



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTÉ : GENIE CIVIL et ARCHITECTURE
DÉPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par :

OUAZIR Mansour

**DOMAINE : ARCHITECTURE ET URBANISME ET METIER DE LA
VILLE**

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

**CONCEPTION DURABLE D'UN LABORATOIRE DE
RECHERCHE D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL AU
NOUVEAU POLE UNVERSITAIRE A LAGHOUAT**

(Evaluation du confort visuel d'un bureau open space)

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
KORIBAA Mustapha	M.A.A	Président
LAGHOUATI Abd El-wahab	M.A.A	Examineur1
AMIEUR Rachid	M.A.A	Examineur2
OUBAID Hadjer	M.A.B	Rapporteur
MOKEDDEM Mahmoud	M.A.A	Co-rapporteur

Promotion : 2018/2019



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : Génie civil et Architecture

DEPARTEMENT : D'Architecture

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture et urbanisme et métier de la ville.

Filière : Architecture.

Option : Architecture et Environnement.

Thème : Conception durable d'un laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil au nouveau pôle universitaire à Laghouat.

Présenté par :

- Ouazir Mansour.

Encadré par :

- Mme. Oubaid Dit Rebidi Hadjer

Résumé :

Dans un climat chaud et aride tel que celui de la ville de Laghouat caractérisé par un potentiel solaire important, l'intégration d'un grand équipement comme un laboratoire de recherche est éprouvante, cependant, elle est très décisive afin de promouvoir le rôle et l'intérêt que porte ce dernier, tout en conservant et protégeant l'environnement. L'objectif visé à travers ce travail est la conception durable d'un laboratoire de recherche en architecture et génie civil en se focalisant sur la dimension environnementale et aux exigences spécifiques pour un bon fonctionnement du laboratoire, en suivant également une démarche conceptuelle logique, et une bonne stratégie afin d'exploiter un ensemble de possibilités sur le champ climatique en prenant en charge l'application des systèmes passifs et actifs adéquats. Et enfin, de simuler numériquement les conditions du confort au sein de l'espace choisi comme cas d'étude avant et après l'application des systèmes passifs.

Mots clés : climat chaud et aride, ville de Laghouat, laboratoire de recherche, l'environnement, conception durable.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية: الهندسة المدنية و الهندسة المعمارية
قسم: الهندسة المعمارية والتعمير

ملخص مذكرة الماستر

الشعبة: هندسة معمارية.

التخصص: هندسة معمارية و بيئة .

عنوان المذكرة : تصميم مستدام لمختبر بحثي للهندسة المعمارية و الهندسة المدنية في القطب الجامعي الجديد في الأغواط.

تقديم الطالب:

• وزير منصور

الأستاذ المؤطر:

• أوبعيد هاجر

ملخص المذكرة:

في المناخ الحار و الجاف مثل مناخ مدينة الأغواط الذي يتميز بإمكانات شمسية كبيرة، اين يعد دمج المرافق الكبيرة كمخبر بحث أمرًا صعبًا ، و بالغ الأهمية بحيث يعزز الدور وكذا الفائدة التي يقدمها هذا الأخير، مع مراعاة و حماية البيئة المحيطة به. ولتحقيق تصميم مستدام لمخبر بحث في الهندسة المعمارية و الهندسة المدنية تم التركيز على البعد البيئي والمتطلبات الخاصة للتشغيل السليم للمخبر، بإتباع نهج تصميمي منطقي، وإستراتيجية سليمة لإستغلال إمكانات المجال المناخي مع الأخذ بعين الإعتبار تطبيق النظم النشطة و الغير نشطة. و أخيرا، المحاكاة الرقمية لشروط الراحة داخل الفضاء المختار كدراسة قبل و بعد تطبيق النظم الغير نشطة.

الكلمات المفتاحية: مناخ حار و جاف ، مدينة الأغواط ، مخبر بحث ، البيئة ، تصميم مستدام.



Republic Algerian Démocratic And Popular
Minister Of Superior Enseignement And Scientific Research



Amar Thelidji University - Laghouat

FACULTY: Civil Engineering and Architecture
DEPARTEMENT: Architecture

ABSTRACT OF MASTER MEMORY

Career: Architecture.

Option: Architecture and Environment.

Theme: Sustainable design of a research laboratory for architecture and civil engineering at the new university pole in Laghouat.

Presented by:

- Ouazir Mansour

Framed by:

- Oubaid Hadjer

Abstract:

In a hot and arid climate such as that of the city of Laghouat, which is characterized by a significant solar potential, the integration of a large equipment as a research laboratory is endorsed, however it is very decisive to promote the role and the interest of the latter while preserving and protecting the environment. The aim of this study is to design a sustainable research laboratory in architecture and civil engineering by focusing on the environmental dimension and the specific requirements for a proper functioning of the laboratory, following a logical conceptual approach, and a good strategy to exploit a set of possibilities in the climatic field while supporting the application of adequate passive and active systems. And finally, to numerically simulate the conditions of comfort within the space chosen as a case study before and after the application of passive systems.

Keywords: hot and arid climate, city of Laghouat, research laboratory, the environment, sustainable design.

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout Puissant qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Le présent travail est non seulement le résultat de notre courage, sacrifice, patience et endurance mais aussi une participation de plusieurs personnes qui nous sont chères.

Nous exprimons toute notre reconnaissance et notre gratitude à l'administration et à l'ensemble du corps enseignant du département d'architecture et de génie civil pour leurs efforts à nous avoir garanti la continuité et l'aboutissement de ce programme de Master.

Nous tenons à témoigner notre reconnaissance à notre encadreur **Mme Hadjer Oubaid Dit Rebid**, et à notre Co- encadreur **Mr Mokeddem Mahmoud** pour leurs précieux conseils, leurs orientations, leurs aides et leurs patiences qui nous ont permis d'accomplir ce travail dans d'excellentes conditions.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous devons également adresser nos remerciements les plus sincères à tous les enseignants qui nous ont enseignés et qui par leurs compétences nous ont soutenus dans la poursuite de nos études.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à nos familles et à nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

*On dédie ce travail qui n'aura jamais pu voir le jour sans le soutien indéfectible et sans limite de nos chers parents, et de toutes nos familles **Ouazir et Othmane** qui ne cessent de nous donner avec amour le nécessaire pour qu'on puisse arriver à ce qu'on est aujourd'hui.*

*A nos très chers papas **Ouazir Mohamed et Oussama Taha Othmane**, autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes sont-elles ne sauraient exprimer notre gratitude et notre reconnaissance. Vous avez su nous inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Vos conseils ont toujours guidé nos pas vers la réussite.*

*A nos très chères mères, **Brigui Zakia et Djamila Allane** autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que nous éprouvons pour vous. Vous nous avez comblés avec votre tendresse et affection tout au long de notre parcours. Vous ne nous avez pas cessé de nous soutenir et de nous encourager durant toutes notre vie.*

A nos chères frères et sœurs pour leur amour, leur encouragement permanent, et leur soutien. On vous dédie ce travail avec tous nos vœux de bonheur, santé et réussite.

*A nos **Grands Parents** que ce modeste travail soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.*

A nos amis pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

Selma et Mansour

SOMMAIRE

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER	I
ملخص مذكرة الماستر.....	II
ABSTRACT OF MASTER MEMORY	III
Remerciement	IV
DEDICACE	V
SOMMAIRE	VI
LISTE DES FIGURES	XII
LISTE DES TABLEAUX	XX
LISTE DES ABREVIATIONS.....	XXII

PARTIE INTRODUCTIVE

I. Introduction	2
II. Problematique	3
III. Hypotheses	3
IV. Objectifs	3
V. Démarche méthodologique	3
VI. Outils de recherche	4
VII. Structure generale du memoire.....	4

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE 01 : ETUDE THEMATIQUE

I. Introduction	6
II. Volet 01 : Recherche scientifique - Laboratoire de recherche scientifique.....	6
II.1 Présentation	6
II.2 Recherche	6
II.3 Recherche scientifique	6
II.3.1 Définitions.....	6
II.3.2 Objectifs de la recherche scientifique	7
II.3.3 Problèmes de la recherche scientifique dans les pays en développement	7
II.4 La Recherche en architecture et en génie civil	8
II.4.1 La Recherche en architecture	8
II.4.2 Recherche en génie civil	8

II.5 Laboratoire de recherche scientifique	9
II.5.1 Définitions	9
II.5.2 Objectifs du laboratoire de recherche	9
II.5.3 Généralités et critères de conception du laboratoire de recherche	10
II.6 Liste des laboratoires de recherche universitaire en algerie	11
II.7 Synthèse	12
III. Volet 02 : Architecture et durabilité.....	12
III.1 Présentation	12
III.2 Développement durable	12
III.2.1 Définition	12
III.2.2 Importance du développement durable en architecture	12
III.3 Architecture durable	12
III.3.1 Définition	12
III.3.2 Axes fondamentaux de l'architecture durable	13
III.3.3 Enjeux clé de l'architecture durable : Stratégies de l'architecture durables	13
III.3.4 Quelques dérivés de l'architecture durable	16
III.4 Construire en climats chauds et secs	17
III.5 Principes de conception des bâtiments dans les zones de Sahariennes	18
III.6 Synthèse	19
IV. CONCLUSION.....	19
CHAPITRE 02 : ETUDE ANALYTIQUE	
I.Introduction	22
II. Exemple 01 : Centre de recherche en architecture Chypre-Turquie.....	22
III. Exemple 02 : Centre de recherche scientifique avancé USA New York (The City College of New York).....	27
IV. Exemple 03 : Centre d'études et de recherches pétrolières Riyad en Arabie Saoudite - Zaha Hadid.....	33
V. Exemple 04 : Centre de recherche et de stratégie de conception.....	35
VI.Conclusion.....	37

CHAPITRE 03 : ETUDE CONTEXTUELLE

I. Introduction	40
II. Volet 01 : Etude de la ville de Laghouat.....	40
II.1 Motivations du choix de la ville	40
II.2 Situation administrative	40
II.3 Présentation de la ville	41
II.4 Accessibilités de la ville	42
II.5 Différentes phases de développement de la ville	42
II.6 Caractéristiques climatiques de la ville de Laghouat	43
II.7 Données climatiques de la ville	44
II.8 Infrastructures universitaires et de recherche dans la ville de Laghouat :.....	49
III. Volet 02 : Analyse de site.....	50
III.1 Motivation de choix de site	50
III.2 Cadre physique	50
III.3 Cadre climatique	53
IV. CONCLUSION :.....	56

PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE 01 : ETUDE PROGRAMMATIQUE

I. Introduction.....	58
II.Principes d'élaboration du programme quantitatif du laboratoire d'architecture et de génie civil	58
III. Volet 01 : programme quantitatif.....	59
IV. Volet 02 : programme qualitatif.....	61
IV.1 Entite accueil.....	61
IV.2 Entite administrative	61
IV.3 Entite recherche	62
IV.4 Entite enseignement	65
IV.5 Entite annexes	65
IV.6 Entite loisir	66

IV.7 Entite hebergement	66
V. Conclusion.....	66
CHAPITRE 02 : PROJET ARCHITECTURAL	
I. Introduction	69
II. Volet1 : conception architecturale.....	69
II.1 Présentation	69
II.2 Principes et concepts	69
II.3 L'idée du projet : l'union et la complémentarité entre l'architecture et le génie civil	70
II.4 Les étapes de la genèse du projet	71
II.5Présentation du plan de masse	80
II.6 Affectation des entités	80
II.7 Conception des plans intérieurs	82
II.7.1 Principes de base	83
II.7.2 Principes de conception et description des laboratoires	83
II.7.3 Description et présentation des plans	83
II.8 Conception des façades	90
II.9 Synthèse	91
III. Volet 02 : ETUDE TECHNIQUE.....	91
III.1 Présentation	91
III.2 Choix de système structurel	91
III.2.1 La structure en charpente métallique pour les raisons suivantes	92
III.2.2 II.2 La structure en béton	92
III.3 Gros oeuvres	93
III.3.1 L'infrastructure : les fondations	93
III.3.2 La superstructure	93
III.4 Les seconds oeuvres	96
III.4.1 Les cloisons intérieures	96
III.4.2 Les cloisons extérieures	97
III.5 Corps d'etat secondaire	99

III.6 Gestion d'énergie	103
III.6.1 L'énergie solaire.....	103
III.6.2 Brises soleil	104
III.7 Confort acoustique	105
III.8 Gestion des déchets	105
III.9 Synthèse	106
IV. Conclusion	106

PARTIE SIMULAION NUMERIQUE

CHAPITRE 01 : CONFORT VISUEL

I. Introduction	108
II. Problematique	108
III. Hypothese	109
IV. Objectifs	109
V. Methodologie de recherche	109
VI. Les outils de recherche	109
VII. Volet 01 : Aspect théorique.....	110
VII.1 Définition du confort visuel	110
VII.2 Les interventions liées aux paramètres du confort visuel	110
VII.3 Les paramètres du confort visuel	111
VII.4 Les critères du confort visuel	111
VII.5 Les principales sources d'inconfort visuel	112
VII.6 Facteur lumière du jour (FLJ)	112
VII.7 L'éclairage naturel	112
VII.8 Stragtégie de l'éclairage naturelle	112
VII.9 Les types de l'éclairages naturels	113
VII.10 La translucidité	116
VII.11 Les normes recommandées pour l'éclairage naturel d'un espace bureautique	116
VII.12 Synthèse.....	117

VIII. Volet 02 : Évaluation numérique du confort visuel	118
VIII.1 Etude de cas	118
VIII.2 Validation numérique de l'éclairage naturel	119
VIII.3 Partie 01 : Evaluation numérique avec logiciel VELUX	119
VIII.3.1 Cas initial	119
VIII.3.2 Synthèse	123
VIII.3.2 Cas amélioré l'ajout d'un éclairage zénithale présent sur le toit.....	123
VIII.3.2.1 Cas amélioré avec verre de 0.25% de translucidité.....	123
VIII.3.2.1 Cas amélioré avec 0.5 de translucidité	126
VIII.3.2.1 Cas amélioré avec 0.78 de translucidité	126
VIII.3.3 Discussions	133
VIII.4 Partie 2 vérification du résultat obtenue pour le verre de 0.5 par le logiciel ECOTECH.....	133
VIII.4.3 Synthèse	139
IX. Conclusion et recommandations	139
Conclusion générale.....	141
Annexes.....
Bibliographie.....

