et d'éviter de parait notre projet confiné L'atrium offre la possibilité d'éclairer à la fois le volume couvert par les verrières et les différents espaces adjacents et qui l'entoure et favorise l'éclairage naturel aux dépend de l'éclairage artificiel a l'avantage aussi de réduire les consommations énergétiques et produire des effets lumineux différents de ceux qui procure une baie verticale.

❖ Les puits de lumière :

Les conduits de lumière sont utilisés pour transporter et distribuer de la lumière naturelle sans transmission de chaleur dans des pièces sombres éloignées des ouvertures traditionnelles tout en réduisant au minimum la perte de lumière. Un puits de lumière est une ouverture située en toiture ou dans le plancher d'un local qui permet d'éclairer naturellement le ou les étages inférieurs.

❖ **Le patio :** C'est un système passif pour assurer l'éclairage naturel et le confort visuel.

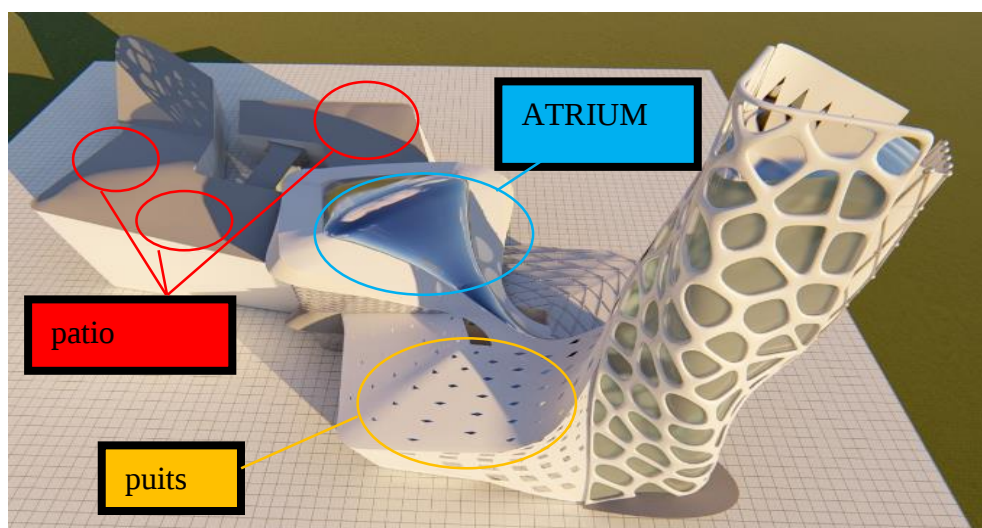


Figure 199 : dispositif d'éclairage naturel

Système actif :

❖ **Eclairage artificiel à basse consommation d'énergie :**

Critères de choix : On base sur trois critères :

- Durabilité
- Ambiance et confort
- Bien-être et performances

Éclairage extérieur :

Lampe LED Solaire avec Detecteur de Mouvement Sans Fil Luminaire Extérieur LED :

Matériel : ABS/ Imperméable : IP65/
Dimension : 141X106X50MM/ Source D'éclairage :
8XSMD2835 LED/ Luminosité : 120Lm/ Temps de
Charge : 8 heures sous le soleil/ Puissance : 3.7V
2200mAh Batterie au lithium pour réserver l'énergie
solaire/ Capteur : Détecteur
* source : www.cdiseout.com



Éclairage intérieur :

Lampe de bureau LED ELINKUME

ELINKUME moderne LED lampe de table, lampe de bureau LED, design minimaliste, 12W blanc chaud, Smart acrylique LED lampe de modélisation parfaite pour le chevet (doré) [Classe énergétique A]

* source : www.amazon.fr

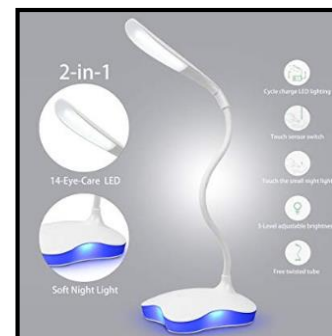


GB-Lun Lampe de bureau LED, lampe de lecture 5 w 360

degrés réglable : Le cou de la lampe est totalement flexible pour une utilisation dans le bureau.

- Lumière protégeant vos yeux : On a conçu spécialement la tête ronde de la lampe pour émettre uniment la lumière et protéger vos yeux contre les rayonnements et les blessures.

* source : www.amazon.fr



ONICO L TEC-GP LED (ESSENTIAL STABLEWHITE)

- Projecteur à LED Essential stable White
- Optimisé pour un éclairage d'accentuation efficace et performant dans les boutiques et les espaces de vente.
- Refroidissement passif par une gestion thermique innovante
- Flux lumineux du luminaire : 4000-4100 lm

* source : www.batiproduits.com



Néon Tube LED 18W | Tube LED 60CM Lampe

- Stable et Durable.
- Design moderne et agréable.
- Anti-éblouissement.
- Étanche à l'eau



Spot Encastrable de Plafond Complet | Lampes Encastrées LED 5w :

- Avec ampoule LED + douille | répond aux exigences de sécurité | faible consommation d'énergie par LED
 - Idéal pour usage et haute qualité de lumière | pour un éclairage et une accentuation optimaux solution d'éclairage idéale pour l'éclairage de base
- * source : www.amazon.fr



Les détecteurs intégrés dans le luminaire:

- Ce type de détecteur commande directement et individuellement le luminaire sur lequel il est monté. Dans la nouvelle .

Les multi détecteurs :

- la détection de présence,
- la régulation en fonction du niveau d'éclairage naturel,
- la réception IR d'un signal de commande à distance

* source : Energie plus



6.5.3. Le confort acoustique :

❖ Plaques de plâtre en carton perforé :

Il existe de nombreuses façons de résoudre le confort acoustique des espaces intérieurs que nous concevons, en utilisant des matériaux et des solutions de prix et d'apparences différents. Les panneaux de gypse en carton perforé sont une option économique et efficace à intégrer aux projets, **absorbant le son et réduisant le niveau sonore généré par la réverbération** à travers différents motifs et formes.



Figure 200 : plaques de plâtre en carton perforé..

Source: www.archdaily.com

Fonctionnement :

Les perforations elles-mêmes contribuent à l'absorption du son et fonctionnent comme un résonateur. De cette manière, le son perd de l'énergie lorsqu'il pénètre dans la chambre formée, par exemple entre le plafond et la dalle. Il est important de considérer que le résultat dépendra de la hauteur des plaques, dans le cas de plafonds, et sur l'épaisseur de la chambre à air, dans le cas des garnitures.

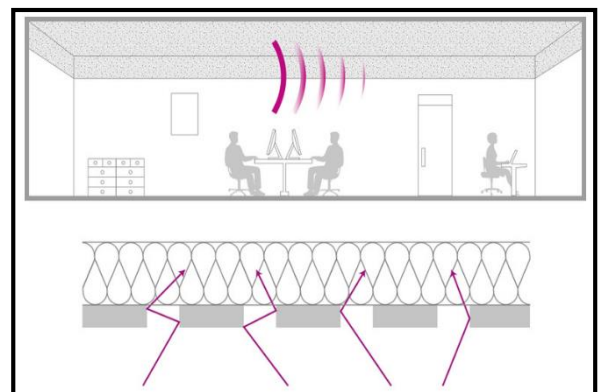


Figure 201 : : schémas représente une coupe de fonctionnement des plaques de plâtre en carton.

Source: www.archdaily.com

Porte acoustique PHONIDOOR :

Porte acoustique métallique pivotant, simple ou double vantail. La conception de ce bloc porte prêt à poser, haute performance, permet directement son intégration dans les laboratoires ou dans le cadre de la fermeture d'un local industriel ou tertiaire. Sa robustesse est prévue pour des usages intensifs en application intérieure ou extérieure.



Figure 204 : : porte acoustique PHONIDOOR



Figure 202 : : isolation acoustique des bureaux et espaces de vulgarisation
Source : <https://www.decibleFrance.com>

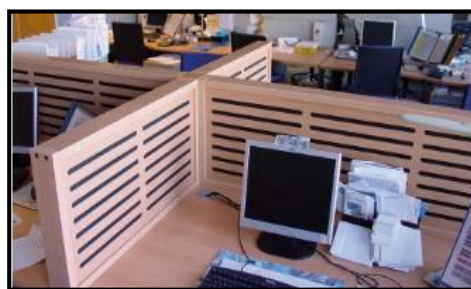


Figure 203 Figure : isolation acoustique des bureaux et espaces de vulgarisation
Source : <https://www.decibleFrance.com>



Figure 205 : : isolation acoustique salles d'information et salle polyvalente
: isolation acoustique salles d'information et salle polyvalente

6.5.4. Le confort olfactif (respiratoire) :

Les espaces verts :

Effet d'oxygénation de l'air ambiant : Les végétaux agissent sur le cycle de carbone à la fois par la photosynthèse utilisant le gaz carbonique et rejetant l'oxygène, et la respiration ; consommant l'oxygène et rejetant le gaz carboniques et rafraîchit l'air.

❖ Lac d'eau :

Jouer le rôle de rafraîchissement de l'air et assurer une bonne qualité de l'air.



Figure 206 : : des espaces verts et lac d'eau

❖ les patios :

La création d'un patio au centre d'un bâtiment peut être une solution adaptée dans le cas d'une construction à la géométrie compacte pour assurer un renouvellement d'air (Une ventilation naturelle) et qualifier une bonne qualité d'air.

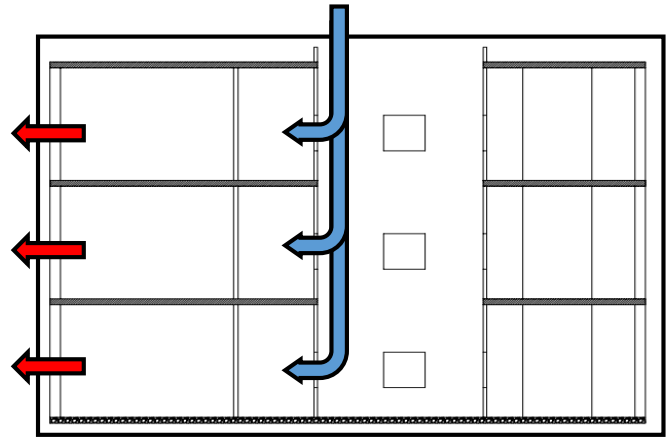


Figure 207 : : schéma présente l'effet de patio dans le confort olfactif

❖ système chaînette :

pour l'évacuation de l'air vicié dans les espaces non aéré (sanitaires).