LISTE DES FIGURES

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE 01 : ETUDE THEMATIQUE

Figure 1: Stratégie du chaud.....	14
Figure 2: Stratégie du froid	14
Figure 3: Les différents effets de la végétation	15
Figure 4: Typologie de système solaire thermique et photovoltaïque	15

CHAPITRE 02 : ETUDE ANALYTIQUE

Figure 1 : Centre de recherche en architecture	22
Figure 2 Voisinage du centre de recherche Source: Extrait de Google Earth Pro traité par les étudiants.....	22
Figure 3 Plan de masse	23
Figure 4 : Plan RDC Source : www.archdaily.com	24
Figure 5 : Plan étage Source : www.archdaily.com	25
Figure 6 Cloisons intérieur mobile Source : www.archdaily.com	25
Figure 7 : Coupe montre l'escalier qui sert à un espace d'auditorium	26
Figure 8 : escalier qui sert à un espace d'auditorium.....	26
Figure 10 : Façade latérale du centre.....	26
Figure 11 Coupe Source : www.archdaily.com	26
Figure 13 Façade latéral (façade légère transparente)	27
Figure 12 : Brises soleil verticaux et horizontaux orientable	27
Figure 14 : Centre de recherche scientifique avancé.....	27
Figure 15: Plan de masse.....	28
Figure 16 La volumétrie du projet Source : www.archdaily.com	29
Figure 17 Plan RDC traité par les étudiants	29
Figure 18 : Plan étage courant traité par les étudiants.....	30
Figure 19 : Coupe Source : www.archdaily.com	30
Figure 20 : Vue du projet Source : www.archdaily.com	31
Figure 21 Brises soleil verticaux Source: www.archdaily.com	31
Figure 22 marquage d'entrée	31

Figure 23 Marquage d'entrée.....	31
Figure 24 Façade légère transparente.....	32
Figure 25 :Light shelves.....	32
Figure 26 Centre d'études et de recherches pétrolières Source : www.archdaily.com.....	33
Figure 27 :Façade blanche du KAPSARC.....	33
Figure 28 Panneaux solaires.....	33
Figure 29 formes cristallines des cellules architecturales.....	34
Figure 30 La cour publique du campus.....	34
Figure 31 Les capteurs à vents.....	34
Figure 32 Les cellules hexagonale du campus.....	34
Figure 33 Centre de recherche et de stratégie de conception Source : www.archdaily.com.....	35
Figure 34 Les stratégies durables du Centre de recherche et de stratégie de conception Source : www.archdaily.com.....	36

CHAPITRE 03 : ETUDE CONTEXTUELLE

Figure 1:Carte de situation administrative de la ville de Laghouat.....	40
Figure 2:Carte de la situation géographique de la ville de Laghouat.....	41
Figure 3:Carte des limites de la ville de Laghouat.....	41
Figure 4:Carte des accessibilité de la ville de Laghouat.....	42
Figure 5: les différents phases de développement de la ville de Laghouat.....	42
Figure 6:Découpage des zones climatiques.....	43
Figure 7 : Diagramme de température-Laghouat 2007-2017 Source : station météo Laghouat.....	43
Figure 8 Diagramme d'humidité -Laghouat 2007-2017 Source : Station météo Laghouat.....	44
Figure 9Diagramme vitesse des vents –Laghouat.....	45
Figure 10Rose des vents de la ville de Laghouat.....	45
Figure 11 Diagramme de précipitation -Laghouat 2007-2017 Source : Station météo Laghouat.....	46
Figure 12 Diagramme d'insolation -Laghouat 2007-2017 Source : Station météo Laghouat.....	46
Figure 13 Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie. Source (Zemmouri , N ;1987).....	47
Figure 14 : Fréquence des cieus ensoleillés, intermédiaires et nuageux.....	48
Figure 15: Diagramme de Givoni. Source : Auteur.....	48
Figure 16 Carte des infrastructures universitaires et de recherches de la ville de Laghouat.....	49

Figure 17:Situation par rapport à la zone d'étude	50
Figure 18:Situation par rapport à la ville de Laghouat.....	50
Figure 19:Accessibilité de site	51
Figure 20: Voisinages du terrain	51
Figure 21 Institut de sport Source: les étudiants	52
Figure 22 Laboratoire de recherche Source les étudiants.....	52
Figure 23 Restaurant Source les étudiants.....	52
Figure 24 : 5000 places pédagogiques Source les étudiants.....	52
Figure 25 :Dimensionnement du terrain.....	53
Figure 26: Coupe BB.....	53
Figure 27 : Coupe AA	53
Figure 28 : L'ensoleillement sur le site Source : Auteur	53
Figure 29 : Etude de l'ombre portée sur le site Source : Auteur	54
Figure 30 : Les vents sur le site	55
Figure 31: Gabarit du voisinage du terrain Source : Les étudiants	55
Figure 32 : Coupe montre l'effet influant sur le site (flux tourbillon) Source : Les étudiants	55

PARTIE PRATIQUE

CHAPITRE 01 : ETUDE PROGRAMMATIQUE

Figure 1 : Exemple d'un hall d'accueil	61
Figure 2 : Exemple d'un bureau	62
Figure 3 : Exemple d'une salle de réunion.....	62
Figure 4 : Exemple d'une bibliothèque thématique	64
Figure 5 : Exemple d'une Kitchenette.....	64
Figure 6 : Exemple d'une Salle de classe.....	65
Figure 7 :Exemple d'une Cafétéria.....	66
Figure 8: Exemple d'un Lounge.....	66
Figure 9 la répartition en pourcentage des différentes surfaces des entités Source : Auteur	67
Figure 10 la répartition en pourcentage entre espace bâti et non bâti Source : Auteur	67

CHAPITRE 02 : PROJET ARCHITECTURAL

Figure 1 Les deux doigts croisés Source : Auteur.....	70
Figure 2:Présentation du terrain Source: Auteur.....	71
Figure 3 Présentation du terrain Source: Auteur.....	71
Figure 4 Accessibilité du projet Source: Auteur.....	72
Figure 5 Implantation de la masse bâtie Source: Auteur.....	72
Figure 6 Implantation de la masse bâtie Source : Auteur.....	73
Figure 7 Illustration de l'idée d'inspiration Source : Auteur.....	73
Figure 8 Transformation de la forme de 2ème doigt Source : Auteur.....	74
Figure 9 Transformation de la forme du 1er doigt Source : Auteur.....	74
Figure 10 Transformation des formes Source : Auteur.....	74
Figure 11 Le dégagement d'un patio Source : Auteur.....	75
Figure 12 Superposition des deux doigts Source : Auteur.....	75
Figure 13 La superposition des deux volumes et l'ajout de deux petits volumes aux intersections Source : Auteur.....	75
Figure 14 L'ajout du passerelle Source : Auteur.....	76
Figure 15 Les inclinaisons au niveau des volumes Source : Auteur.....	76
Figure 16 Vue sur le parking adjacent Source : Auteur.....	77
Figure 17 Vues sur les espaces verts et les arbres de différents types Source : Auteur.....	77
Figure 18 Vues sur les espaces verts et les arbres de différents types Source : Auteur.....	77
Figure 19 Vues sur les plans d'eau Source : Auteur.....	78
Figure 20 Vues sur les plans d'eau Source : Auteur.....	78
Figure 21 Vue en plan sur l'espace de vulgarisation Source : Auteur.....	78
Figure 22 Vue 3D sur l'espace de vulgarisation Source : Auteur.....	78
Figure 23 Vue en plan sur l'espace d'exposition dans le projet Source: Auteur.....	79
Figure 24 Vue 3D sur l'espace d'exposition dans le projet Source: Auteur.....	79
Figure 25 Vue sur l'espace d'expérimentation Source : Auteur.....	79
Figure 26 Plan de masse Source : Auteur.....	80
Figure 27 Principe de disposition des entités au sous-sol Source : Auteur.....	80
Figure 28 Principe de disposition des entités au RDC Source : Auteur.....	81
Figure 29 Principe de disposition des entités au 1er étage Source : Auteur.....	81

Figure 30 Principe de disposition des entités au 2 ^{ème} étage	Source : Auteur	81
Figure 31 Principe de disposition des entités au 3 ^{ème} étage	Source : Auteur	82
Figure 32 Principe de disposition des entités au 4 ^{ème} étage	Source : Auteur	82
Figure 33 Plan Sous-Sol -06.00	Source : Auteur	84
Figure 34 Plan RDC +00.00	Source : Auteur	85
Figure 35 Plan RDC +03.00	Source : Auteur	85
Figure 36 Plan 1 ^{er} Etage +06.00	Source : Auteur	86
Figure 37 Plan 1 ^{er} Etage +09.00	Source : Auteur	87
Figure 38 Plan 2 ^{ème} Etage +12.00	Source : Auteur	88
Figure 39 Plan 2 ^{ème} Etage +15.00	Source : Auteur	88
Figure 40 Plan 3 ^{ème} Etage +18.00	Source : Auteur	89
Figure 41 Plan 4 ^{ème} Etage +24.00	Source : Auteur	89
Figure 42 vue sur la façade principale du projet	Source : Auteur	90
Figure 43 vue sur la façade végétalisée du projet	Source : Auteur	90
Figure 44 vue du côté nord du projet	Source : Auteur	90
Figure 45 vue sud-ouest du projet	Source : Auteur	90
Figure 46 Vue sur l'entrée principale du projet	Source : Auteur	90
Figure 47 Vue sur entrée secondaire du projet	Source : Auteur	90
Figure 48 Vue sur la circulation verticale dans le projet	Source : Auteur	93
Figure 49 décomposition du bâti en deux parties	Source : Auteur	95
Figure 50 décomposition de chaque partie en sous- parties	Source : Auteur	95
Figure 51 Vue 3D de la structure du projet	Source : Auteur	96
Figure 52 Cloisons vitrés avec stores	Source : www.espace-cloisons-alu.fr	97
Figure 53 Façade double peau ventilées		97
Figure 54 Vue sur la façade végétalisée dans le projet	Source : Auteur	98
Figure 55 Récupérer les eaux grises pour chasser l'eau des toilettes ou arroser le jardin		101
Figure 56 Principe de bac à réserve d'eau		101
Figure 57 parcours des pompiers prévus sur le plan de masse	Source : Auteur	102
Figure 58 Typologie du système solaire thermique et photovoltaïque	Source : Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 178b	104
Figure 59 Les panneaux photovoltaïques dans le projet	Source : Auteur	104

Figure 60 Brises soleil horizontaux dans le projet Source : Auteur	104
Figure 61 Brises soleil verticaux dans le projet Source : Auteur	105
Figure 62 cabine acoustique Source : www.cometac.fr	105
Figure 63 Poubelle intelligente Source : www.science-et-vie.com	106

PARTIE SIMULATION NUMERIQUE

CHAPITRE 01 : CONFORT VISUEL

Figure 1 Paramètres du confort visuel Source: www.mysti2d.net	111
Figure 2 Les sources d'inconfort visuel Source: www.mysti2d.net	111
Figure 3: Stratégie de l'éclairage naturel Source: Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques- Alain Liébard, André de Herde page 49b.....	112
Figure 4 Eclairage unilatérales Source : A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005 page 272b.....	113
Figure 5 Comportement des ouvertures zénithal Source : A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005 page 272b.	114
Figure 6: Eclairage zénithale de type tabatière.....	114
Figure 7: Eclairage zénithale de type Sheds.....	115
Figure 8: types de lanterneaux.....	115
Figure 9: Eclairage zénithal de type verrière - dôme.....	115
Figure 10 Puit de lumière Source : Le guide de l'éclairage naturel zénithal.....	116
Figure 11 différence entre verre translucide et transparent Source : www.filmpourvitrage.com/films-deco-et-intimites/460-581-film-intimite-sable-mat.html	116
Figure 12 Présentation de cas d'étude (bureau open space) Source : Auteur	118
Figure 13 Modèle simplifié avec logiciel velux sans éclairage zénithal Source : Auteur	119
Figure 14 rendu fausse couleur a ciel dégagé le 21/12 à 9:00 Source : Auteur.....	119
Figure 15 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 9:00 Source : Auteur.....	119
Figure 16 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12:00 Source : Auteur.....	120
Figure 17 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 12:00 Source : Auteur.....	120
Figure 18 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 15:00 Source : Auteur.....	120
Figure 19 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 15:00 Source : Auteur.....	120
Figure 20 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09:00 Source : Auteur.....	121
Figure 21 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 09:00 Source : Auteur.....	121
Figure 22 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 12:00 Source : Auteur.....	122
Figure 23 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 012:00 Source : Auteur.....	122

Figure 24 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 15 :00 Source : Auteur.....	122
Figure 25 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 15:00 Source : Auteur.....	122
Figure 26 Modèle simplifié du cas amélioré avec logiciel VELUX Source : Auteur	123
Figure 27 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09 :00 Source : Auteur.....	123
Figure 28 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12 :00 Source : Auteur.....	124
Figure 29 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 15 :00 Source : Auteur.....	124
Figure 30 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 09 :00 Source : Auteur.....	125
Figure 31 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 12 :00 Source : Auteur.....	125
Figure 32 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 15:00 Source Auteur.....	126
Figure 33 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 09:00 Source : Auteur.....	126
Figure 34 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09:00 Source : Auteur.....	126
Figure 35 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12:00 Source : Auteur.....	127
Figure 36 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 12:00 Source : Auteur.....	127
Figure 37 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 15:00 Source : Auteur.....	128
Figure 38 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 15:00 Source : Auteur.....	128
Figure 39 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 09:00 Source : Auteur.....	128
Figure 40 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 09:00 Source : Auteur.....	128
Figure 41 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 12:00 Source : Auteur.....	129
Figure 42 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 12:00.....	129
Figure 43 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 15:00 Source : Auteur.....	130
Figure 44 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 15:00 Source : Auteur.....	130
Figure 45 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09 :00 Source : Auteur.....	130
Figure 46 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12 :00 Source : Auteur.....	130
Figure 47 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 15 :00 Source : Auteur.....	132
Figure 48 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 09:00 Source : Auteur.....	132
Figure 49 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 12:00 Source : Auteur.....	132
Figure 50 : rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 15:00 Source : Auteur.....	133
Figure 51 Modèle simplifié avec ECOTECT Source : Auteur.....	133
Figure 52 Modèle simplifié avec ECOTECT Source : Auteur.....	133
Figure 53 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09:00 Source : Auteur.....	134
Figure 54 rendu radiance niveau d'éclairément à ciel dégagé le 21/12 à 09:00 Source : Auteur.....	134

Figure 55 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12:00 Source : Auteur.....	134
Figure 56 rendu radiance niveau d'éclairement à ciel dégagé le 21/12 à 12:00 Source : Auteur.....	134
Figure 57 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 15:00 Source : Auteur.....	135
Figure 58 rendu radiance niveau d'éclairement à ciel dégagé le 21/12 à 15:00 Source : Auteur.....	135
Figure 59 rendu radiance niveau d'éclairement à ciel dégagé le 21/06 à 09:00 Source : Auteur.....	136
Figure 60 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 09:00 Source : Auteur.....	136
Figure 61 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 12:00 Source : Auteur.....	136
Figure 62 rendu radiance niveau d'éclairement à ciel dégagé le 21/12 à 12 :00 Source : Auteur.....	136
Figure 63 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 15:00 Source : Auteur.....	137
Figure 64 rendu radiance niveau d'éclairement à ciel dégagé le 21/12 à 15 :00 Source : Auteur.....	137

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE 01 : ETUDE THEMATIQUE

Tableau 1 : Liste des laboratoires en Algérie	11
Tableau 2 Principes de conception des bâtiments dans les zones Saharienne.....	19

CHAPITRE 03 : ETUDE CONTEXTUELLE

Tableau 1 Extrait des caractéristiques de la zone D Source : Mazouz.S 2004 DTR.....	43
---	----

CHAPITRE 01 : ETUDE PROGRAMMATIQUE

Tableau 1 Programme quantitatif Source : Auteur.....	61
--	----

CHAPITRE 01 : CONFORT VISUEL

Tableau 1 Extrait de la norme NBN EN 12464-1. Source : Code de Bonne Pratique en Eclairage Intérieur	116
Tableau 2 Extrait de la norme NBN EN 12464-1. Source : Code de Bonne Pratique en Eclairage Intérieur	116
Tableau 3 Normes de flj dans les différents espaces Source: PDF guide d'aide à l'interprétation et l'amélioration des résultats des mesures CSTC.	117
Tableau 4 Normes de flj dans les différents espaces Source: PDF guide d'aide à l'interprétation et l'amélioration des résultats des mesures CSTC.	117
Tableau 5 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 décembre à 9h.....	119
Tableau 6 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 décembre à 12h.....	120
Tableau 7 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 décembre à 15h.....	121
Tableau 8 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 juin à 9h.....	121
Tableau 9 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 juin à 12h.....	122
Tableau 10 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 juin à 15h.....	122
Tableau 11 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 décembre à 9h .Source Auteur.....	123
Tableau 12 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 décembre à 12h .Source Auteur.....	124
Tableau 13 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 décembre à 15h .Source Auteur.....	124
Tableau 14 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 juin à 9h .Source Auteur.....	125
Tableau 15 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 juin à 12h .Source Auteur.....	125

Tableau 16 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 juin à 15h .Source Auteur.....	126
Tableau 17 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 09h .Source Auteur.....	127
Tableau 18 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 12h .Source Auteur.....	127
Tableau 19 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 15h .Source Auteur.....	128
Tableau 20 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 juin à 09h .Source Auteur.....	129
Tableau 21 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 juin à 12h .Source Auteur.....	129
Tableau 22 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 juin à 15h .Source Auteur.....	130
Tableau 23 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.78% translucidité, 21 décembre à 09h .Source Auteur.....	131
Tableau 24 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.78% translucidité, 21 décembre à 12h .Source Auteur.....	131
Tableau 25 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.78% translucidité, 21 décembre à 15h .Source Auteur.....	132
Tableau 26 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.78% translucidité, 21 juin à 09h .Source Auteur.....	132
Tableau 27 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.78% translucidité, 21 juin à 12h .Source Auteur.....	133
Tableau 28 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.78% translucidité, 21 juin à 15h .Source Auteur.....	133
Tableau 29 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 09h.Source Auteur.....	134
Tableau 30 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 12h.Source Auteur.....	135
Tableau 31 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 15h.Source Auteur.....	135
Tableau 32 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 juin à 09h.Source Auteur.....	136
Tableau 33 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 juin à 12h.Source Auteur.....	137

Tableau 34 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 juin à 15h.Source Auteur.....	137
--	-----

LISTE DES ABREVIATIONS

GES : Gaz a Effet de Serre.....	2
ENS : Ecole Normale Supérieure.....	11
EPAU : Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme.....	11
CVC : Chauffage Ventilation Climatisation.....	36
PDAU : Plan Directeur d'Aménagement de d'Urbanisme.....	42
POS : Plan d'Occupation des Sols.....	50
TVB : Trame Verte et Bleu.....	70
ECS : Eau Chaude Sanitaire.....	99
VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée.....	99
FLG : Facteur Lumière du Jour.....	112



INTRODUCTION

GENERALE

I. INTRODUCTION :

La planète Terre souffre d'une dangereuse fièvre causée majoritairement par le réchauffement climatique, ce réchauffement est le résultat de l'activité humaine depuis la révolution industrielle, ce phénomène d'augmentation de température de la Terre est notamment amplifié par les Gaz à effet de serre (GES), donc on parle de réchauffement climatique dit «d'origine anthropique» (d'origine humaine).

Le bâtiment contribue grandement aux émissions des GES, la mission des architectes et ingénieurs est de réduire ce taux d'émission en concevant des bâtiments qui s'inscrivent dans une démarche de développement durable et avec une bonne performance énergétique tout en gardant les exigences et les conditions du confort et du bien-être.

Grace à la recherche scientifique en matière d'architecture et de Génie civil, de nouvelles innovations et techniques apparaissent d'année en année avec une perspective de réduire les consommations énergétiques et de favoriser les énergies renouvelables et d'avoir un minimum d'impact sur l'environnement naturel.

En Algérie on recense un grand manque en matière de recherche scientifique notamment en architecture et en Génie civil causé par le manque des laboratoires de recherche en termes de nombre, de distribution sur le territoire et leurs développements technologique notamment dans la ville de Laghouat ou en recense ce manque.

La conception d'un laboratoire de recherche en architecture et en Génie civil dans la ville de Laghouat doit être adaptée aux exigences des chercheurs et d'être un bâtiment respectueux de l'environnement, adapté au climat aride et semi-aride de la ville tout en répondant aux critères et aux normes du développement durable et en offrant des conditions de confort et de bien-être au sein du laboratoire d'architecture et génie civil.

II. PROBLEMATIQUE :

En Algérie les laboratoires de recherche scientifique en architecture et Génie civil connaissent un manque cruel en termes de nombre mais aussi leurs qualités spatiales qui ne répondent pas aux critères de développement durable, ils se basent essentiellement sur les énergies non renouvelables.

Un laboratoire doit offrir de très bonnes conditions de vie et de travail pour les chercheurs en leur offrant un climat social et une dimension humaine pour un bon rendement et une bonne efficacité de travail.

Le projet proposé s'inscrit dans la ville de Laghouat, il doit reprendre aux différents critères et nécessités cités ci-dessus dans un climat chaud et aride, alors les questions se posent :

- Comment concevoir un laboratoire de recherche en architecture et génie civil et quels sont les paramètres de durabilité à appliquer d'un côté pour qu'il soit fonctionnel tout en étant performant énergétiquement et d'un autre côté offrir un climat social avec une dimension humaine au sein du laboratoire et enfin réussir à l'intégrer dans son contexte ?

III. HYPOTHESE :

- Les critères et les directives ainsi que les techniques passives de l'architecture durable appliqués dans les zones arides constituent une bonne base pour répondre à la problématique conceptuelle. Vu qu'ils permettent de minimiser le recours excessif aux énergies non renouvelables et ils assurent des meilleures conditions de confort psychique et physique (thermique, visuel ...) pour les chercheurs tout en tirant profit de potentiels solaires et des contraintes climatiques de la ville de Laghouat.

IV. OBJECTIFS :

- Influencer positivement sur l'Attractivité de la ville sur le niveau national.
- Renforcer le lien entre le Génie civil et l'architecture tout en consolidant l'esprit de recherche.
- Réduire la disparité qui touche ce type d'établissement au niveau local et national.
- Placer les nouveaux projets nationaux (algériens) sur le rail du développement durable avec une forte empreinte écologique.

V. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE :

Les éléments de choix méthodologique, les grandes lignes :

- Délimiter le champ de recherche.
- Définir l'objet de la recherche, c'est à dire ce que l'on se propose d'étudier à l'intérieur du champ de recherche.

-Poser une question de recherche (ce à quoi l'étudiant va s'efforcer de répondre) ou une hypothèse de recherche (ce que l'étudiant va s'efforcer de valider) La méthode déductive : le chercheur va puiser dans des idées préexistantes : l'hypothèse est déduite d'idées précédemment formulées.

- L'hypothèse peut être déduite d'une théorie déjà formulée : on considère alors que le phénomène étudié un cas particulier que l'on peut rattacher à une théorie plus générale et l'on recherche dans cette théorie générale les éléments explicatifs.

- L'hypothèse peut être déduite de travaux antérieurs. On établit alors l'hypothèse à partir d'hypothèses utilisées par d'autres chercheurs qui, dans des cas du même genre, se sont révélées plus ou moins fécondes. A la limite, on peut, dans cette perspective, établir une grille d'hypothèses déjà utilisées pour un type de phénomène donné que l'on essaiera successivement d'appliquer au phénomène sur lequel on travaille. La description de cette méthode souligne l'intérêt que présente le chercheur pour la connaissance de travaux déjà publiés relatifs à l'objet de sa recherche.

VI. OUTILS DE RECHERCHE :

On s'est basé dans la réalisation de ce travail sur plusieurs sources et données entre autres des outils documentaires (livres, documents, articles, mémoires, sites Web, revues scientifiques), on a également exploré des outils informatiques (des logiciels de dessins et de simulations).

VII. STRUCTURE GENERALE DU MEMOIRE :

Le mémoire est composé de 6 chapitres plus une introduction générale et une conclusion générale.

Chapitre01 : Thématique : ce chapitre sera consacré au thème d'étude et des différents aspects de l'architecture et la durabilité, en vue d'assimiler la thématique relative à ces notions.

Chapitre 02 : Analytique : une analyse des exemples qui nous permettra une connaissance plus approfondie sur le thème et les aspects de la durabilité appliqués dans les laboratoires de recherche.

Chapitre 03 : Contextuel : une analyse de la ville et du site afin d'en investir toutes les caractéristiques dans cette recherche.

Chapitre 04 : Programmatique : c'est une élaboration du programme quantitatif et qualitatif du laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil.

Chapitre 05 : Architecturale : ce chapitre est devisé en deux volets, le premier est le volet conceptuel, il présente les principes et les concepts utilisés, ainsi que les différentes étapes de la formalisation du projet, avec une description générale de celui-ci. Le deuxième volet aborde l'étude technique (détails structurel, techniques, stratégies, matériaux durables).

Chapitre 06 : Expérimental : une partie introductive, une étude thématique sur les notions du confort thermique et visuel et enfin une évaluation numérique et des améliorations par les logiciels de simulation.



PARTIE THEORIQUE

Chapitre I : Etude Thématique.

Chapitre II : Etude Analytique.

Chapitre III : Etude Contextuelle.

ETUDE THEMATIQUE

*VOLET 01 : Recherche scientifique-laboratoire
de recherche scientifique.*

VOLET 02 : Architecture et durabilité.

I. Introduction :

Ce chapitre sera dédié d'une part à la recherche scientifique et les laboratoires de recherche, et d'autre part à l'architecture et la durabilité, en vue d'assimiler la thématique relative à ces notions. L'homme a toujours voulu comprendre le monde et la société dans lesquels il vit, et depuis plusieurs siècles, c'est la recherche scientifique qui tente de répondre à ce besoin.

Ces établissements doivent contribuer à la notion de développement durable, largement répandue par la vague écologique dans plusieurs domaines, ouvre la voie de l'architecture durable pour une conception offrant une meilleure qualité de vie tout en préservant l'environnement.

II. VOLET1 : Recherche scientifique – Laboratoire de recherche scientifique

II.1 Présentation :

La recherche scientifique et le développement technologique constituent des volets importants et essentiels pour la croissance économique et sociale du pays. ¹ Elle trouve ses racines en laboratoires, ce qui donne une importance primordiale a ses établissements de précision.

II.2 Recherche :2

II.2.1 Définition :

Processus composé de plusieurs étapes utilisé dans le but de permettre la compréhension d'un phénomène, son origine, ses caractéristiques et/ou les modalités probables de son évolution. La séquence de ces différentes étapes débute généralement par la formulation de la problématique générale qui est suivie par une recherche exploratoire. Viennent ensuite la détermination des sources, la formulation précise des hypothèses et la construction d'un plan d'expérience pour tester ces étapes. Enfin sont définies les méthodes de collecte de données et de la forme escomptée de ces données, la collecte des données elle-même, l'analyse et l'interprétation des résultats.

II.3 Recherche scientifique :

II.3.1 Définitions :

-La définition stricte de la recherche scientifique est: effectuer une étude méthodique afin de prouver une hypothèse ou de répondre à une question précise.³

-La recherche scientifique doit être organisée et faire l'objet d'une planification, en incluant l'analyse de la documentation des recherches antérieures et en choisissant les questions qui doivent se voir apporter une réponse.⁴

¹ Maghreb Review of Economic and Management Vol 03 - N° 01 March 2016\ page 97

² www.e-marketing.fr/Definitions-Glossaire/Recherche-242902.htm \Vue 12-11-2018

³ www.explorables.com/fr/définition-de-la-recherche \Vue 10-10-2018

II.3.2 Objectifs de la recherche scientifique :5

Depuis la seconde moitié du XXe siècle, la quasi-totalité des pays développés ont été conduits à mettre en œuvre des politiques de la recherche avec trois objectifs :

- Développer les activités scientifiques et technologiques.
- Mobiliser le potentiel public et privé à des fins économiques et sociales mais aussi militaires.
- Répartir les ressources en fonction de priorités.

II.3.3 Problèmes de la recherche scientifique dans les pays en développement : 6

Depuis la seconde guerre mondiale, la plupart des pays en développement ont multiplié leurs activités consacrées à la formation et au développement de la recherche, on ne peut toutefois nier un progrès réel. Le nombre de chercheurs dans les pays en développement est en effet infiniment plus grand qu'il y a 25 ans, parmi les problèmes on cite :

- 1- Le manque des infrastructures.
- 2- Les ressources humaines : Globalement, le problème est avant tout celui des ressources et de leurs affectations, auquel vient s'ajouter le fait que dans les pays en développement les élites sont beaucoup moins nombreuses que dans les pays développés.
- 3- Priorités de la recherche et financement : Les membres du gouvernement et les hauts fonctionnaires sont pour la plupart des non scientifiques ; il appartient donc aux scientifiques de se donner la peine d'expliquer le sens de leurs travaux et d'exposer les résultats escomptés, afin de créer un climat de soutien.
- 4- Installations de recherche : la recherche scientifique est onéreuse. À l'heure actuelle, ce sont le matériel et l'entretien du matériel qui coûtent cher de plus en plus cher, le regroupement du matériel est non seulement souhaitable mais pratiquement indispensable dans certains domaines d'activité.
- 5- La Communication : Il est très important que des contacts s'établissent fréquemment : des missions scientifiques et des voyages d'étude de courte durée se sont révélés extrêmement utiles. Ils permettent de participer à des réunions internationales, d'établir des contacts, d'observer ce qui se passe ailleurs, et de comparer ses propres travaux aux meilleures réalisations effectuées dans d'autres pays.
- 6- Problèmes d'importation : Dans la plupart des pays en développement, les difficultés et le coût de l'importation de matériel scientifique et de pièces de rechange constituent l'un des principaux facteurs qui limitent la recherche scientifique, facteur rarement reconnu par les gouvernements.