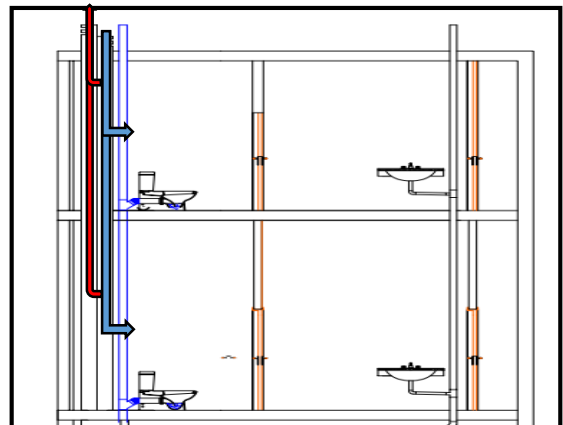


Figure 208 : schéma présente l'évacuation de l'air vicié

6.5.5. Gestion d'énergie :

❖ Systèmes solaires :

Des panneaux photovoltaïques flexibles son intégrée au niveau de toiture

Les panneaux solaires souples et flexibles ont une technique de fabrication spécifique qui leur permettent de bénéficier de cellules aux rendements élevés. Cette technique de fabrication consiste à encapsuler des cellules photovoltaïques en silicium entre des feuilles de matériau flexible, dont l'un au moins est transparent (par exemple le polycarbonate). Cette technologie d'encapsulation offre aux panneaux souples et flexibles des avantages inégalés : flexibilité exceptionnelle, très haut rendement, ultra léger, ultra fin, montage facile et rapide, esthétique, adaptabilité à des surfaces non planes, transport facile, ...

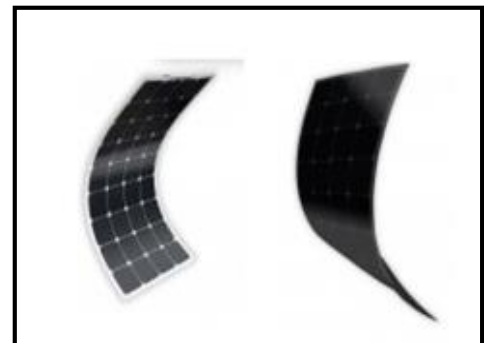


Figure 209 : panneaux solaires souples et flexibles
www.wattuneed.com

❖ Récupérer L'énergie de la marche (cinétique) :

Marcher, sauter, taper du pied... Autant de mouvements qui dégagent de l'énergie. Plusieurs projets s'attellent à la récupérer pour la convertir en électricité.

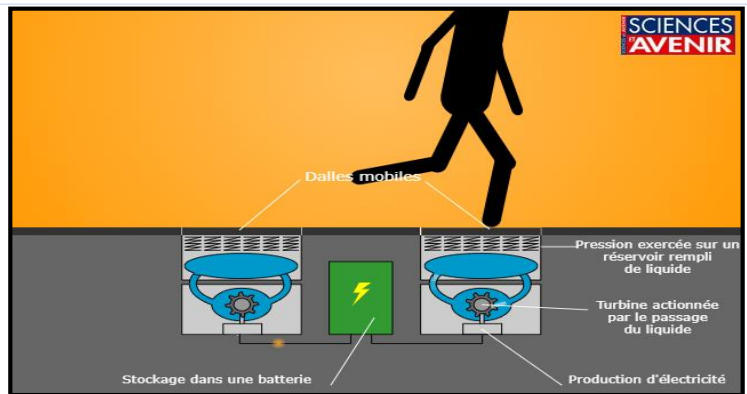


Figure 210 : : panneaux solaires souples et flexibles

www.wattuneed.com

❖ Revêtement de sol qui produire électricité(cinétique) :

Les techniques pour récupérer l'énergie produite dans la vie de tous les jours, sans être utilisée, sont en train de susciter de plus en plus d'intérêt. Grâce à la « récolte d'énergie », un revêtement de sol foulé par de nombreux passants ou une télécommande peuvent se transformer en outils de production d'énergie. Cette nouvelle technologie devrait connaître un avenir plein de promesses.



Figure 211 : : revêtement de sol qui produire électricité

Les éoliennes :

Le principe de l'éolienne consiste à transformer l'énergie cinétique du vent (le souffle du vent), en énergie mécanique.

Les différents types d'éoliennes ont vu le jour afin d'optimiser le rendement du vent. L'idée étant de toujours aller plus haut, et d'optimiser la captation des vents.



Figure 212 : : éolienne

❖ Vitrage dynamique intelligent

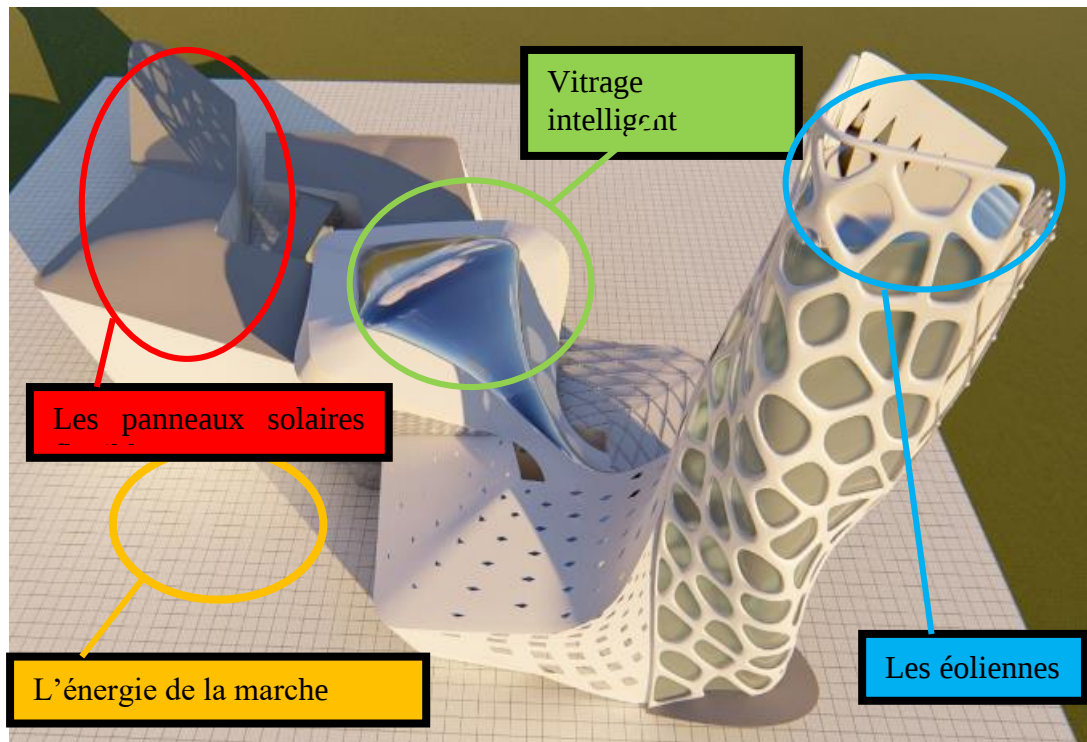
limiter les besoins en lumière artificielle et réduit les coûts en climatisation et chauffage grâce à une température intérieure toujours agréable pour un confort préservé, Ce type on a utilisé au niveau de traitement du l'atrium.

❖ Les détecteurs de mouvement :

Dans les entrepôts de grand volume ou les bureaux aménagés de cloisons montant à mi-hauteur, le champ de vision d'un détecteur à infrarouge de 90° risque d'être masqué. Il est dès lors recommandé d'utiliser des détecteurs panoramiques dont l'angle d'ouverture est de 360°.



Figure 213 : : détecteur de mouvement
<http://www.faiteslepleindavenir.com>



Revêtement de sol qui produire électricité

Les détecteurs de mouvement

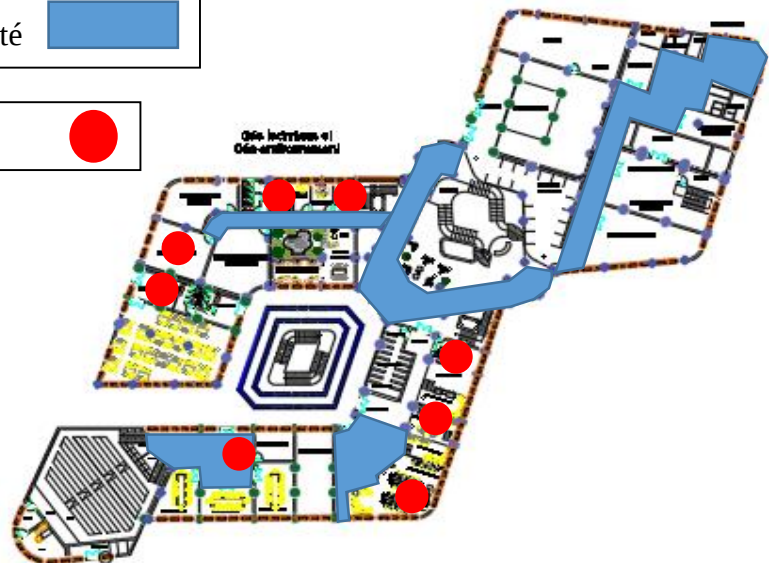


Figure 214 : production de l'énergie dans le projet

SYNTHÈSE :

**7. Chapitre Évaluation de l'effet de patio
sur le confort visuel des boxes de
recherche et de l'espace de vulgarisation
scientifique**

INTRODUCTION :

La relation entre la lumière naturelle et le bâtiment ne relève ni du passé ni de l'avenir c'est une constante de l'architecture. C'est pourquoi il est indispensable d'en étudier les principes et les lois qui ont, de tout temps, permis aux architectes de répondre efficacement et avec grandeur à cette problématique fondamentale en architecture.

Au quotidien, la lumière joue un rôle essentiel : elle contribue à notre santé, notre sécurité et notre dynamisme, améliore nos conditions de travail et augmente nos performances, mais elle participe aussi à l'embellissement des espaces, à la valorisation des architectures intérieures.