⁴ www.explorables.com/fr/définition-de-la-recherche \Vue 10-10-2018

⁵ www.universalis.fr/encyclopedie/recherche-scientifique/ Vue 10-10-2018

⁶ PDF P.B. Vose et A. Cervellin AIEA BULLETIN, VOL.25, no 2

II.4 La Recherche en architecture et en génie civil :

II.4.1 La Recherche en architecture : ⁷

La recherche en architecture a recourt notamment à une approche spécifique ; la recherche par et pour le projet permet de porter les hypothèses et les approches de la question énoncée vers des propositions afin d'en évaluer les avantages, les inconvénients et les conséquences. Ces propositions ouvrent à des potentiels ou à de nouvelles bases. Elles produisent des modèles théoriques ou concrétisés qui, à leurs tours, portent vers de nouvelles investigations selon des processus récursifs sur des objets dont le degré d'élaboration et de synthèse et croissant.

La recherche vise donc à produire, soit des connaissances fondamentales, soit des connaissances dirigées vers la matérialisation, en portant les questions scientifiques sur le terrain du design architectural et spatial. Dans un contexte contemporain où savoir et savoir-faire sont sans cesse mouvants et où la synthèse recherchée doit intégrer des considérations souvent contradictoires, l'inscription de la recherche dans la perspective de la conception- du design- permet de soutenir des réponses valides et exploitables. Prétendre à cette synthèse requiert de véritables savoir-faire, ou savoir concevoir, soit un véritable art de bâtir.

II.4.2 Recherche en génie civil :⁸

La recherche en génie civil vise à donner comme mission de pouvoir proposer des procédés de fabrication innovants, des outils de simulation adaptés pour le dimensionnement et la maîtrise du cycle de vie des produits, des structures et des ouvrages, en prenant en compte l'influence de sollicitations sévères et d'actions environnementales.

Une grosse partie de la recherche en génie civil cherche à réduire l'impact environnemental des matériaux de construction.

Dans les activités de recherche, les chercheurs visent plusieurs objectifs :⁹

- Produire et développer des connaissances scientifiques.
- Mettre ces connaissances au service de l'innovation dans le secteur large du Génie Civil.
- Former des cadres par et pour la recherche.

⁷ www.uclouvain.be/fr/chercher/loci-r \Vue le 20\10\2018\

⁸ www.gem.ec-nantes.fr/ Vue 10-10-2018

⁹ www.augc.asso.fr/recherche/recherche-universitaire \ Vue 10-10-2018

II.5 Laboratoire de recherche scientifique :

II.5.1 Définitions :

-Les laboratoires de recherche sont des structures essentielles des établissements d'enseignement supérieurs et de recherche. Les laboratoires de recherche sont les unités de base pour développer des activités de recherche : ils regroupent des enseignants-chercheurs et de chercheurs ayant souhaité mettre en commun leurs compétences et moyens pour développer des recherches dans des domaines scientifiques majeurs.¹⁰

-Un Laboratoire est une Unité de Recherche qui regroupe des chercheurs (enseignants-chercheurs, chargés de recherche, doctorants), des personnels techniques (ingénieurs et techniciens de recherche), des personnels administratifs, des étudiants stagiaires ainsi que des chercheurs associés.¹¹

-Selon les pays et les organismes, un laboratoire peut aussi être dénommé centre, département ou unité de recherche et peut désigner des structures plus ou moins grandes. Cet article s'intéresse aux aspects communs des laboratoires, à savoir le cadre de travail mis en place dans la recherche scientifique.¹²

II.5.2 Objectifs du laboratoire de recherche :

Le laboratoire a pour objectif principal de fournir des résultats fiables, On peut dire que l'objectif général du laboratoire est de fournir des données analytiques d'une exactitude et d'une fiabilité adéquates en un laps de temps acceptable et pour un coût convenable.¹³

- 1- De contribuer au développement des pratiques managériales.
- 2- De modéliser des expériences professionnelles en vue de les appliquer dans de nouveaux champs.
- 3- De sensibiliser les étudiants de cursus Bachelor et Master à l'écriture en les initiant à la recherche dès la 1ère année d'étude.
- 4- De permettre à des salariés en activité de valoriser leur expérience professionnelle à travers un doctorate in Business Administration (D.B.A.)¹⁴
- 5- Réaliser des études et des travaux de recherche intimement liés à un domaine de recherche bien défini.¹⁵

¹⁰www.univ-nantes.fr/laboratoires/ Vue 08-10-2018

¹¹ www.ediss.universite-lyon.fr/ Vue 10-10-2018

¹² www.dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/ Vue le 08-10-2018

¹³ www.fao.org Vue 10-10-2018

¹⁴ www.fcweford.ch/index.php/fr-FR/ Vue 10-10-2018

¹⁵ Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique NOTE RELATIVE AUX LABORATOIRES DE RECHERCHE

II.5.3 Généralités et critères de conception du laboratoire de recherche :16

- Il y a beaucoup de facteurs qui affectent la conception de l'espace de laboratoire, tel que le nombre du personnel, des méthodes et d'instruments utilisés.
- Les laboratoires devraient être flexibles, de façon à suivre le développement des nouvelles techniques et instruments.
- La taille de l'espace de travail devrait assurer un nombre maximum de personnel travaillant en même temps.
- L'espace devra être divisé en plusieurs secteurs (bureau, salon, salles d'étude), les espaces tampon (zones de stockage, secteur d'approvisionnement, couloir), secteurs souillés (zone de manœuvre, secteur de lavage...)¹⁷.
- Même si les plans définitifs du laboratoire sont établis par des architectes et des ingénieurs, les chercheurs doivent être consultés à propos de certaines décisions qui influenceront en fin de compte sur leur cadre et leurs conditions de travail.
- Le plan de masse du laboratoire devrait être préparé en fonction des critères d'efficacité. Par exemple, la distance que le personnel doit parcourir pour effectuer les diverses étapes de recherche doit être aussi brève que possible.
- C'est un mauvais calcul de concevoir un laboratoire correspondant exactement au volume de travail prévu du moment car il s'écoule souvent cinq ans entre la décision de principe de construire un nouveau laboratoire et le moment où il est livré et mis en service. Il convient donc de concevoir un laboratoire en prenant en compte les activités "générales" et les activités "spécialisées".¹⁸
- Concevoir et établir un laboratoire très efficace, complet et réfléchi. En prenant en considération les facteurs qui affectent l'efficacité et la sécurité de laboratoire, telle que l'espace, les meubles de laboratoire (banc, capots de vapeur, table antistatique, etc.), ventilation, l'éclairage le confort thermique ainsi de suite.
- Il faut prévoir des bureaux pour l'administration et pour les employés de bureau. Il doit y avoir des toilettes et des sanitaires pour l'ensemble du personnel.
- Il est interdit de manger, de boire et de fumer dans le laboratoire il faut fournir des locaux appropriés à cet effet.
- Pour permettre une évacuation rapide en cas d'incendie ou d'autres situations d'urgence, il faut ménager aux moins deux issues de secours dans chaque laboratoire si cela est possible.

¹⁶ www.fao.org/\Vue 10-10-2018

¹⁷ www.french.modern-labfurniture.com/\Vue 13-10-2018

¹⁸ PDF www.fao.org/ \Vue 13-10-2018

II.6 LISTE DES LABORATOIRES DE RECHERCHE D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL UNIVERSITAIRE EN ALGERIE :¹⁹

Etablissement	Laboratoire de recherche (les options)	Année	Domaine	Spécialité
U. Constantine	Ville et patrimoine	2001	S&T	Architecture
	Urbanisme et Environnement	2002	S&T	Architecture
	Villes et santé	2005	S&T	Architecture
	Architecture de l'Urbanisme : espace technique et société	2006	S&T	Architecture
	Mécanique des sols et des structures	2000	S&T	Génie Civil
U. Annaba	Architecture et urbanisme	2000	S&T	Architecture
U. Annaba	Génie civil	2000	S&T	Génie civil
U. STHB	Bâti dans l'environnement	2000	S&T	Génie Civil
U. Sétif	Architecture et urbanisme (Architecture Méditerranéenne)	2000	S&T	Architecture
	Projet urbain, ville et territoire	2000	S&T	Architecture
U. Tizi-Ouzou	Modélisation Expérimentale et Numérique des Matériaux et Structures en Génie Civil	2002	S&T	Génie Civil
U. STO (Université des Sciences et Technologie d'Oran)	Etude du patrimoine architectural des villes et des établissements humains	2000	S&T	Architecture
	Matériaux sols et thermique	2000	S&T	Génie Civil
U. Biskra	Conception et modélisation des formes et des ambiances architecturales urbaines	2006	S&T	Architecture
	Génie Civil	2001	S&T	Génie Civil
U. Blida	Géo matériaux et génie civil	2002	S&T	Génie Civil
ENS-P ex-ENP Ecole Nationale Polytechnique	Génie sismique et dynamique des structures	2000	S&T	Génie Civil
U. Jijel	Cadre Bâti et Environnement	2003	S&T	Génie Civil
U. M'Sila	Technique Urbaine et Environnement	2001	S&T	Génie Civil
U. Laghouat	génie civil	2000	S&T	Génie civil
U. Guelma	Génie Civil et Hydraulique	2001	S&T	Génie Civil
U. Skikda	Matériaux, Géotechnique, Habitat et Urbanisme (L.M.G.H.U.)	2009	S&T	Architecture
ENS-Archit. Ex-EPAU	Architecture et environnement	2001	S&T	Architecture
	Ville, urbanisme et développement durable	2007	S&T	Architecture
	Ville, architecture et patrimoine	2008	S&T	Architecture
CU. Souk Ahras	Gestion maintenance et réhabilitation des infrastructures urbaines	2007	S&T	Génie civil

Tableau 1 : Liste des laboratoires de recherche universitaire en Algérie

¹⁹ Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique- Direction de la Programmation de la Recherche de l'Evaluation et de la Prospective

II.7 Synthèse :

Ainsi, apparaît clairement l'importance de la création de laboratoires de recherche, afin de permettre aux chercheurs d'approfondir leurs connaissances, de renouveler les perspectives et de procéder à des innovations. On souligne dans ce cadre le manque de ces établissements de recherche en Algérie, ce qui ne contribue pas au développement scientifique comme il se devrait.

III. VOLET2 : Architecture et durabilité**III.1 Présentation :**

De nos jours, la notion de développement durable, largement répandue par la vague écologique dans plusieurs domaines, ouvre la voie de l'architecture durable pour une conception offrant une meilleure qualité de vie tout en préservant l'environnement.

III.2 Développement durable :**III.2.1 Définition :**

Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins. A cette fin, le développement durable vise à prendre en compte, outre l'économie, les aspects environnementaux et sociaux dans une vision à long terme.²⁰

III.2.2 Importance du développement durable en architecture :

Le développement durable indique une façon réfléchie de concevoir le présent en tenant compte des effets à long terme, tant au niveau économique, environnemental et social.

En architecture, cette ligne de penser devient de plus en plus importante et reconnue comme étant la marche à suivre pour améliorer le sort des générations futures. En effet, on estime actuellement que la démolition et la construction de bâtiments est responsable de près de 35% des gaz à effet de serre. Il est donc important que les acteurs principaux, notamment les architectes, posent des gestes concrets pour être plus respectueux de l'environnement et offrir de meilleures perspectives d'avenir.²¹

²⁰ www.clausarchitecture.be/le-d%C3%A9veloppement-durable/ vue le 12-11-2018

²¹ www.groupeleclerc.ca/le-developpement-durable-en-architecture/ vue le 13-10-2018

III.3 Architecture durable :

III.3.1 Définition :

La philosophie de l'architecture durable se concrétise à travers différentes pratiques qui ont pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin la qualité de vie des utilisateurs et des communautés riveraines. La mise en œuvre d'une architecture durable se manifeste par un ensemble de choix de techniques, des méthodes de gestion, la sélection des matériaux employés et l'organisation interne des fonctions et des espaces, afin de maîtriser, en particulier, la consommation d'énergie et l'aménagement du cadre de vie des utilisateurs.²²

III.3.2 Axes fondamentaux de l'architecture durable :23

Concevoir une "architecture durable", c'est donc proposer un habitat qui établit un équilibre harmonieux entre l'Homme et son milieu, en préservant les ressources et l'environnement et en favorisant le confort et la santé des habitants.

Axe 1 : s'inscrire harmonieusement dans le site, ... tout en favorisant une gestion économique du sol.

Axe 2 : s'orienter vers des matériaux respectueux de l'environnement et des procédés constructifs adaptés.

Axe 3 : créer un climat de bien-être et de confort dans des espaces accessibles à tous.

III.3.3 Enjeux clé de l'architecture durable : Stratégies de l'architecture durables : 24

La maîtrise de l'énergie : grâce à :

L'orientation :²⁵

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

L'implantation :²⁶

L'implantation détermine l'éclairage, les apports solaires, les déperditions, les possibilités d'aération..., mais aussi les qualités de l'habitat : communications, vues, rapports de voisinage...

²² www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique/ vue le 13-10-2018

²³ PDF ARCHITECTURE DURABLE en Tarn-et-Garonne\page 04_05_06

²⁴ www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique \traité par l'auteur\Vue le 10-10-2018

²⁵ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 64a.

²⁶ IDEM \page 63a.

La forme du bâtiment :

Le coefficient de la forme, ou compacité, mesure le rapport de la surface de l'enveloppe déprédative au volume habitable. Il indique le degré d'exposition de bâtiment aux conditions climatiques ambiantes. Il permet de qualifier les volumes construits en indiquant leur degré d'exposition aux conditions climatiques ambiantes.²⁷

La surface totale exposée à l'extérieur est un facteur de déperdition d'énergie, un bâtiment présentant une surface extérieure étendue aura tendance à perdre plus de chaleur. Il faudra donc privilégier une forme plus compacte qui augmente le rapport entre le volume des espaces intérieurs et la surface exposée aux intempéries et limite donc les pertes calorifiques.

L'isolation thermique :

Elément le plus efficace et le moins coûteux pour réduire les pertes énergétiques, une bonne isolation thermique est une des clés de la construction durable. Une isolation efficace réduit la dissipation de chaleur en hiver et inversement, l'entrée de chaleur en été ; les besoins en énergie pour le chauffage et la climatisation sont donc réduits d'autant.²⁸

Les stratégies thermiques :

Le confort d'hiver :²⁹

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

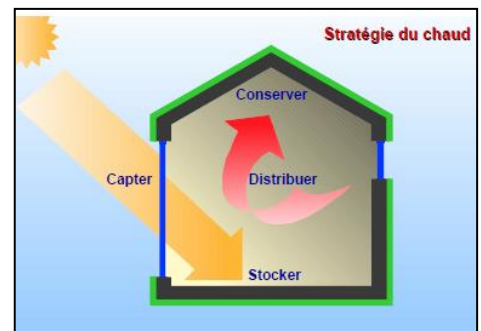


Figure 1: Stratégie du chaud

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde

Le confort d'été :³⁰

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

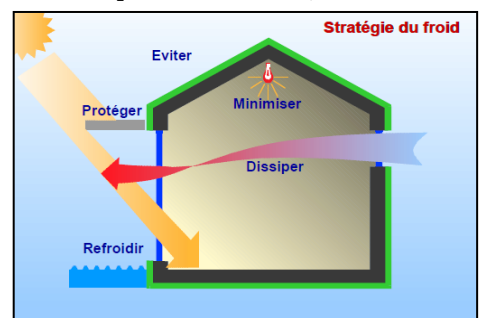


Figure 2: Stratégie du froid

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde

²⁷ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 83a.

²⁸ www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique \traité par l'auteur\Vue le 10-10-2018

²⁹ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 31a.

³⁰ IDEM \page 32a.

La végétation : ³¹

La végétation permet l'ombrage, filtre les poussières en suspension, fait écran aux vents tout en favorisant la ventilation, oxygène l'air et le rafraîchit par évapotranspiration.

Elle est un outil efficace de protection solaire et de contrôle du rayonnement, elle permet de stabiliser la température de l'air.

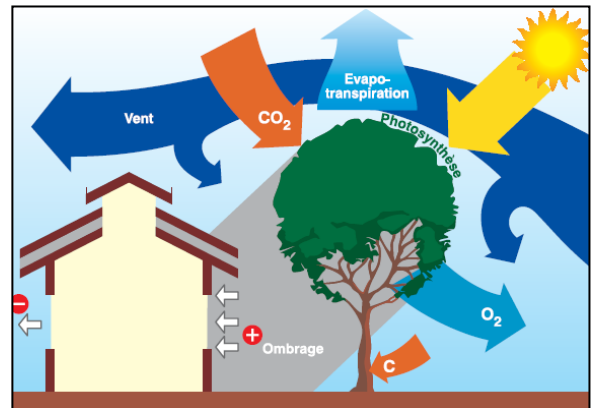


Figure 3: Les différents effets de la végétation
 Source : Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 139a

Energies renouvelables :

Les énergies renouvelables englobent toutes les énergies inépuisables qui, depuis toujours, nous viennent dit soleil, directement sous forme de lumière et de chaleur, ou indirectement par les cycles atmosphériques et la photosynthèse.

Le soleil dispense un rayonnement électromagnétique qui constitue notre source lumineuse et thermique.³² -Le solaire thermique, le solaire photovoltaïque, l'éolien, la géothermie, la micro-hydro-électricité et la filière bois-énergie sont les principales filières des énergies renouvelables. Une plus grande utilisation de ces énergies signifierait, à la fois, la réduction de la vitesse d'épuisement des ressources en énergies fossiles et une meilleure protection de l'environnement grâce, entre autres, à la réduction des rejets de combustion.³³

Exemple : Le rayonnement solaire peut-être capté et converti en énergie utile :³⁴

Les systèmes solaires thermique : convertissent l'énergie solaire en chaleur simple pour le chauffage des locaux et de l'eau.

Les cellules photovoltaïques : produisent de l'électricité directement à partir de la lumière solaire.

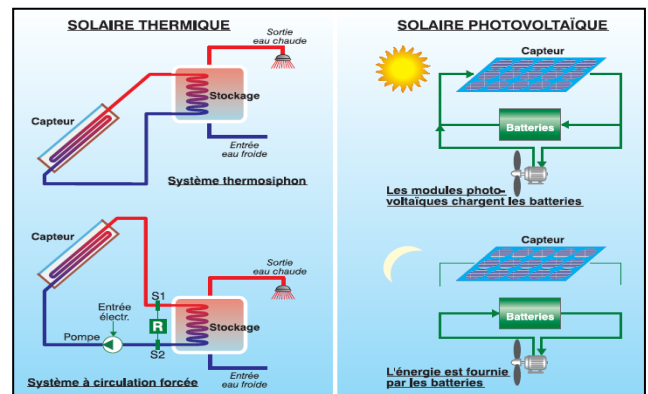


Figure 4: Typologie de système solaire thermique et photovoltaïque
 Source : Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques \page 178b

³¹ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 193.

³² Idem \page 3a.

³³ Idem\ page 95a.

³⁴ Idem page 178a.

La gestion de l'eau, de l'air et des déchets :³⁵

Un poste ou de nombreux gaspils énergétiques peuvent être épargnés. L'énergie perdue lors de l'évacuation des déchets et eaux usées peut être récupérée et réinjectée dans le bâtiment par des systèmes qui permettent de chauffer l'eau ou l'air propre, comme des pompes à chaleur.

Des méthodes de tri et de compostage ou de méthanisation, par exemple, permettent aussi de recycler les déchets de matières organiques en fertilisants ou gaz naturels. Des systèmes de récupération d'eaux de pluies pour l'arrosage sont autant d'équipements simples qui limiteront la consommation d'eau potable.

La sécurité : fournissent une sécurité optimale contre les catastrophes naturelles

Le bien être : offrent un environnement intérieur approprié : qualité de l'air, lumière, acoustique et esthétique spécifiques.

Les matériaux.

III.3.4 Quelques dérivés de l'architecture durable :**Architecture bioclimatique :**³⁶

Une conception bioclimatique d'un bâtiment vise à optimiser l'utilisation des apports solaires et de la circulation naturelle de l'air, limitant ainsi le recours au chauffage et à la climatisation. Elle valorise les avantages du terrain (orientation du bâtiment), l'orientation des pièces, les surfaces vitrées, l'inertie du bâtiment...³⁷

Un habitat bioclimatique (ou architecture solaire) est un bâtiment dans lequel le chauffage et le rafraîchissement sont réalisés en tirant le meilleur parti du rayonnement solaire et de la circulation naturelle de l'air.

Cela consiste donc à concevoir un projet avec une adéquation entre la construction, le comportement des occupants et le climat, pour réduire au maximum les besoins énergétique non renouvelable.³⁸

³⁵ www.architecte-batiments.fr/l-architecture-durable-en-pratique \traité par l'auteur\Vue le 10-10-2018

³⁶ PDF L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE conférence-débat du 14 novembre 2007\page 04

³⁷ JEAN PASSINI. Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition\page 07

³⁸ PDF L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE conférence-débat du 14 novembre 2007

Construction durable :

Notion utilisée pour toute construction qui, tout en assurant confort et santé 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. On parle encore d'écoconstruction.³⁹

Bâtiment passif :

Bâtiment qui est quasiment autonome pour ses besoins en chauffage. Il utilise les apports gratuits (Solaires, métaboliques, d'équipements...) et présente une bonne isolation thermique, le chauffage devenant un simple appoint. La référence allemande est appelée Passivhaus.⁴⁰

Ecoconception :

L'écoconception vise à produire des biens de consommation ou matériaux conçus, dès l'amont de la chaîne de fabrication, en limitant leurs impacts environnementaux (énergie, eau, air...), dans les conditions techniques et économiques du moment. C'est une démarche préventive qui prend en compte l'analyse du cycle de vie du produit, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à son élimination en fin de vie.⁴¹

III.4 Construire en climats chauds et secs :⁴²

- Parce que la matière a une certaine capacité à accumuler la chaleur, le choix des matériaux permet, dans une certaine mesure, d'adapter le bâtiment aux variations du climat local.
- Le rayonnement solaire est la principale source de chaleur en climat chaud et sec. La chaleur se transmet principalement par conduction de la chaleur absorbée par les murs et toitures. La vitesse de ce phénomène dépend de la nature de matériau (conductivité thermique) et de l'état de surface du matériau (couleur et texture).
- Pour ce type de climat, il est donc sage de prévoir des murs massifs de des toitures lourdes afin d'atténuer les effets des forts écarts journaliers de température, ce qui aura pour effet de maintenir une certaine fraîcheur le jour tout en emmagasinant de la chaleur pour les nuits plus fraîche.
- Il faut également prévoir des parements de murs extérieurs qui réfléchissent les radiations solaires et s'opposent ainsi à l'échauffement des murs en question.

³⁹ JEAN PASSINI. Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition\page11

⁴⁰ IDEM \page 06

⁴¹ IDEM \page 15

⁴² Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 25a.

- Pendant les chaleurs excessives, il faut des murs épais pour protéger l'intérieur des habitats. Mais ces murs emmagasinent et la chaleur et rend l'intérieur des habitations trop chaud la nuit pour y dormir. Les nuits se passent généralement à l'air libre.

- En saison froide, l'ambiance intérieure pourra être améliorée grâce au volant thermique assuré par les murs épais et à la pénétration des rayons solaires à travers les fenêtres ouvertes à midi.

III.5 PRINCIPE DE CONCEPTION DES BATIMENTS DANS LES ZONES SAHARIENNES :⁴³

Selon le livre «Recommandations architecturales », la ville de Laghouat est classée dans la zone climatique : Sahara (Hiver : H3a - Eté : E3)⁴⁴

	ZONE CLIMATIQUE :SAHARA	
RECOMMANDATIONS	H3 Période D'hiver (4 mois)	E 3-4-5 Période D'été (5 mois)
1-ORIENTATION	1-Nord-sud souhaitée avec occupation verticale des espaces.	1-Nord-sud (est ouest à proscrire).
2-ESPACEMENT ENTRE BATIMENTS	2-Plan compact en diminuant l'exposition des murs en contact avec l'extérieur.	2-Plan compact en diminuant l'exposition des murs avec l'extérieur. Avec cour intérieure pour les zone E4 et E5.
3-VENTILATION OU AERATION D'ETE	3- \	3-Ventilation nocturne.
4-OUVERTURES, FENETRE	4-Sur surface totale ouvertures prévues, affecter pour captage soleil hiver surface vitrage sud égale à 0.15 par m ² plancher.	4-Moyenne 25 à 40%. Pour la zone E3. -Petite 15 à 25% pour les zones E4 et E5.
5-MURS ET PLANCHERS	5-Murs et planchers massifs-Inertie thermique journalière 8 heures compromis à prendre avec l'été.	5-Murs et planchers massifs. Forte inertie thermique multi journalière (hors période surchauffe) avec couleurs claires.
6-TOITURE	6-Toiture massive et isolée.	6-Massive. Forte inertie thermique multi journalière (hors période surchauffe) avec couleurs claire.

⁴³ Livre RECOMMANDATIONS ARCHITECTURALES Ministère de l'habitat ENAG Editions page 24

⁴⁴ Idem page 5

7-ISOLATION THERMIQUE	7-Isolation thermique toiture.	7-Toiture isolée.
8-PROTECTION	8-D'hiver des vents de sable par plantations à feuilles persistantes qui poussent dans le sud (pin d'Alep...).	8-Protection d'été. Occultation totale ouvertures. -Ouverture nord-sud.
9-ESPACES EXTERIEURS	9- \	9-Emplacement pour le sommeil en plein air. Cuisine à l'extérieur.
10-VEGETATION	10-Végétation à feuille persistantes pour vents dominants froids et surtout de sable.	10-Végétation ombrage murs et fenêtre.
11-CHAUFFAGE PASSIF	11-Chauffage passif par stockage murs massifs inertie- déphasage 8 à 12 heures ou vitrage sud.	11- \
12-CLIMATISATION	12- \	12-Climatisation naturelle par humidification de l'air.

Tableau 2 Principes de conception des bâtiments dans les zones Saharienne

Source : Livre RECOMMANDATIONS ARCHITECTURALES Ministère de l'habitat ENAG Editions

III.6 Synthèse :

L'objectif de cette étude est d'établir un outil référentiel permettant de reconnaître la théorie architecturale par rapport au développement durable et de discerner son influence s'imposant comme un impératif qu'il faut intégrer dans la conception ainsi que dans le projet architectural.

La conception et la planification d'un projet durable devraient être basées sur le respect de l'environnement, de ce fait, l'architecture durable joue un rôle clé pour le développement durable de la société dans son ensemble.

IV. CONCLUSION :

A travers notre étude développée ci-dessus, nous avons assimilé notre thème qui est relatif aux recherche scientifique et laboratoires de recherche, et à l'intégration impérative des concepts de l'architecture durable dans l'élaboration du projet.

Le laboratoire de recherche est un système complexe, impliquant beaucoup d'étapes dans la réalisation ainsi qu'un grand nombre de personnes, donc une bonne conception et un modèle de système de gestion de qualité sont primordiaux afin d'assurer un bon fonctionnement du laboratoire.

Lors de la conception, il faut prendre en considération toutes les catégories et les types de recherches et les besoins des chercheurs.

Vu le manque de ces établissements de recherche en Algérie, il faut distribuer ces établissements dans tout le territoire algérien, pour contribuer au développement scientifique comme il se devrait.

La conception et la planification d'un projet durable devraient être basés sur le respect de l'environnement, de ce fait, pour avoir un laboratoire de recherche réussi et harmonieux avec son environnement, il faut prendre en compte les points suivants :

- Faire une étude approfondie du site et de son environnement, pour réussir à intégrer le projet dans son site, et pour profiter de ses bénéfices et se prémunir de ses contraintes.
- Il faut savoir bien implanter et orienter le projet dans le site par rapport aux obstacles naturels et artificiels.
- Maitriser et appliquer les stratégies de l'architecture durable pour assurer les meilleures conditions du travail.
- Maitriser la consommation d'énergie par un ensemble de choix des techniques et des méthodes de gestion.
- Créer un climat de bien-être et de confort.
- S'orienter vers des matériaux respectueux de l'environnement et des procédés constructifs adaptés.
- Optimiser l'utilisation des apports solaire et de la circulation naturelle de l'air.
- Aménager l'espace extérieur par des végétations, fontaines, bassins d'eau pour créer l'ombre et pour l'humidification.

A decorative graphic consisting of a grid of colored squares. The grid is 4 rows high and 2 columns wide. The top row has a light blue square in the first column and is empty in the second. The second row has a dark teal square in the first column and a light blue square in the second. The third row has a light blue square in the first column and a dark teal square in the second. The fourth row has an empty first column and a light blue square in the second.

ETUDE

ANALYTIQUE

I. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons analyser plusieurs exemples de laboratoires de recherche afin de comprendre leurs natures, leurs fonctionnements, et pour aussi ressortir les entités mères et plus précisément pour découvrir et analyser les aspects liés à la durabilité qui vont nous aider par la suite dans l'élaboration du programme à projeter et dans la phase conceptuelle.

II. EXEMPLE 01 : Centre de recherche en architecture Chypre-Turquie

II.1 Motivation du choix de l'exemple :

-L'exemple traite le thème de l'architecture qui va nous aider à soustraire le programme des espaces.

II.2 Fiche technique :

- **Architectes** : Petros Konstantinou, Yiorgos Hadjichristou.
- **Situation** : Egkomi, Chypre.
- **Propriétaire** : L'Université de Nicosie.
- **Année du projet** : 2011.
- **Superficie** : 1100m².
- **Gabarit** : R+1.