Dans les boxes de recherche Travailler dans de bonnes conditions vérifié le confort des chercheurs et un éclairage de mauvaise qualité rend les tâches visuelles plus difficiles, ralentit le rythme de travail, accroît la fatigue et génère des coûts de fonctionnement excessifs.

7.1.PROBLÉMATIQUE :

- Quelle amélioration peut un patio porté au confort aux box de recherche et aux salles de Vulgarisation ?
- Comment améliorer les conditions de confort visuel d'une box de recherche orienté SUD avec des dispositifs architecturaux ?

7.2.OBJECTIF :

L'objectif de travail est d'assurer l'effet de patio dans les box de recherche de génie civil et d'architecture à Laghouat et d'évaluer les performances lumineuses de ces systèmes dans les boxes de recherche à l'aide des logiciels de simulation numérique.

7.3.HYPOTHÈSE :

Le dispositif architectural et climatique le patio pour permettre de maintenir le confort visuel d'une box de recherche dans un laboratoire de recherche d'architecture et génie civil

7.4.MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE :

Méthode expérimentale basée sur une simulation numérique à l'aide des logiciels.

7.5.ETAT D'ART SUR LE CONFORT VISUEL :

7.5.1. Confort visuel :

Sensation de satisfaction et de bien-être par rapport à l'ambiance lumineuse (naturel. Ou artificiel) fournie dans un local et permettant d'effectuer les tâches qui s'y déroulent normalement

7.5.2. Les paramètres du confort visuel :

Il y a plusieurs paramètres qui influence le confort visuel on les résume dans les points suivants :

- Niveau lumineux
- Distribution de la lumière
- Directivité de la lumière Risques d'éblouissement
- Couleur de la lumière
- Relation au monde extérieur

a- Le flux lumineux :

Le flux lumineux d'une source est l'évaluation, selon la sensibilité de l'œil, de la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace par cette source. Il s'exprime en lumen (lm)

b- 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.

c- 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.

d- La luminance :

La luminance d'une source est le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée.

e- Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ) :

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 simultané sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé



Figure 240: images représentent les facteur du lumière du jour

7.5.3. Définition de l'éclairage naturel :

D'une manière générale, 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. (MUDRI, L 2002)

7.5.4. 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), soit les deux à la fois. Mais leurs fonctions restent les mêmes.

a. 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.

b. Éclairage 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. L'inconvénient que présente ce type d'éclairage naturel est la possibilité d'ombres gênantes, dues aux allèges par exemple, surtout si les parois du local sont sombres.

c. Éclairage 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.

d. L'éclairage zénithal :

D'après (C. TERRIER et B. VANDEVYVER 1999), 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.

7.5.5. Dispositifs de distribution de la lumière naturelle :

1- Le second jour :

Principe : Apport de lumière naturelle par une ouverture donnant sur un espace bénéficiant de lumière du jour directement depuis l'extérieur.

Avantage : Permet de créer une impression de lumière naturelle dans un local privé de premier jour et de le faire bénéficier de la dynamique de la lumière naturelle.

Inconvénients : N'offre pas (ou rarement) de vue sur l'extérieur. Ne permet pas d'obtenir des niveaux d'éclairement suffisants pour effectuer une tâche visuelle

Mise en œuvre : Dispositif adapté aux locaux à occupation passagère comme par exemple les circulations ou les espaces reprographie. Ou encore locaux avec premier jour éclairés en fond de pièce par une circulation adjacente

2- Les sheds et lanterneaux :

Principe : Apport de lumière naturelle zénithale par une ouverture donnant sur l'extérieur.

Avantage : Apport de lumière naturelle zénithale par une ouverture donnant sur l'extérieur.

À surface égale, les prises de jour horizontales permettent d'offrir deux fois plus de lumière qu'une fenêtre verticale. Bon moyen d'améliorer l'uniformité en fond de pièce ou d'apporter de la lumière naturelle dans les circulations du dernier niveau d'un bâtiment.

Inconvénients : N'offrent pas de vue sur l'extérieur. Des déperditions et surchauffes peuvent être générées. Il conviendra de choisir un facteur solaire adapté, notamment par une protection solaire extérieure. Possibilité d'éblouissement par le soleil direct au travers des lanterneaux si le vitrage n'est pas diffusant.

Mise en œuvre : Pour les sheds, veillé à orienter l'ouverture au nord pour ne pas laisser pénétrer le rayonnement solaire direct. Choisir un coefficient de réflexion lumineuse le plus élevé possible pour les costières des lanterneaux.

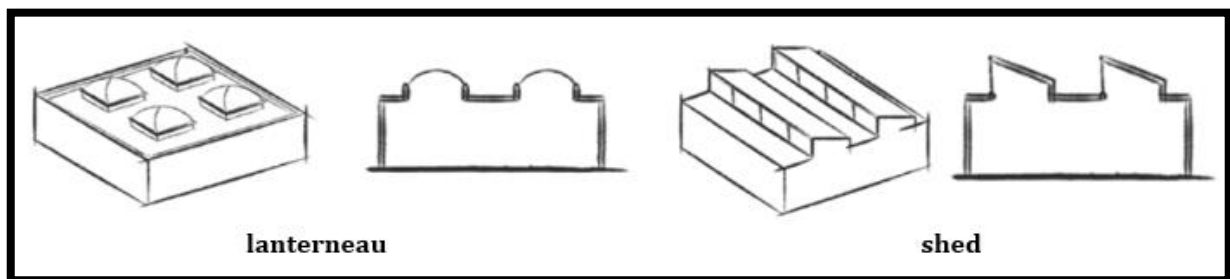


Figure 241: les shed et les lanterneau

3- Les atriums/patios et puits de lumière :

Principe : Apport de lumière naturelle par un volume extrudé plus ou moins grand au cœur d'un bâtiment

Avantage : La création d'un atrium/patio au centre d'un bâtiment peut être une solution adaptée dans le cas d'une construction à la géométrie compacte

Inconvénients : N'offre pas ou peu de vue sur l'extérieur. L'apport de lumière naturelle chute rapidement d'un étage à l'autre (diminution rapide de la composante directe). Peut poser des problèmes de vis-à-vis et d'intimité **Mise en œuvre :** Préférer cette solution pour des bâtiments peu élevés ou veiller à ce que la largeur du patio/atrium soit supérieure à la hauteur du bâtiment Veiller à choisir un coefficient de réflexion lumineuse élevé pour les parois et le sol. Préférer un patio ouvert à un atrium fermé qui pourra diminuer jusqu'à 30 % la quantité de lumière naturelle.

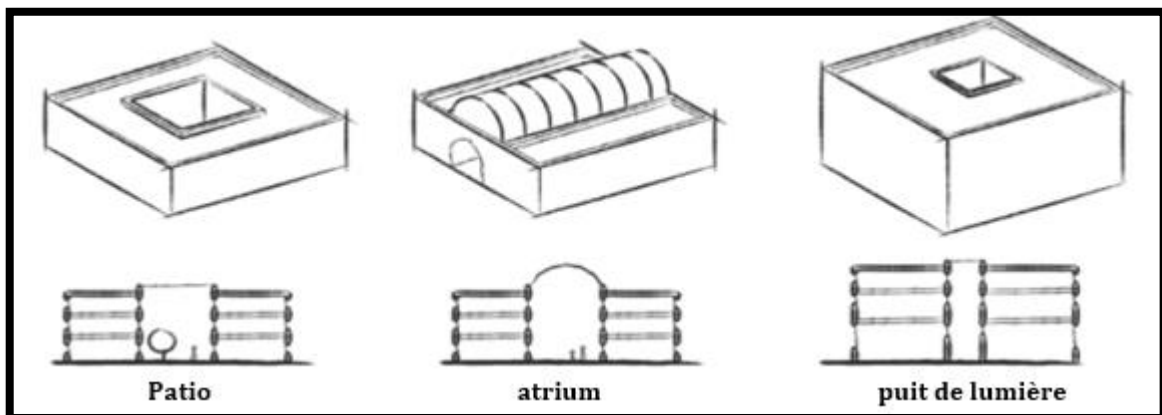


Figure 242: les atriums les pation et les puit de lumiere

4- Les étagères à lumières

Principe : Dispositif permettant de rediriger la lumière naturelle en fond de pièce à l'aide d'un plan réfléchissant positionné sur une baie (généralement un tiers de la hauteur de la fenêtre sous le linteau) et perpendiculairement (ou légèrement incliné) à celle-ci.

Avantage : Diminue les niveaux d'éclairement élevés à proximité de la fenêtre et améliore donc l'uniformité. Permet d'apporter de la lumière naturelle en fond de pièce. Peut servir de brise-soleil en été sur une façade sud. Permet de bénéficier des apports solaires en hiver sur une façade sud.

Inconvénients : Dans le cas d'une étagère à lumière couplée à un brise-soleil, les performances du système peuvent chuter rapidement si un entretien et un nettoyage régulier ne sont pas effectués.

Mise en œuvre : Préférer la mise en place de ce système sur une façade sud.

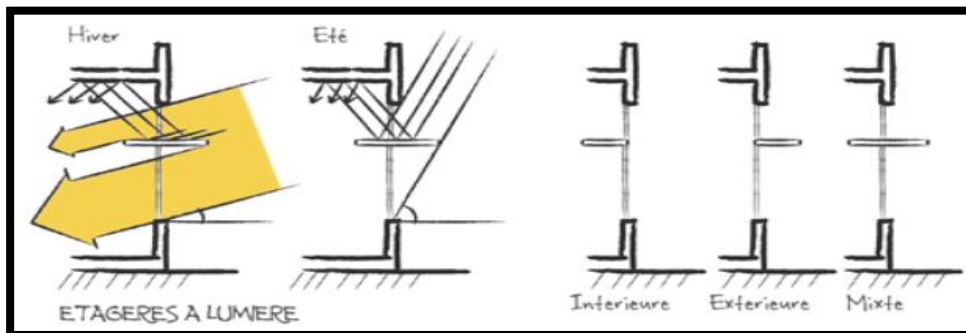


Figure 243: les étagères de lumières

Les conduits à lumière :

Principe : tube en matériau ultra réfléchissant (classiquement de l'aluminium) qui collecte la lumière en toiture et la conduit dans le bâtiment.

Avantage : Permet d'apporter de la lumière naturelle dans des locaux défavorisés ou en fond de pièce. Un système performant pourra apporter de la lumière naturelle à travers plusieurs étages.

Inconvénients : Le rendement peut chuter rapidement si le tube est long. Des déperditions thermiques et problèmes d'étanchéité à l'air peuvent apparaître si la mise en œuvre n'est pas soignée

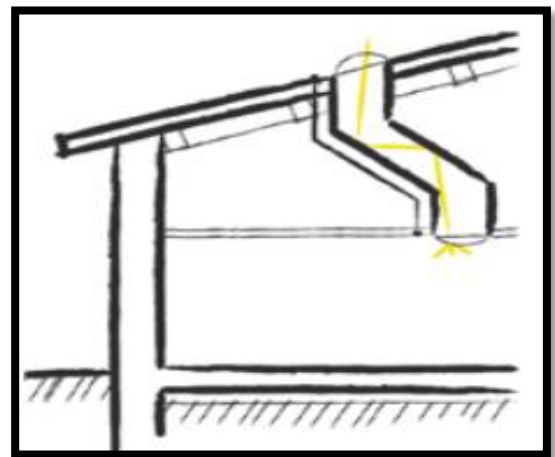


Figure 244: les conduites de lumiere. Source:

Mise en œuvre : Maximiser le coefficient de réflexion lumineuse des parois du tube (supérieur à 0,95) pour une efficacité maximale. Veiller à une bonne isolation thermique sur toute la longueur. Pour un rendement efficace (> 50 %), il est conseillé de choisir un ratio longueur/ diamètre inférieur à 10.

7.5.6. Comparaison de différents dispositifs :

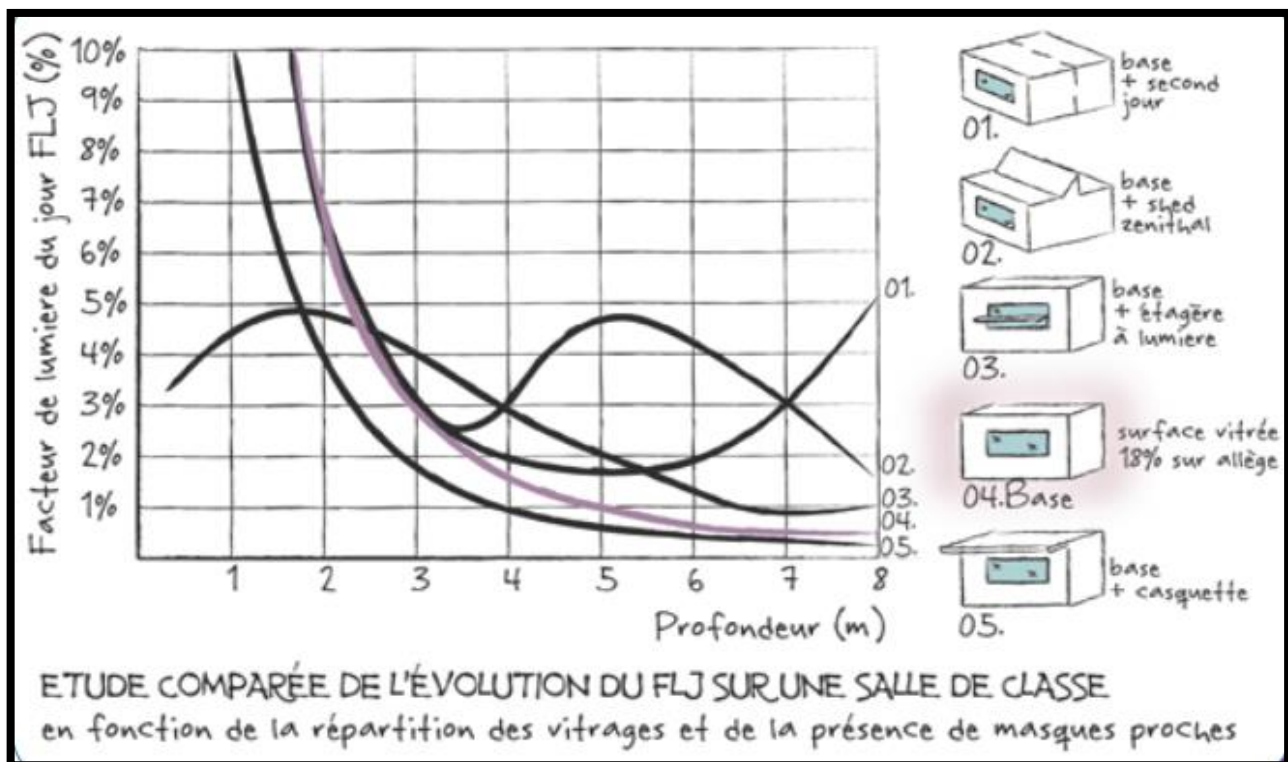


Figure 245: étude comparée de l'évolution du FLG dur une sall de classe

Chacun des dispositifs détaillés ci-dessus permet de répondre à des besoins précis. Voyons à présent comment les performances d'une sélection de ces systèmes évoluent comparativement à l'intérieur d'un local.

7.5.7. 5-Les protections solaires :

Les protections solaires peuvent prendre de multiple forme, elles répondent généralement aux objectifs suivants :

- La limitation de l'éblouissement.
- La diminution des surchauffes.
- La préservation de l'intimité des occupants.
- L'occultation des locaux.
- Le parti architectural.
- L'augmentation du pouvoir isolant. On distingue deux familles de protections solaires : les protections fixes et mobiles.

❖ Les protections solaires fixes

• La végétation

Pour les niveaux bas d'un bâtiment, une végétation à feuilles caduques peut bloquer le rayonnement solaire direct au printemps et en été et le laisser passer en hiver de manière à bénéficier des apports solaires. Faible coût de mise en œuvre.

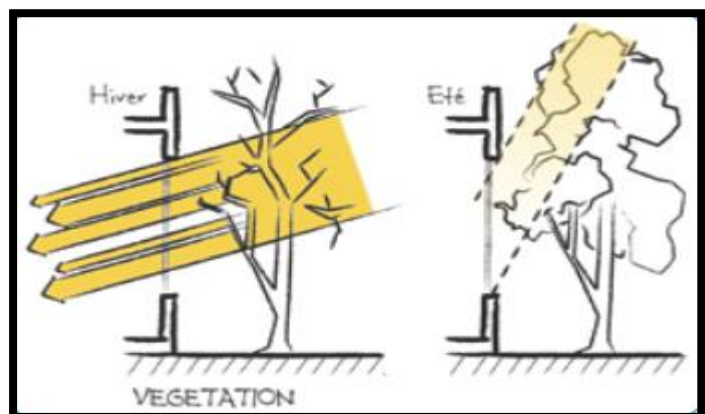


Figure 246:schema de protection solaire par végétation

- **Brise-soleil horizontaux extérieurs :**

Si l'orientation est franche (plein sud) et que le système est bien dimensionné, il permet de bloquer la pénétration du rayonnement solaire direct au printemps et en été pour éviter les surchauffes.

Permet également de bénéficier des apports solaires en période d'automne et d'hiver

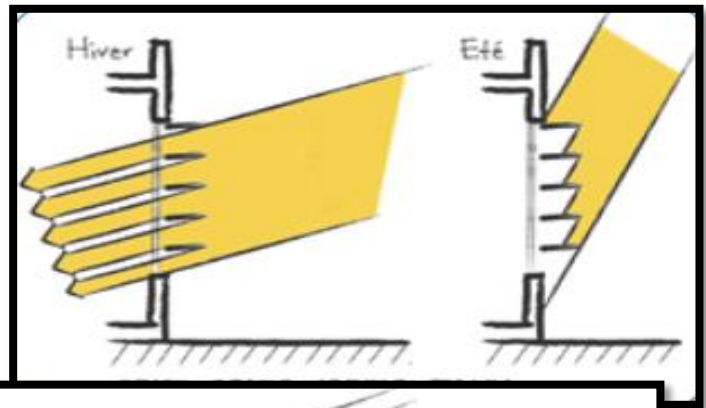


Figure 247: schéma de protection solaire par brise soleil

- **Brise-soleil verticaux extérieurs :**

Permet de réduire considérablement la pénétration du rayonnement solaire direct

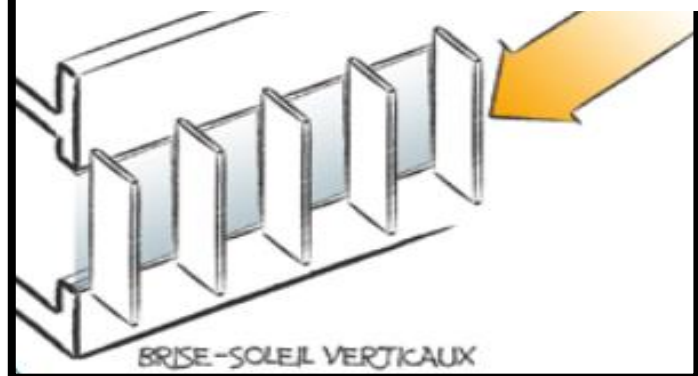


Figure 248: protection solaire par brise soleil. Source: L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014

- **Résille extérieure :**

En fonction du pourcentage de perforation, le système peut permettre de bloquer le rayonnement solaire direct tout en conservant une vue sur l'extérieur.

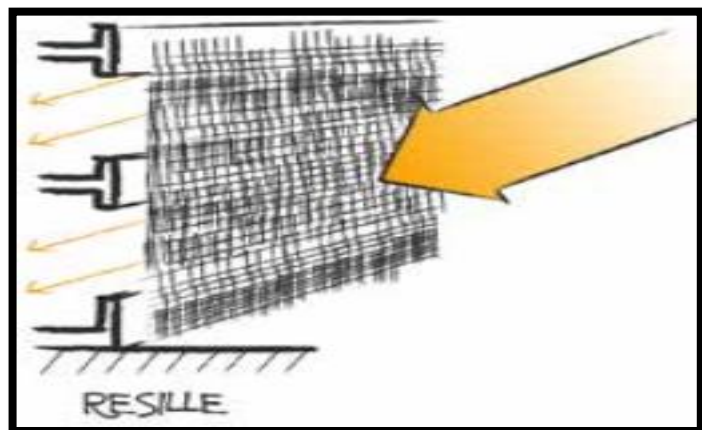


Figure 249: resille extérieure. Source: L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014 paris

❖ Les protections solaires mobiles :

- Stores à lames horizontales :

Les stores à lames peuvent être positionnés à l'extérieur, à l'intérieur ou encore dans la lame d'air d'un double ou triple vitrage. Avantages communs à ces trois solutions :

- permettent de bloquer le rayonnement solaire direct tout en conservant une vue sur l'extérieur si les lames sont bien orientées.
- transmission et distribution lumineuse variable qui permet de bénéficier de la dynamique de la lumière naturelle.