Figure 1 : Centre de recherche en architecture
Source : www.archdaily.com

II.3 Situation :

II.3.1 Situation par rapport à la ville :

-Le projet se situe à la ville d'Egkomi en Chypre.

-Latitude : 35°09'59.57"N Longitude : 33°19'24.59"E Altitude : 371m

II.3.2 Situation par rapport à la zone :

-L'Université de Nicosie a décidé d'installer le Centre de recherche sur l'architecture ARC dans une usine de chaussures existante de la zone industrielle Engomi adjacente. Ce choix faisait partie de la stratégie de l'Université d'agrandir son campus dans la zone industrielle voisine.

A: Fine Art Building University of Nicosia.

B: Intercollege Nicosia.

C: University of Nicosia Research & Technology Building.

D: Service d'esthétique automobile.

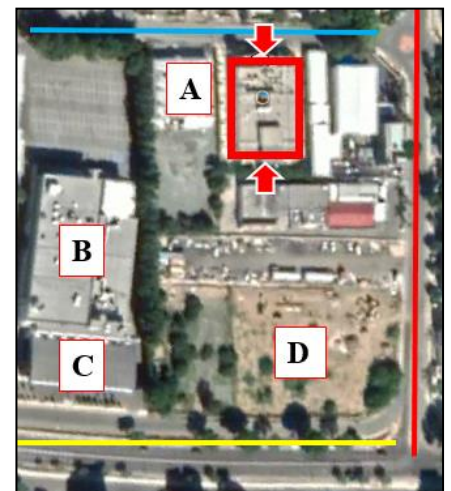


Figure 2 Voisinage du centre de recherche
Source: Extrait de Google Earth Pro traité par les étudiants.

II.4 Lecture et analyse de plan de masse :

Les différentes composantes du plan de masse :

Espace extérieur :

- **Les voies mécaniques et piétons :**

▬ Voie mécanique

- **Les espaces verts :** La végétation a été plantée à l'extérieur au fil du temps, certaines plantes pousseront sur la structure pour créer de l'ombre dans certaines zones.

Analyse de la masse bâtie :

- **Implantation et orientation :** le centre est implanté sur la totalité du site, il est orienté sur

l'axe Nord-Sud.

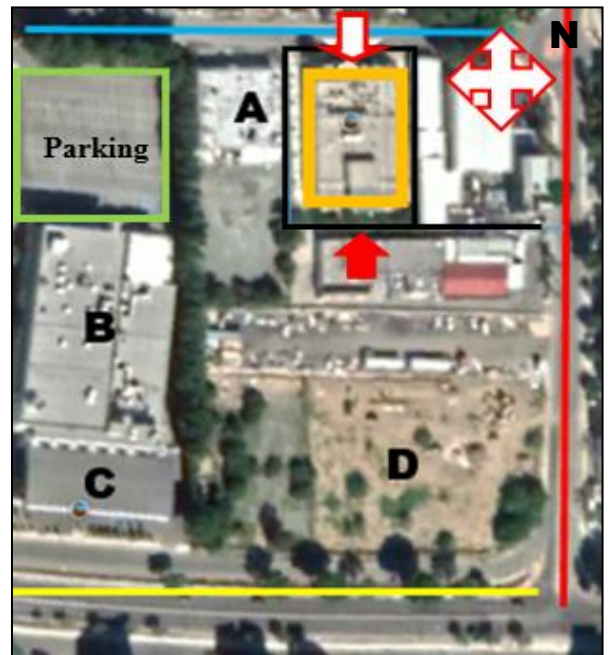
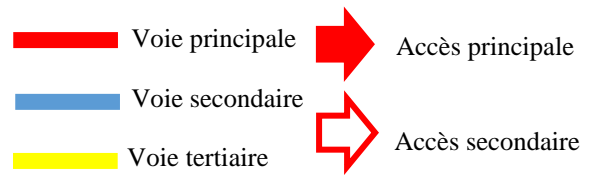


Figure 3 Plan de masse

Source : Extrait de Google Earth Pro traité par les étudiants.



Analyse de la volumétrie :

- Volume simple de forme parallélépipède.



Figure 4 la volumétrie du projet Source : www.archdaily.com

II.5 Lecture et analyse des plans :




-  Entrée principale
-  Entrée secondaire
- 1** Studio, laboratoires
- 2** Bureaux administratifs
- 3** Bureaux de professeurs
- 4** Salle de classe
- 5** Cafétéria
- 6** Salle de réunion
- 7** Amphithéâtre (espace polyvalent)
- 8** WC
- 9** Réception
-  Circulation vertical



Figure 5 : Plan RDC Source : www.archdaily.com

9	Réception
10	Laboratoire d'informatique
11	Salles d'étude
12	Bibliothèque
13	Atelier
14	Salle d'impression
15	Lounge
	Circulation vertical

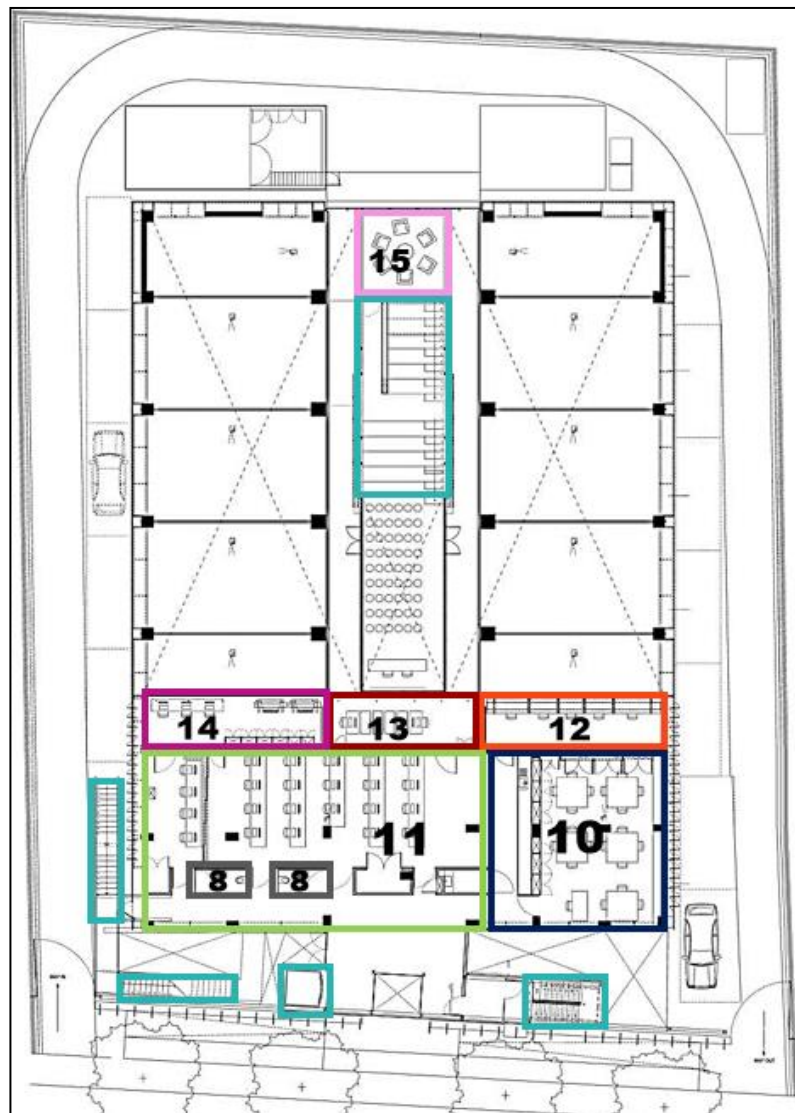


Figure 6 : Plan étage Source : www.archdaily.com

- L'intérieur est défini par une série de murs mobiles qui s'ouvrent ou se ferment en fonction du type de pièce nécessaire, ils facilitent l'acoustique et peuvent être utilisées par les étudiants pour définir leurs projets. Leurs dispositions permettent de créer à chaque fois des conditions spatiales.

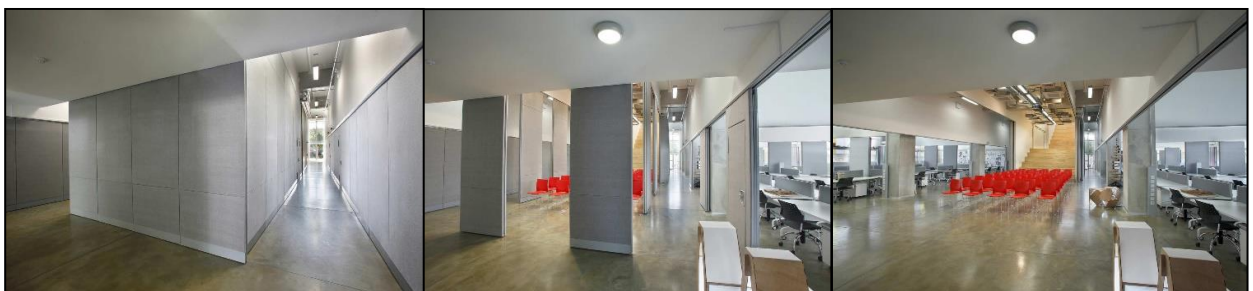


Figure 7 Cloisons intérieur mobile Source : www.archdaily.com

- La partie amphithéâtre centrale sert de salle de conférence, d'exposition et d'événement, alors qu'elle peut être la principale aire de repos et de loisirs à différentes heures de la journée.
- Un escalier sert également d'espace d'auditorium supplémentaire pour des débats et conférences.



Figure 8 :escalier qui sert à un espace d'auditorium
Source : www.Archdaily.com



Figure 9 : Coupe montre l'escalier qui sert à un espace d'auditorium
Source : www.archdaily.com

II.6 Lecture et analyse des façades :

- L'enveloppe du bâtiment est traitée avec des panneaux de polycarbonate de différentes couleurs douces qui transmettent une lumière contrôlée et agréable à l'intérieur du bâtiment.

Marquage d'entrée :

- L'entrée est marquée par une casquette de protections contre les éléments naturels (intempérie).

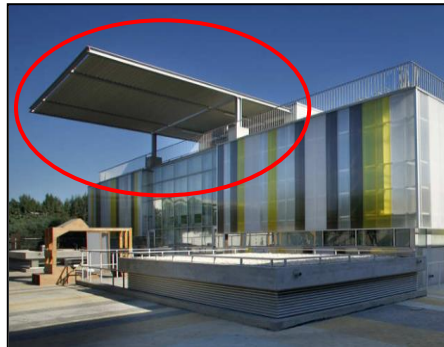


Figure 11: Vue de face (marquage de l'entrée)
Source : www.archdaily.com

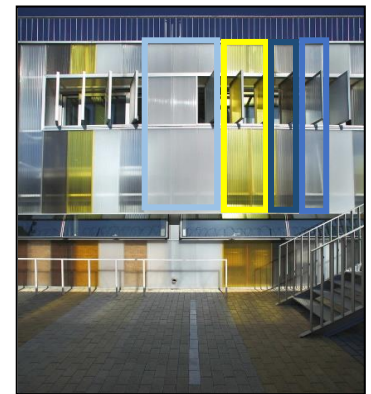


Figure 10 : Façade latérale du centre
Source: www.archdaily.com

II.7 Lecture et analyse de la toiture :

- Toit-terrasse (une partie du toit est utilisée comme espace extérieur pour la détente ou l'étude).

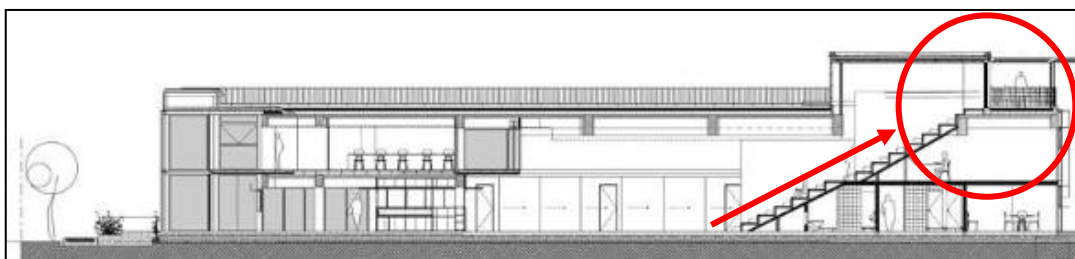


Figure 12 Coupe Source : www.archdaily.com

II.8 Lecture et analyse des systèmes constructifs :

- Un système de structure poteau –poutre en béton armé.
- Matériaux : béton armé, verre, panneaux de polycarbonate.

II.9 Aspects liés à la durabilité :

- Une façade légère transparente pour la lumière naturelle.
- Brises soleil verticaux et horizontaux orientables.



Figure 14 Façade latéral (façade légère transparente)
Source : www.archdaily.com

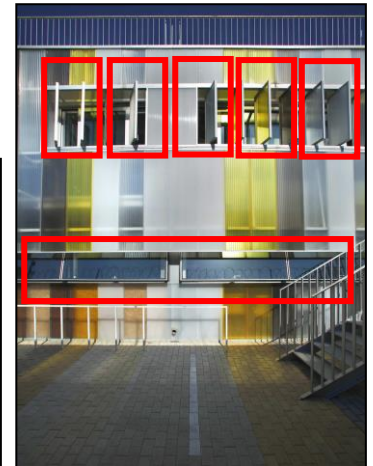
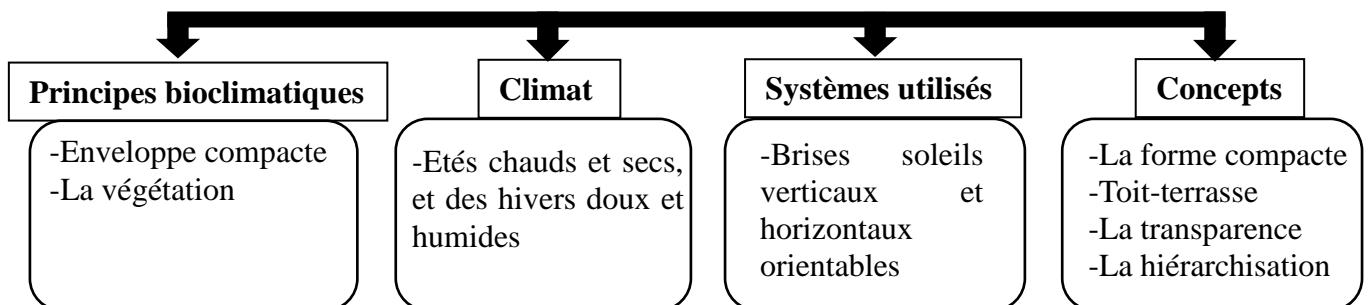


Figure 13 :Brises soleil verticaux et horizontaux orientable
Source:www.archdaily.com

II.10 Synthèse :



III. EXEMPLE 02 : Centre de recherche scientifique avancé USA New York (The City College of New York)

III.1 Motivation de choix d'exemple :

Ce projet est choisi par rapport à son programme riche et ses espaces différents.