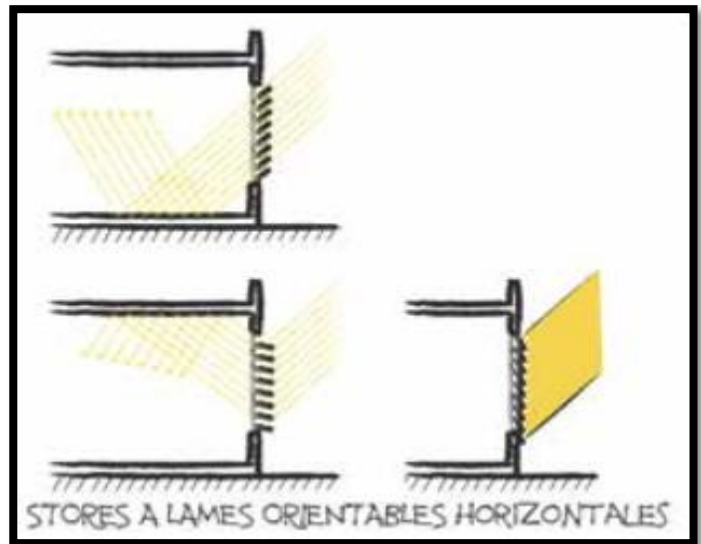


Figure 250: stores a lame horizontales source: L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014 paris

Il est important de noter qu'un store à lames sombres laissera pénétrer jusqu'à deux fois moins de lumière naturelle qu'un store à lames claires.

-Stores extérieurs :

Efficacité optimale contre les surchauffes dues au rayonnement solaire direct. Permettent la ventilation naturelle tout en se protégeant des surchauffes.

Stores intérieurs : Maintenance plus aisée qu'un store extérieur et très efficace contre l'éblouissement.

À l'intérieur d'un double vitrage :

Meilleure durabilité.

Stores à lames verticales :

Si bien orientés, peuvent permettre de bloquer le rayonnement solaire direct tout en conservant une vue sur l'extérieur et préférable pour des orientations est et ouest.

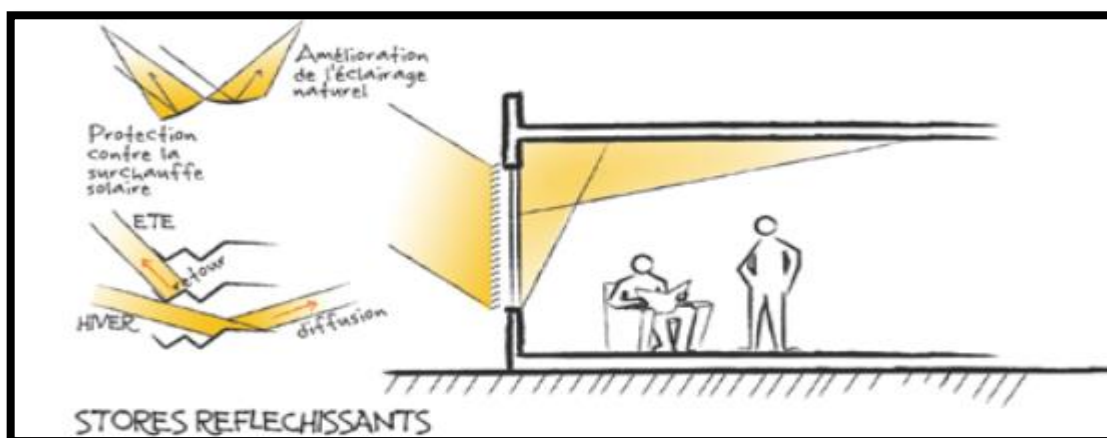


Figure 251: Stores a lame verticales. Source: L'éclairage naturel, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014 paris

Stores en toile :

Différents degrés de perforation sont disponibles.

La vue vers l'extérieur est conservée lorsqu'ils sont fermés.
Efficaces contre les apports solaires si positionnés à l'extérieur.



Figure 252: Stores en toile. Source: *L'éclairage naturel*, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. Mars 2014 paris

Stores réfléchissants ou à réorientation : Optique soignée qui permet d'optimiser l'éclairage naturel en toute saison.

Stores à projection en toile :

Permet de bénéficier d'une protection solaire efficace tout en conservant une vue sur l'extérieur.

Permet un bon éclairage naturel notamment grâce aux réflexions sur le sol extérieur.

Offre une ventilation naturelle efficace.

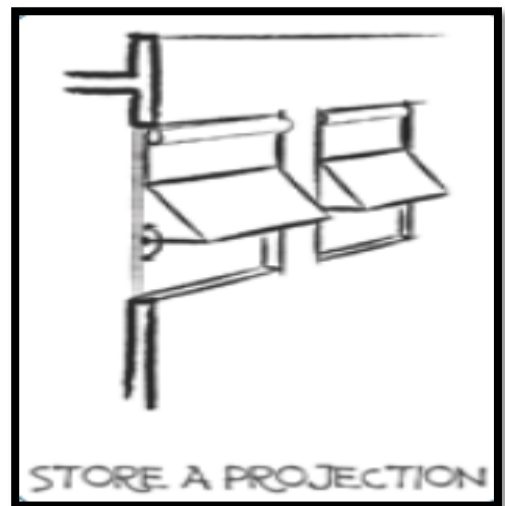


Figure 253: stores a projection en toile. Source : *L'éclairage naturel*, Michel Le Sommer et Christine Lecerf. Mars 2014 paris

7.6.PRÉSENTATION DE CAS D'ÉTUDE :

Choix de l'espace : J'ai choisi les boxes de recherche et l'espace de vulgarisation scientifique en vue de leurs importances dans le projet notamment les axes de recherche



Figure 255: Plan des espaces de cas d'étude

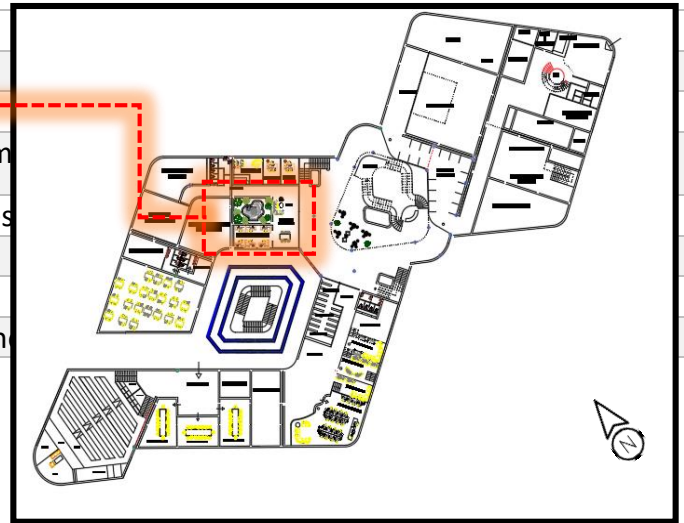


Figure 254 : Situation des box de recherche et l'espace de vulgarisation

7.7.LES PARAMÈTRES FIXES DE SIMULATION :

Dimension de la salle - Forme et profondeur de patio - Orientation de fenêtre

7.8.LES PARAMÈTRES VARIABLES DE SIMULATIONS

- Dimension des ouvertures
- Nombre d'ouverture
- type de vitrage
- Couleur intérieur des parois
- position des fenêtres

Logiciels de simulation :

Ecotect :

Logiciel de simulation complet qui associe un modeleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. ECOTECT est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. ECOTECT a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design. Le logiciel répond à ceci en fournissant la rétroaction visuelle et analytique, guidant progressivement le processus de conception en attendant que les informations plus détaillées soient disponibles. Ses sorties étendues rendent également la validation finale de conception beaucoup plus simple en se connectant par interface à Radiance, EnergyPlus et à beaucoup d'autres outils plus spécialisés.

ECOTECT est bon pour enseigner au débutant les concepts importants nécessaires pour la conception efficace de bâtiment.

Avantage :

- Prise en main assez rapide
- Résultats très visuels (parfaits pour communiquer avec des architectes)
- Bon outil pour la phase esquisse et pour bien orienter la conception
- Nombreuses sorties vers des logiciels plus performants

Radiance :

Radiance est une suite de programmes d'analyse et de visualisation de l'éclairage dans la conception. Les fichiers d'entrée spécifient la géométrie de la scène, les matériaux, les luminaires, l'heure, la date et les conditions du ciel (pour les calculs de lumière du jour). Les valeurs calculées comprennent la radiance spectrale (c'est-à-dire la luminance + couleur), la luminance énergétique (éclairage + couleur) et les indices d'éblouissement. Les résultats de la simulation peuvent être affichés sous forme d'images couleur, de valeurs numériques et de tracés de contour.

Avantage :

Le principal avantage de Radiance par rapport aux outils de calcul et de rendu d'éclairage plus simples est qu'il existe peu de limitations quant à la géométrie ou aux matériaux pouvant être simulés

7.9.CONDITION DE SIMULATION :

La simulation se déroule dans les 2 journées la plus longue (21 juin) et la plus courte (21 décembre)

7.10. CAS INITIAL :

Model simplifier

21 décembre :

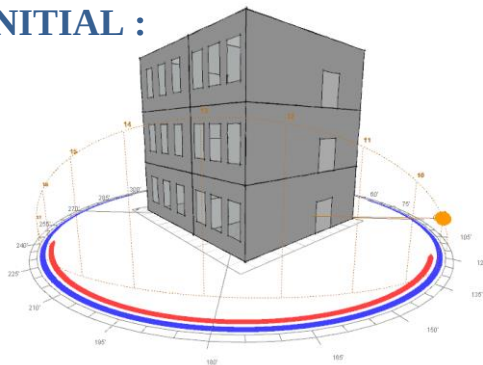


Figure 257: 3D simplifiée de simulation, cas initial en 21 décembre. Source : Ecotect éditée par l'auteur

21 juin :

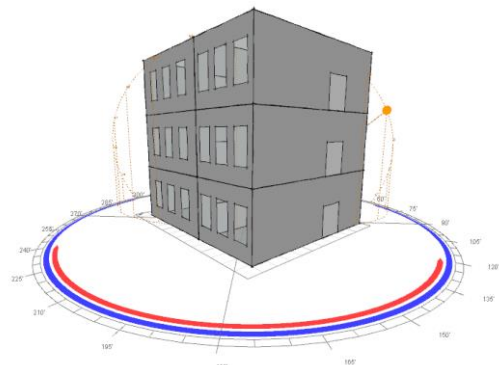


Figure 256: 3D simplifiée de simulation, cas initial 21 juin. Source : Ecotect éditée par l'auteur

Élément	couleur	Réflectivité	transitivités
Simple vitrage	 176, 193, 193	73 %	73 %
Mur	 145, 145, 145	56 %	0
Plafond	 145, 145, 145	56 %	0

Sol		56 %	0
	145, 145, 145		

Résultat de simulation

Date	21 décembre		
Espace	Box de recherche		
Heur	9:00h	13:00h	15 :00h
Ec Min	70	124	574
Ec Moy	262	9424	3938
Ec Max			
I.U	0,267176	0,013158	0,145759
Gril d'analyse			
	9:00h	13:00h	15:00h
Photo Rendue d'intérieur			

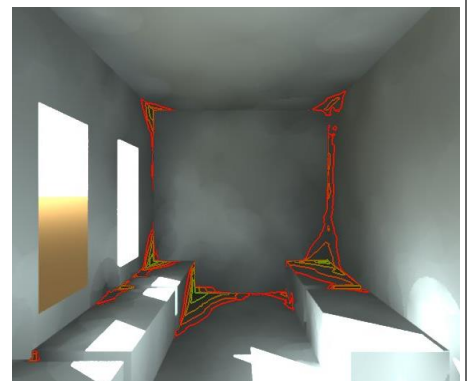
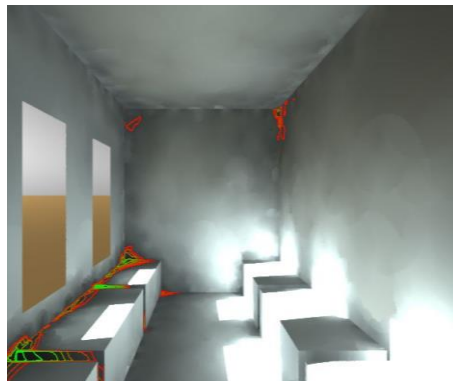
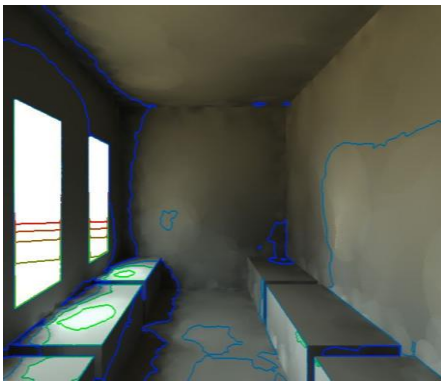


Figure 258 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur

Discussion :

À 9h on remarque manque de la lumière naturelle dans la salle des box de recherche tandis que à 13h et 16h on trouve des taches solaires sur le niveau de travail des bureaux avec une quantité de lumière très élevé $E_{C\text{ moy}}$ 9424 lux et 3938 lux

Date	21 décembre		
Espace	Espace de vulgarisation		
Heur	9:00h	13:00h	15 :00h
Ec min	228	625	511
Ec moy	477	2375	871
Ec max	945	26331	1542
I.U	0,5	0,3	0,6
Gril d'analyse			
	9:00h	13:00h	15:00h
Photo Rendue d'intérieur			

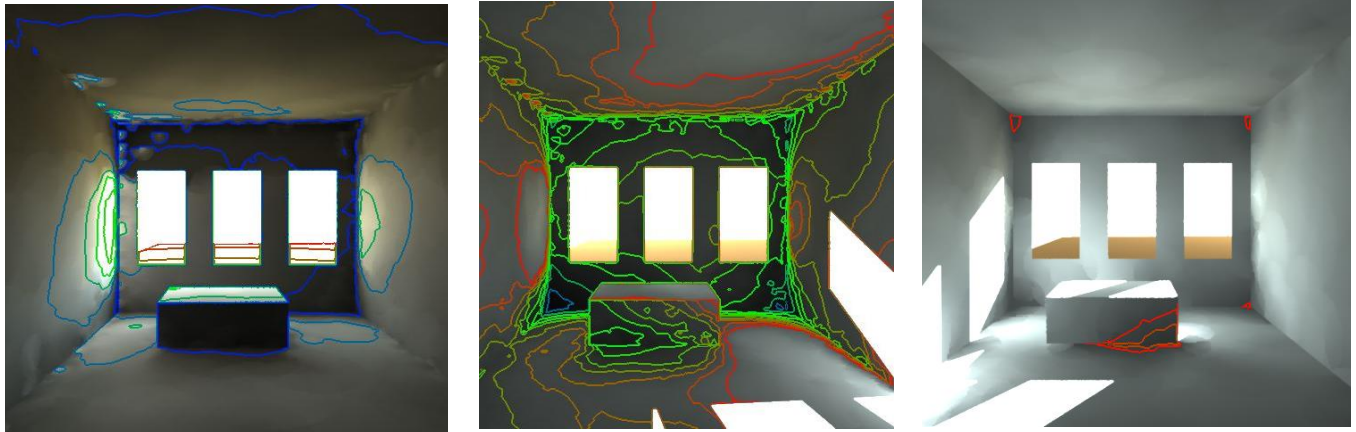


Figure 259 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur

Discussion :

À 9h on remarque que la lumière naturelle dans la salle est suffisante car $E_{c \text{ moy}} = 477 \text{ lux}$, par contre à 13h on voit une augmentation au niveau d'éclairement de l'espace $E_{c \text{ moy}} = 2375 \text{ lux}$ ce qui cause l'éblouissement, et à 16h l'apparition des taches solaires. Ainsi que l'indice d'uniformité n'est pas vérifié dans les trois horaires

Date 21 juin			
Espace	Box de recherche		
Heur	9:00h	13:00h	15:00h
Ec Min	252	436	420
Ec Moy	436	2244	809
Ec Max	899	26049	1563
I.U	0,577981651	0,1942959	0,519159456
9:00h		13:00h	15:00h
Photo Rendue d'intérieur			

Figure 260 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur

Discussion :

À 9h nous observons qu'il y a un manque de quantité de lumière du jour ce qui l'indique $E_{c \text{ moy}} = 262$ lux, contrairement à 13h $E_{c \text{ moy}} = 9424$, et à 16h $E_{c \text{ moy}} = 3938$, une grande quantité de lumière du jour dans l'espace avec des taches solaires qui apparaissent à 16h, avec une absence totale de la répartition d'éclairage.

Date	21 juin		
Espace	Espace de Vulgarisation		
Heur	9:00h	13:00h	15:00h
Ec Min	150	981	310
Ec Moy	195	1045	496
Ec Max	795	26167	2274
I.U	0,769231	0,938756	0,625

Photo Rendue d'intérieur

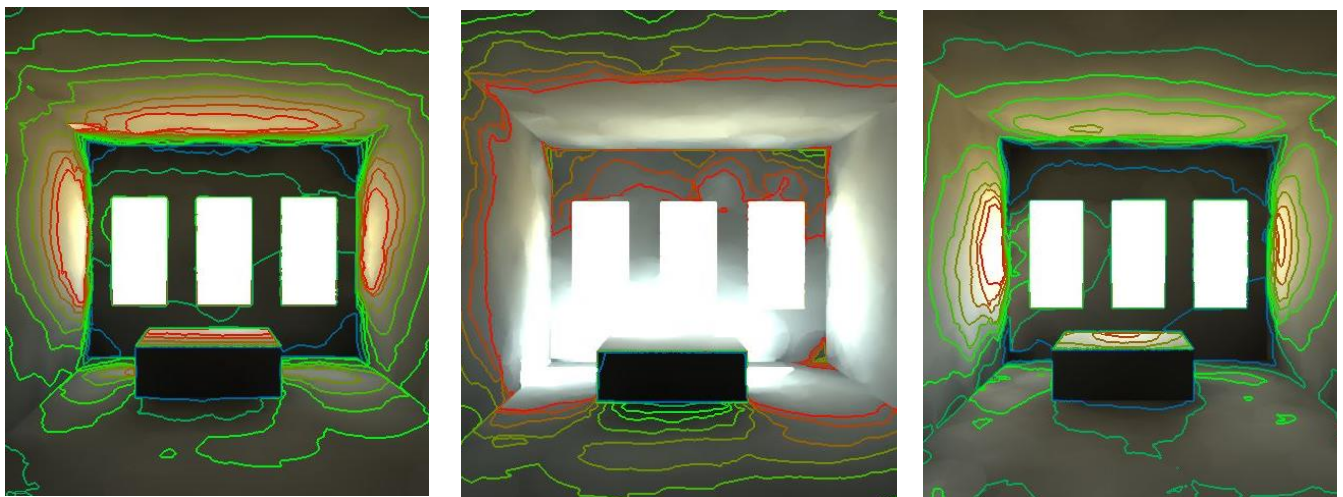


Figure 261 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairage) dans l'espace. Source Radiance traité par l'auteur

Discussion :

À 9h nous remarquons que l'éclairage moyen = 195 lux qui signifie qu'il y a un manque d'éclairage naturel. À 13h c'est le contraire $E_{c \text{ moy}} = 1045$ lux c'est-à-dire l'effet d'éblouissement, mais à 16h $E_{c \text{ moy}} = 495$ lux avec un indice d'uniformité 0.6 qui exprime un éclairage bien reparti.