III.2 Fiche technique :

- **Architects:** Flad Architects, KPF.
- **Situation:** New York, NY, États-Unis.
- **Superficie totale :** 39946,00 m2.
- **Année du projet :** 2014.
- **Gabarit :** R+6.



Figure 15 :Centre de recherche scientifique avancé
Source : www.archdaily.com

III.3 Situation :

III.3.1 Situation par rapport à la ville :

Le projet se situe au nord de la ville de New York, NY, États-Unis d'AMERIQUE).

Latitude : 40°48'57.56"N Longitude : 73°57'2.00"O Altitude : 244m.

III.3.2 Situation par rapport à la zone :

- La zone du projet abrite des établissements appartenant à l'Université de New-York et des équipements scolaires différents.

A, B : Écoles.

C : New York Structural Biology-Organisme à but non lucrative.

D : Ecole publique.

E : Établissement d'enseignement supérieur.

- Le projet se situe au sud-est de zone d'implantation.

- Voie principale ➔ Accès de service
- Voie secondaire ➔ Accès principale
- Voie tertiaire ➔ Accès secondaire

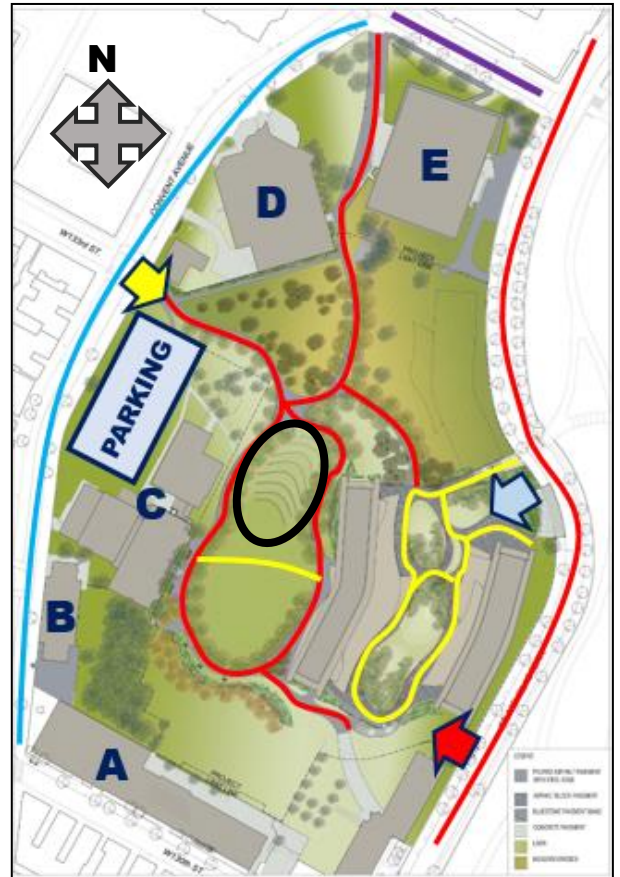


Figure 16: Plan de masse

Source : www.archdaily.com traité par les étudiants

III.4 Analyse de plan de masse :

Les différents composants du plan de masse :

Espace extérieur :

-Les voies mécaniques et piétons :

- Voie mécanique — Voie piétonne

-Les espaces verts : Le projet est entouré d'espaces verts et leur forme est en harmonie avec celle du bâti protégé par des rangés d'arbres.

-Les activités extérieures : un amphithéâtre ○

Analyse de la masse bâtie :

-Coefficient emprise au sol : 12,66%

-Implantation et orientation :le projet est implanté à l’extrémité de site orienté sur un axe Sud-Est (voir plan de masse).

Analyse de la volumétrie :

Le projet est partagé en deux grandes parties chaque une est constitué de deux volumes principaux (A et B) sous forme de barres légèrement courbées différents entre eux en hauteur et longueur.

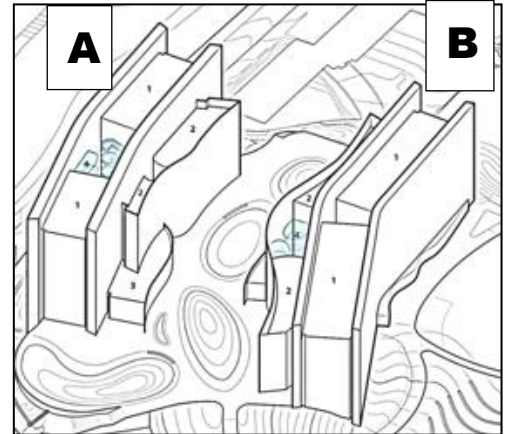





Figure 17 La volumétrie du projet

Source : www.archdaily.com

III.5 Lecture et analyse des plans :

Les entrées :

-  Entrées principales
-  Entrée secondaire
-  Issues de secours

Les circulations :

-  Escaliers
-  Ascenseurs
-  1 Laboratoires
-  2 Bureaux
-  3 Cafétéria
-  4 Auditorium
-  5 Lounge
-  6 Salle de conférence
-  7 Lobby
-  8 Espace de travail

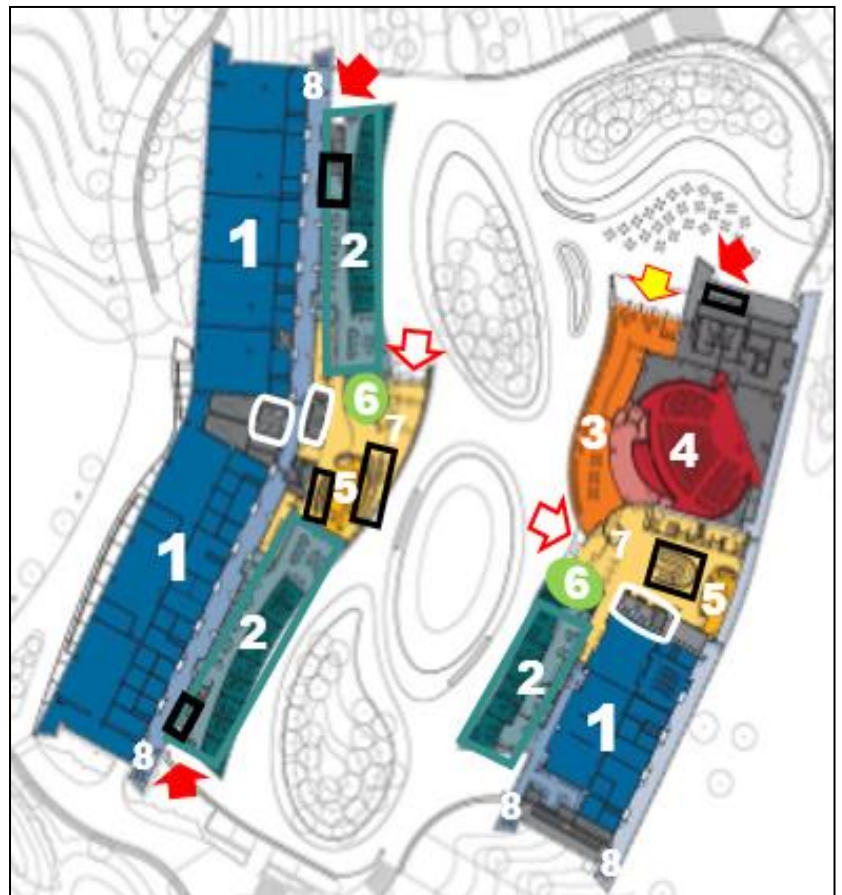


Figure 18 Plan RDC traité par les étudiants

Source : www.archdaily.com

- Le bâtiment est organisé thématiquement par étage et est axé sur cinq domaines de recherche : la photonique ; Biologie structurale ; télédétection ; Nanotechnologie ; et neurosciences.

- Les laboratoires sont superposés, chaque laboratoire dispose de plusieurs espaces qui sert pour le rangement des outils et le stockage.

- On remarque un regroupement des laboratoires et une Hiérarchisation des activités.

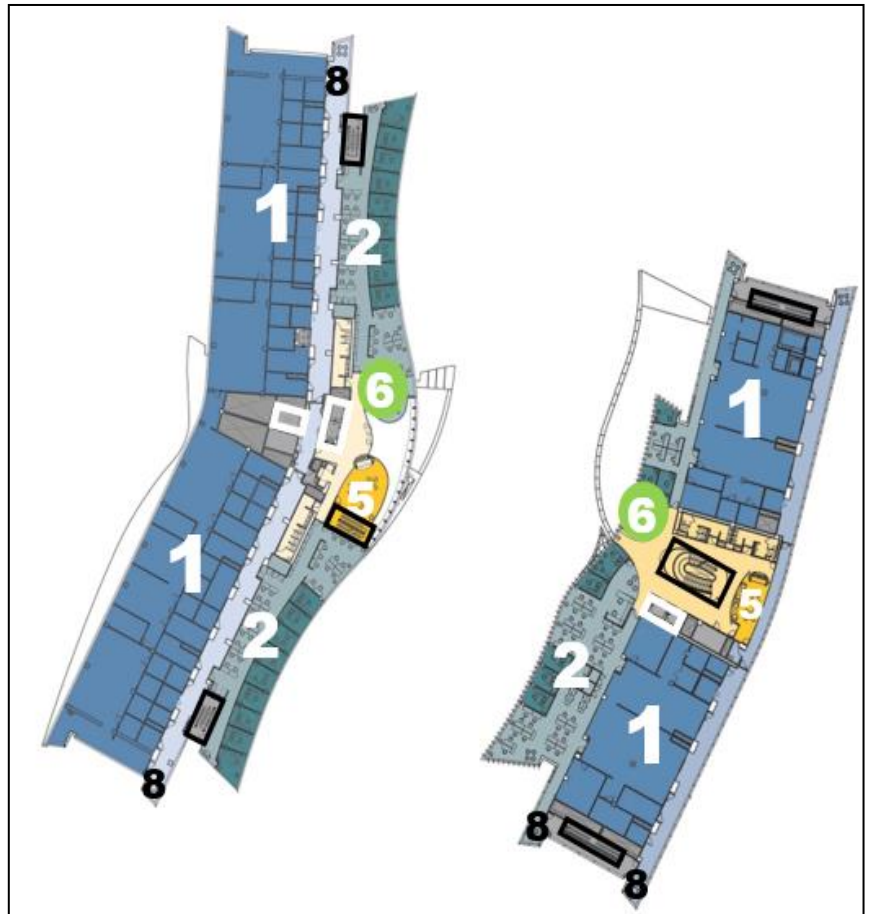


Figure 19 : Plan étage courant traité par les étudiants

Source : www.archdaily.com

- Coupe :

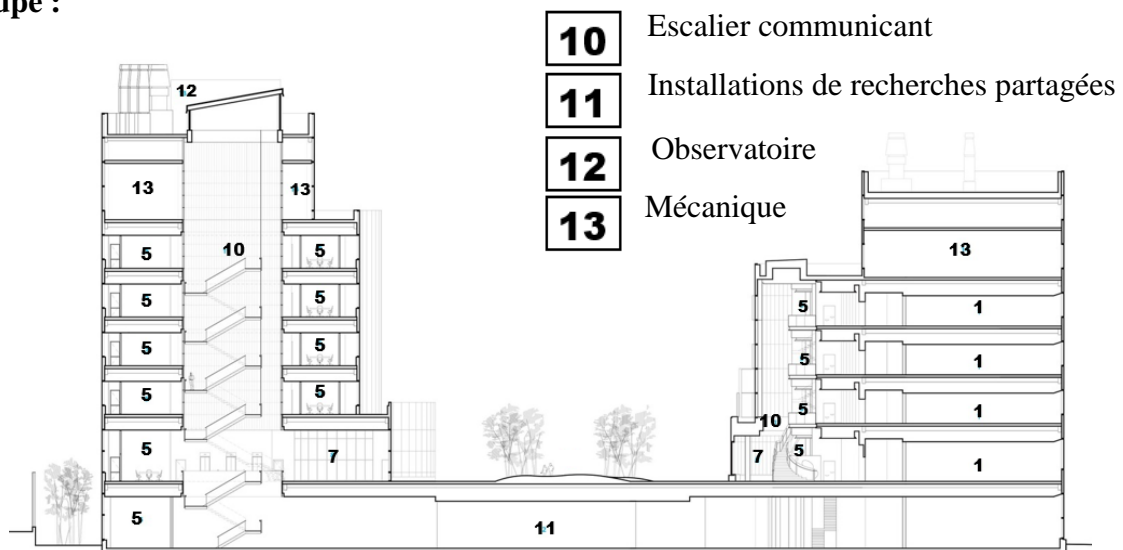


Figure 20 : Coupe Source : www.archdaily.com

- Au-dessous du niveau du sol, les bâtiments partagent des services comprenant un vivarium, une zone de réception, des activités de soutien au bâtiment et des installations principales telles que les modalités d'imagerie, les études comportementales et la cryophysique.

III.6 Lecture et analyse des façades :

- La totalité des façades de projet est vitrée.
- Les murs incurvés du verre profilé dépassant 4,25 m de haut surplombent les espaces de l'atrium derrière les façades en verre.
- Deux types de verre profilé : Solar et Clarissimo, le premier offrant "des images voilées pour une douce sensation de confidentialité", et le second plus transparent pour les zones de vision.
- En outre, le Center utilise un verre à canal à faible teneur en fer, tandis que l'ASRC opte pour le verre à canal de Lamberts standard contenant environ 60% de contenu recyclé. La différence est de couleur : le verre à faible teneur en fer apparaît en blanc, alors que le verre standard est verdâtre.



Figure 21 : Vue du projet Source : www.archdaily.com

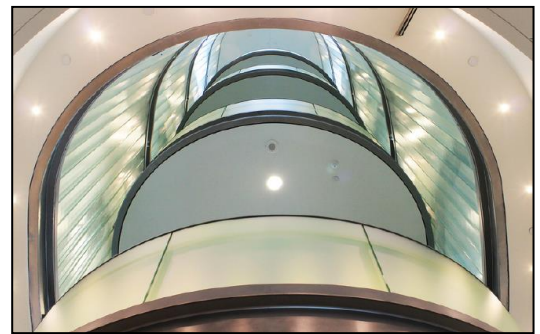


Figure 22 Vue sur le verre à canal à faible teneur en fer Source : www.archdaily.com

Marquage des entrées :

L'entrée est marquée par un volume totalement vitré, procure une casquette de protection contre les éléments naturels (intempérie).