7.11. COMPARAISON ENTRE LES RÉSULTATS :

Box de recherche			
Date	Heur	Éclairage moyen	Indicent d'uniformité
21 décembre	9h	262	0.3
	13h	9424	0.01
	15h	3938	0.14
21 juin	9h	436	0.6
	13h	2244	0.1
	15h	809	0.5

Espace de vulgarisation				
21 décembre	9h	477	0,5	
	13h	2375	0,3	
	15h	871	0,6	
21 juin	9h	195	0,8	
	13h	1045	0,9	
	15h	496	0,6	
Légende	Insuffisant $E_c \text{ moy} < 260$ $I.U < 0.6$	Adéquat $260 < E_c \text{ moy} < 300$ $0.6 < I.U < 0.8$	Préférable $300 < E_c \text{ moy} < 600$	Indésirable $500 < E_c \text{ moy}$

7.12. CAS AMÉLIORÉ :

Après avoir fait la simulation numérique des 2 espaces nous avons conclu qu'ils ne sont pas à la norme recommandée pour avoir le confort voulu aux usagé

Alors les corrections apportées pour améliorer le confort visuel sont commet suivant :

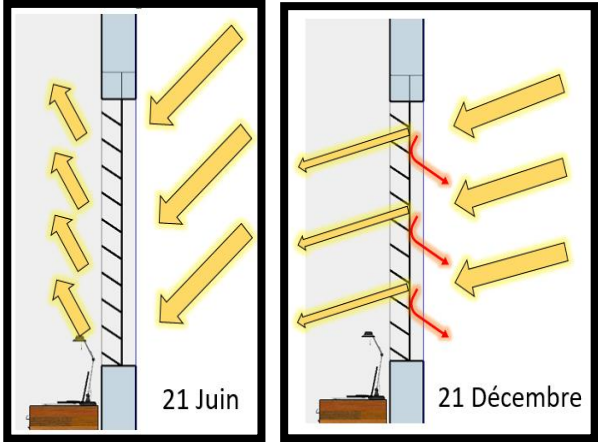
- Utilisation du vitrage intelligent qui s'a sombré avec l'intensité des rayons solaires	- Utilisation des stores réflectifs motorisés
 Figure 262 : Image représente le changement de couleur avec l'intensité des rayons solaires	 Figure 263 : schéma représente la stratégie
- Utilisation du rideau pour éviter les taches solaires	Changement des dimensions des fenêtres et création des ouvertures donnant sur le patio pour plus d'éclairage naturel



Figure 264: image représente les rideaux

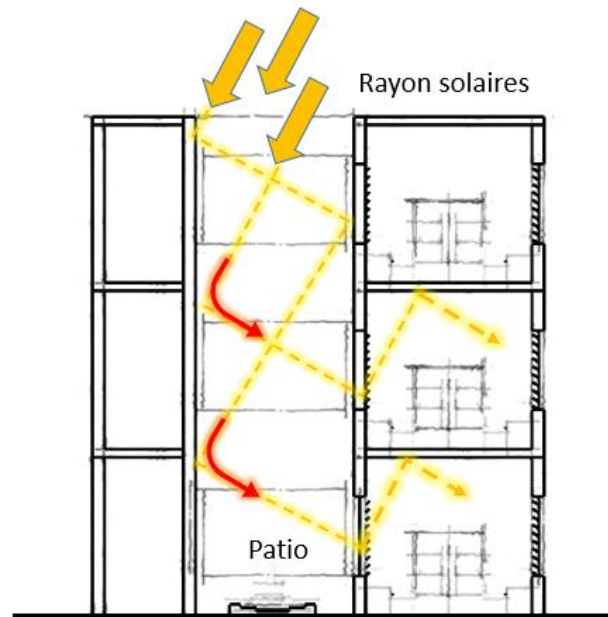


Figure 265:schema de fonctionnement de patio

Élément	couleur	Réflectivité	transitivités
Triple vitrage	Variable selon l'intensité	0.14 %	Variable selon l'intensité
Mur	 154, 184, 252	56 %	0
Plafond	 179, 179, 179	70%	0
Sol	 213, 210, 145	079 %	0
Store	 213, 213, 213	83 %	0
Rideau (Tissu)	 242, 242, 255	0	20 %

7.13. RÉSULTAT DE SIMULATION :

En hiver :

Date	21 décembre		
Espace	Box de recherche		
Heur	9:00h	13:00h	15:00h
Ec Min	216	284	285
Ec Moy	310	410	460
Ec Max	599	701	502
I.U	0,7	0,7	0.7

Photo Rendue d'intérieur

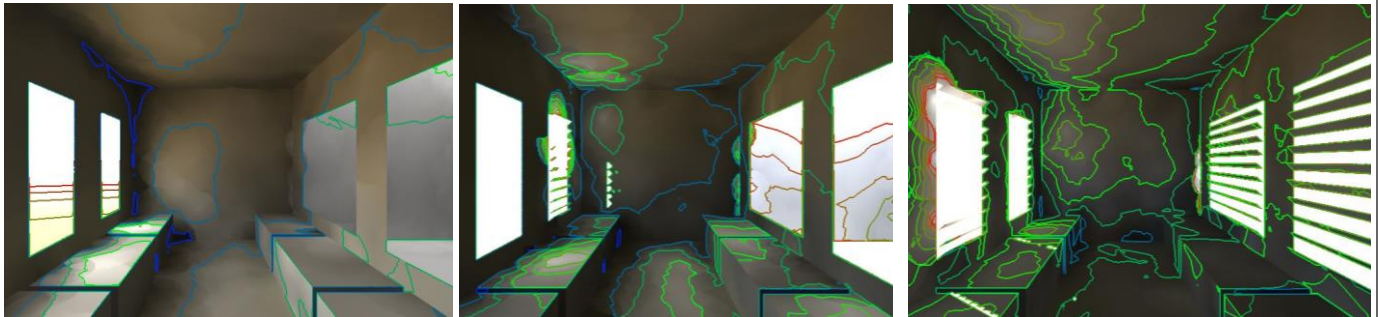


Figure 266 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiancé traité par l'auteur

Discussion :

À 9h on remarque une amélioration au niveau de la repartitions uniforme d'éclairage naturel avec un I.U = 0.7 et Ec moy = 310 lux

À 13h Ec moy = 410 lux, I.U = 0.7 et À 15h Ec moy = 460 lux, I.U = 0.7 c'est-à-dire que l'espace est éclairé et bien reparti

Date	21 décembre		
Espace	Espace de vulgarisation		
Heur	9:00h	13:00h	15:00h
Ec Min	224	266	244
Ec Moy	310	415	347
Ec Max	455	625	550
I.U	0,7	0,6	0,7

Photo Rendue d'intérieur

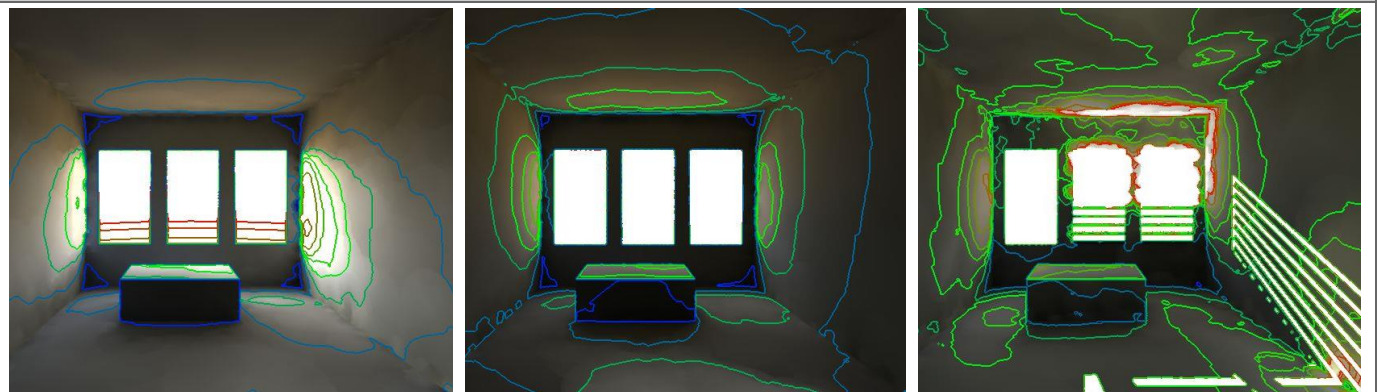


Figure 267 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiancé traité par

En été :

Date	21 Juin		
Espace	Box de recherche		
Heur	9:00h	13:00h	15:00h
Ec Min	284	349	200
Ec Moy	428	564	316
Ec Max	607	1173	687
I.U	0,7	0,6	0,6

Photo Rendue d'intérieur

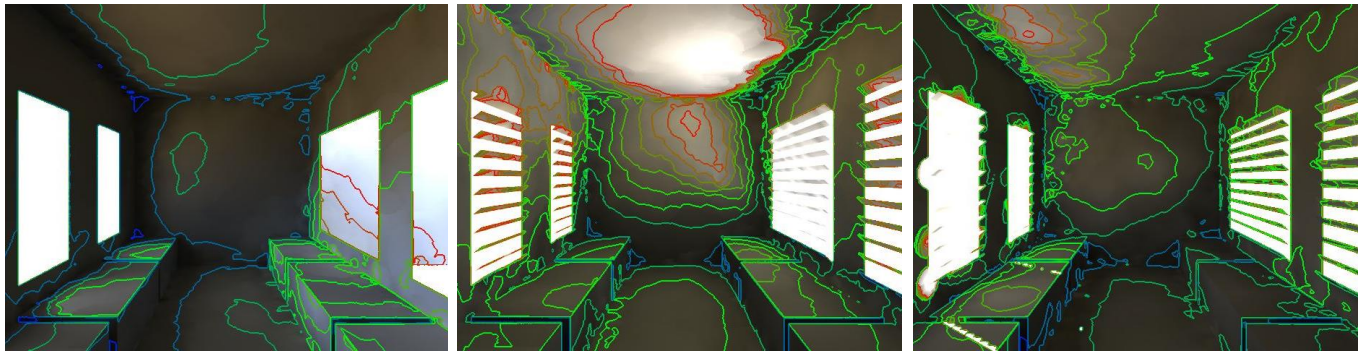
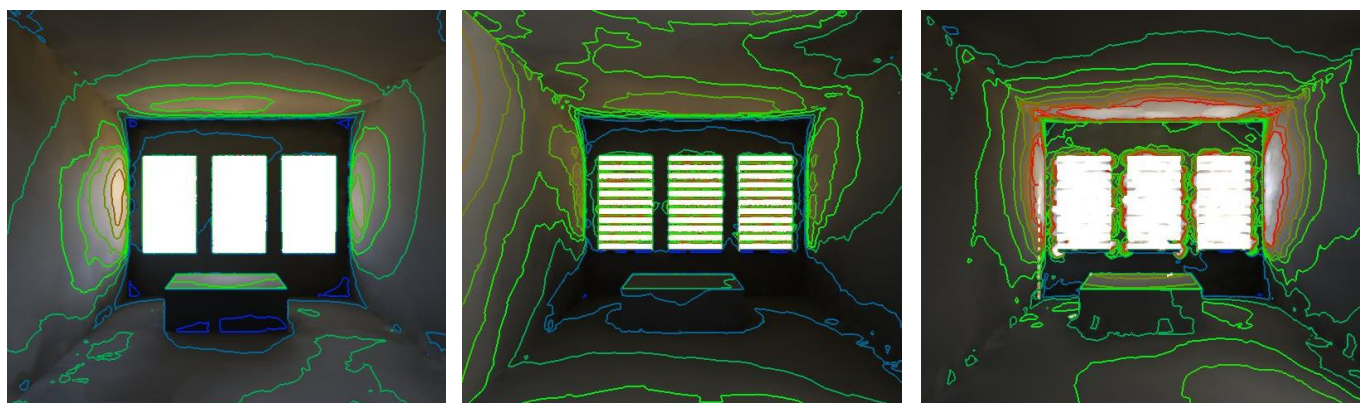


Figure 268 : image représente les distributions de la lumière naturelle (Éclairement) dans l'espace. Source Radiance traité par

Date	21 Juin		
Espace	Espace de Vulgarisation		
Heur	9:00h	13:00h	15:00h
Ec Min	335	288	245
Ec Moy	412	435	320
Ec Max	445	650	550
I.U	0,8	0,7	0,8

Photo Rendue d'intérieur



7.14. COMPARAISON ENTRE LES RÉSULTATS :

Box de recherche				
Date		Heur	Éclairement moyen	Indicent d'uniformité
21 décembre		9h	310	0.7
		13h	410	0.7
		15h	460	0.7
21 juin		9h	428	0.7
		13h	564	0.6
		15h	316	0.6
Espace de vulgarisation				
21 décembre		9h	310	0.7
		13h	415	0.6
		15h	347	0.7
21 juin		9h	412	0.8
		13h	435	0.7
		15h	320	0.8
Légende	Insuffisant Ec moy <260 I.U < 0.6	Adéquat 260 < Ec moy < 300 0.6 < I.U < 0.8	Préférable 300 < Ec moy < 600	Indésirable 600 < Ec moy

CONCLUSION ET RECOMMANDATION :

Après avoir simulé et vérifier les résultats du l'effet du patio sur les box de recherche et la salle de vulgarisation on conclut que :

- Il faut prévoir le bon positionnement et dimensionnement des patios
- Utilisation des couleurs claires pour les murs du patio afin de refléter la lumière de jour et les rayons solaires
- La profondeur du patio joue un rôle très important dans la qualité de l'efficacité d'éclairage naturel.
- Utilisation des couleurs claires pour éviter l'absorption de chaleur

Conclusion générale :

Notre travail consiste à concevoir d'un laboratoire de recherche d'architecture et génie civil durable à la ville de Laghouat en suivant une méthode de conception environnementale. Premièrement, nous avons fait une recherche bibliographie afin de comprendre notre thème : (l'architecture durable et ses principes, la recherche scientifique, L'architecture au service de l'efficacité des instituts de recherche scientifique, Laboratoire Architectural et Laboratoire de génie civil.

Ensuite nous avons analysé des exemples d'équipements similaires et trouver des interviews avec des enseignements et chercheurs pour connaître les besoins des chercheurs de l'architecture et de génie civil (types d'espaces, qualité et quantité) et tirer leçon de techniques afin de la mise en œuvre pratique des différents dispositifs et systèmes liés à la durabilité. Ainsi de comprendre les aspects architecturaux de conception du laboratoire de recherche d'architecture et génie civil.

Pour intégrer un laboratoire de la recherche d'architecture et génie civil dans son contexte selon les considérations urbanistiques et climatiques de la ville de Laghouat, nous avons procédé à l'analyse de la ville et de définir l'assiette d'intervention.

Après l'élaboration de programme quantitatif et qualitatif du laboratoire de la recherche d'architecture et génie civil nous avons procédé à la projection qui s'est déroulée suivant des étapes en figuration avec le site, fonctionnelles ainsi que les principes environnementaux et biomimétisme en architecture ont généré une richesse formelle du projet.

Cette expérience conceptuelle nous a permis de comprendre que la dimension environnementale et ajouts techniques et des stratégies et intégration de plusieurs principes et dispositifs passifs dès les phases primaires de processus de conception répondent au climat de sec et aride (Laghouat).

Enfin la conception architecturale ne peut jamais être irrévocable, elle nécessite un travail complémentaire de vérification pour cela nous avons effectué dans la partie individuelle des simulations numériques à l'aide des logiciels (confort thermique : ecotect, confort visuel : ecotect et velux) et des comparaisons entre logiciels pour vérifier un de nos choix en matière du confort thermique et visuel.

Bibliothèque :

Livres :

- De Herde, André ; Liébard, Alain, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques ,2005.
- Les 100 mots de la construction durable 2ème édition
- Dictionnaire Legendre (1993) Renald Legendre Guérin, 1993 - 1500 pages
- L'architecture au service de l'efficacité des instituts de recherche Enjeux, représentations, savoirs d'utilisateurs, par Michael Fenker
- L'histoire des sciences : un laboratoire pour la recherche en didactique et l'enseignement de la physique , C. De Hosson , Enseignement de la physique [physics.ed-ph]. Université Paris-Diderot - Paris Submitted on 31 Dec 2011
- Janine M. Benyus ,scientifique américaine, consultante en innovation et auteur, a écrit six livres sur le biomimétisme, parmi lesquels *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* (biomimétisme : L'innovation inspiré par la nature).
- Bureaux ,écoles mieux s'éclairer à coûts maîtrisés (Association française de l'éclairage) l'Amiral Hamelin, Paris 2007
- Liébard.A, De Herde A. 2003 – Guide de l'architecture bioclimatique, Tome 3 : construire en climat chaud. Edition Systèmes solaires.
- Reiter S. De Herde A. 2003 - l'éclairage naturel des bâtiments. Edition Architecture climatique, Louvain-La-Neuve.
- NEUFERT, (2009), Les éléments des projets de construction. 39 éditions allemandes
- La qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public , Olivier lemaître.
- Conception des bâtiments d'activités en béton
- Guide technique de la diffusion d'air , Création France Air 2006.
- Incendie et lieu de travail prévention et lutte contre le feu. incendie et lieu de travail prévention et lutte contre le feu.1er édition décembre2007.

Mémoires :

- Nassim SAFER 2006 Modélisation des façades de type double-peau équipées de protections solaires approches multi-échelles - thèse doctorat- L'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- DJOUIMAA Ahmed Realisation et verification de la performance thermique d'une tour a vent pour un rafraichissement passif dans les regions chaudes et arides. cas de Hassi Messaoud- thèse Magistère-Faculté des Sciences de la terre de géographie et de L'aménagement de territoire , Université Mentouri de Constantine, Juin 2008.
- W BOULFANI ,Le patio et ses aspects environnementaux. « La maison que je désire, que la mer la voie et que des arbres couverts de fruits lui fassent la cour », - 2010 -

Articles :

- Renald Legendre est un spécialiste des sciences de l'éducation. Professeur à l'Université du Québec à Montréal (en 1988)
- le biomimétisme ou l'art de s'inspirer du vivant
- L'Environnement et le développement (rapport Brundtland)

- L'éclairage naturel , Michel Le Sommer et Christine Lecerf. .Mars 2014
- Effets du vent, des essais en soufflerie à la modélisation numérique, Présentations de la 8ème Matinée Décennale du 22 mai 2014 ,Laurent Rousseau, SCOR ,Paris
- lesArchitectes et le développement durable , Conclusions de la première étude engagée par l'Ordre des architectes avec l'appui de ecodurable Juin 2004
- Guide bâtiment durable. Brussels Direction générale sécurité et prévention le 22/02/2016

Site web :

- [fr.wikipedia.org/wiki/Institut de recherche](http://fr.wikipedia.org/wiki/Institut_de_recherche)
- www.scribbr.fr/astuces/les-differentes-methodes-de-recherche-et-de-collecte-de-donnees/
- www.web-libre.org/dossiers/centre-de-recherche-definition-et-objectifs,13115.html
- www.abcclim.net/centrale-traitement-air.html
- www.faiteslepleindavenir.com/energie-eolienne/
- www.energieplus-lesite.be
- www.recherche.cstb.fr/fr/offres/thematiques/energie-environnement/
- www.lemoniteur.fr/taxe-gazole-btp/
- www.irstea.fr/fr/la-recherche
- www.iat.cnam.fr/moyens/souffleries/souffleries.htm
- www.iat.cnam.fr/moyens/souffleries/souffleries.htm
- www.cstb.fr/fr/plateformes-essais/essais-au-feu/
- www.grap.arc.ulaval.ca/outils/releve-environnemental/ciel-artificiel.
- www.petitcarree.com/actualites/laboratoire_et_halle_d_essais_techniques/
- www.archidayli
- www.archdaily.com/cuny-advanced-science-research-center .
- www.hellopro.fr
- <https://www.nabertherm.com>
- www.spigogroup.com/fr
- www.lisolation.fr
- www.archdaily.com
- www.boet-stopson.com
- www.wattuneed.com
- www.faiteslepleindavenir.com

Cours :

- Cours. Auteurs de la Ressource Pédagogique. Mrs Krauss Gérard ... Acoustique du Bâtiment faculté génie civil université Lyon
- Les cours de structure master 01 université Ammar Theleji Laghouat, Mr Boukhalkhal.
- cours n°5 maitrise des ambiances thermiques 3eme année licence SCIENCES ET TECHNIQUES POUR L'ARCHITECTURE école national supérieur de Paris , MARIA LOPEZ DIAZ,le 19 oct et 2 nov 2012.

Personnes :

- Mr : **Badaoui Mouhamed** ,faculté génie civil université , Djelfa.
- Mr : **Allout Naasse** ,faculté génie civil université , Djelfa.
- Mr : **Boussedra Aissa** faculté génie civil université , laghouat.
- Mr : **Messoudi khaled** , architecte , Djelfa.