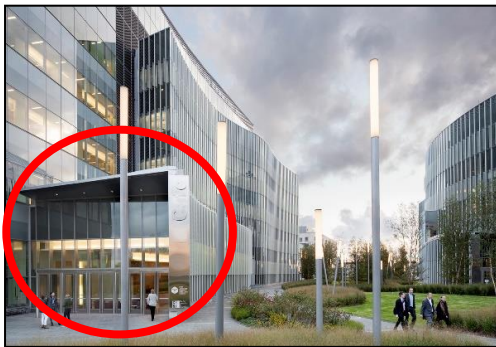


Figure 23 Marquage d'entrée Source : www.archdaily.com



Figure 24 marquage de l'entrée principale Source : www.archdaily.com

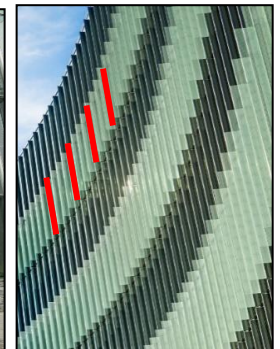


Figure 25 Brises soleil Verticaux Source: www.archdaily.com

III.7 Lecture et analyse des systèmes constructifs :

- Un système de structure poteau –poutre en béton armé.
- Matériaux : béton armé, verre profilé (Solar et Clarissimo).

III.8 Aspects liés à la durabilité :

- Une façade légère transparence pour la lumière naturelle.
- Brises soleil verticaux.
- Light shelves.

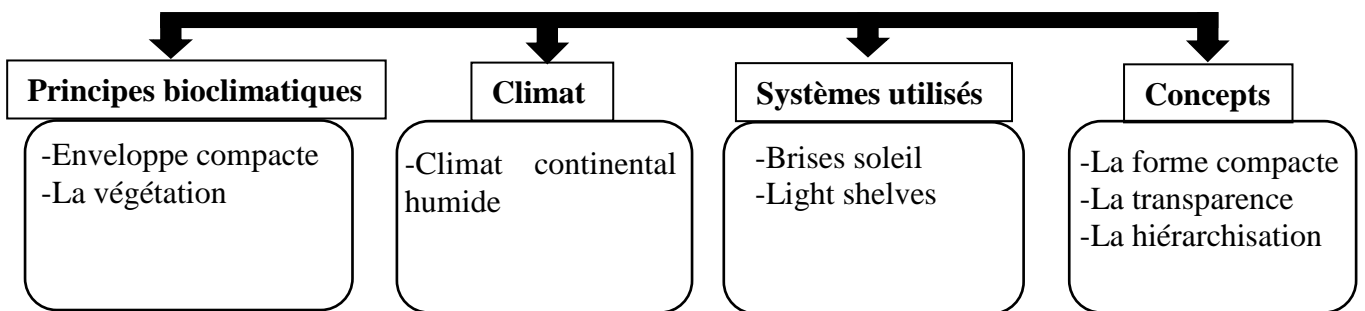


Figure 26 :Light shelves
Source: www.archdaily.com



Figure 27 Façade légère transparente
Source : www.archdaily.com

III.9 Synthèse :



IV. EXEMPLE 03 : Centre d'études et de recherches pétrolières Riyad en Arabie Saoudite - Zaha Hadid



Figure 28 Centre d'études et de recherches pétrolières Source : www.archdaily.com

IV.1 Motivation du choix de l'exemple :

Pour sa certification Leed Platine dans le désert (Les technique passives dans le climat aride).

IV.2 Fiche technique :

Architectes : Zaha Hadid.

Situation : Riadh en Arabie Saoudite.

Superficie : 70.000 m².

Année du projet : 201.

IV.3 Présentation du projet :

Le campus comprend cinq bâtiments, reprenant la forme d'un nid d'abeille, la structure cellulaire du bâtiment répond aux conditions environnementales et les contraintes fonctionnelles de son emplacement dans le désert.

IV.4 Stratégies durables :

- La façade blanche brillante du bâtiment est dotée d'une forte coque protectrice qui protège l'intérieur du climat rigoureux, bloquant les rayons du soleil tout en laissant la structure ouverte aux vents du nord et de l'ouest.



Figure 29 :Façade blanche du KAPSARC
Source : www.floornature.eu/zaha-hadid-architects-centre-de-recherche-kapsarc-riyad

- Il est également équipé des panneaux solaires surmontent un toit orienté au sud et fournissent une énergie renouvelable d'une capacité de 5 000 MWh par an, alimenter le complexe en électricité.

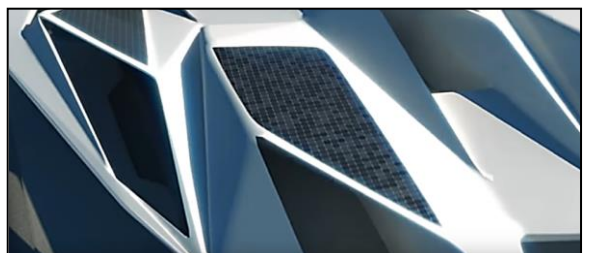


Figure 30 Panneaux solaires
Source : www.archdaily.com

- Les formes cristallines des cellules architecturales prismatiques gagnent en hauteur vers le sud, l'ouest et l'est pour protéger les espaces intérieurs de la lumière directe du soleil, tandis que les cours intérieures orientées vers le nord et le nord-ouest apportent une lumière indirecte.



Figure 31 formes cristallines des cellules architecturales
Source : www.archdaily.com

- Les bâtiments du campus entourent une grande cour publique ombragée par des auvents soutenus par une forêt de colonnes en acier œuvrées. Présentant une coque solide protégeant du soleil du sud, le campus s'ouvre au nord et à l'ouest ; pour encourager les vents dominants du nord à rafraîchir la cour pendant les mois les plus tempérés.



Figure 32 La cour publique du campus
Source : www.archdaily.com

- L'utilisation de l'ombrage et de la ventilation naturelle aidera à garder les espaces intérieurs et extérieurs frais dans l'environnement chaud et désertique

- Des « capteurs de vent » intégrés dans les profils de toit sur les côtés sud de chaque cour captent les vents dominants venant du nord et refroidissent chaque cour.

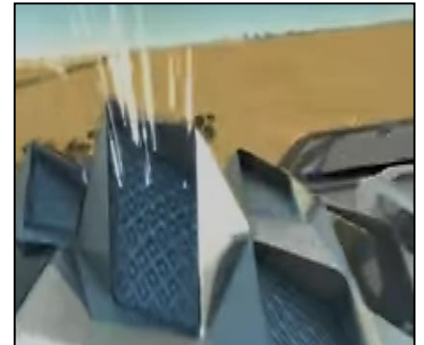


Figure 33 Les capteurs à vents
Source : www.archdaily.com

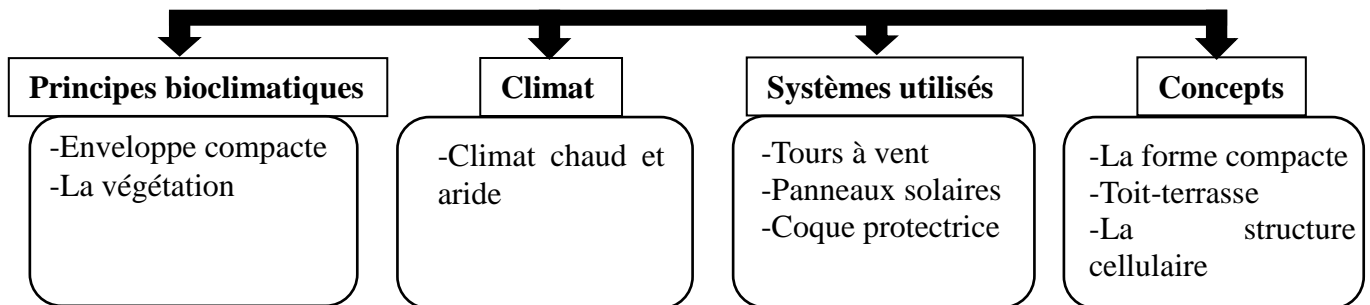
- Avec sa coque extérieure solide et protectrice qui protège des intempéries extrêmes, l'architecture du KAPSARC est poreuse à l'intérieur. Des cellules hexagonales spécifiques stratégiquement situées dans chaque bâtiment sont laissées ouvertes pour créer une série de cours abritées qui apportent une lumière du jour contrôlée à l'intérieur.



Figure 34 Les cellules hexagonale du campus
Source : www.archdaily.com

- KAPSARC minimise sa dépendance au réseau grâce à l'énergie solaire, au recyclage de l'eau et aux systèmes de refroidissement passifs. Le bâtiment utilise son système partiellement modulaire pour optimiser l'orientation solaire, augmenter la connectivité et maximiser l'éclairage naturel.

IV.5 Synthèse :



V. EXEMPLE 04 : Centre de recherche et de stratégie de conception

V.1 Motivation du choix de l'exemple :

La richesse des solutions et des techniques conceptuelles qui offrent des performances notamment sur l'énergie, l'aération et le recyclage.

V.2 Fiche technique :

Architectes THE_SYSTEM LAB.

Situation : Yangsan-si, Corée du Sud.

Superficie : 6311.13 m².

Année du projet : 2015.



Figure 35 Centre de recherche et de stratégie de conception
Source : www.archdaily.com

V.3 Présentation du projet :

- Le projet est un centre de recherche et de stratégie de conception, son design recherche une esthétique équilibrée entre fonctionnalité et sensibilité. Nous suggérons nouvellement DESIGN BARN a été interprété comme une typologie de laboratoire où se manipulent des dessins sans cesse créatifs et stimulant pour la pensée novatrice.

V.4 Stratégies durables :

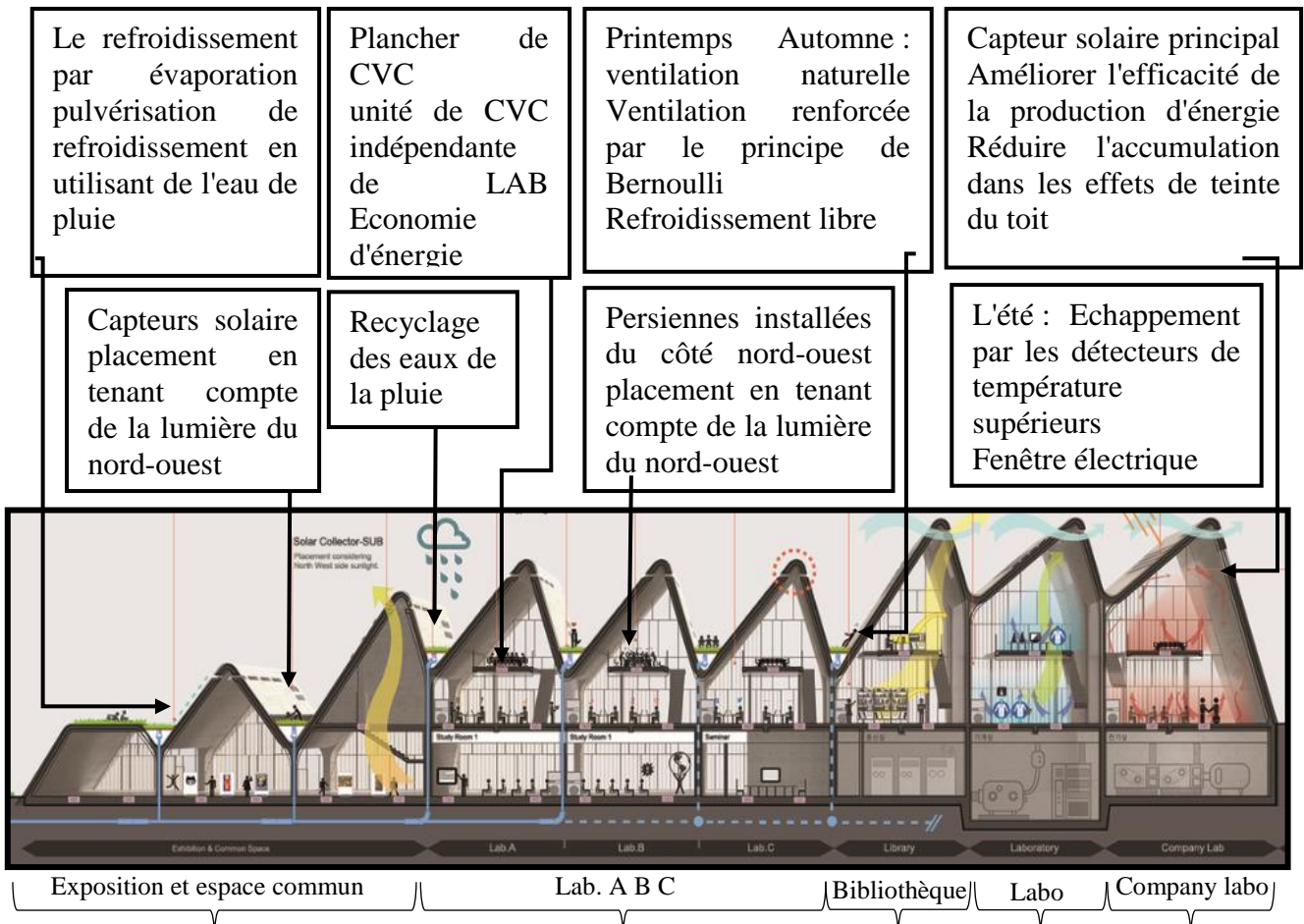
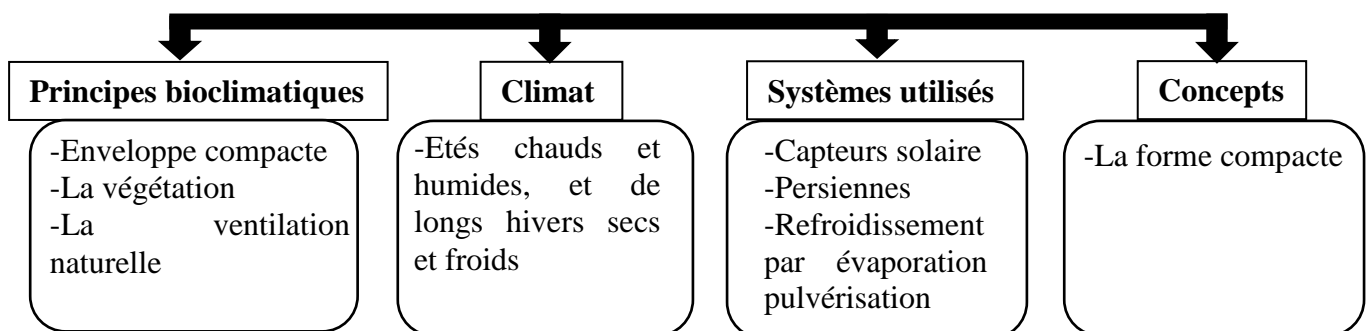


Figure 36 Les stratégies durables du Centre de recherche et de stratégie de conception Source : www.archdaily.com

V.5 Synthèse :



I. CONCLUSION :

Après l'analyse des exemples, on peut dire qu'il n'y a pas un programme standard pour les laboratoires de recherche, mais pour une organisation optimale du laboratoire, plusieurs critères doivent être prise en considération :

- Une forme compacte.
- Prévoir des bandes vertes et des plans d'eaux.
- Prévoir un parcours périphérique du projet pour faciliter les déplacements et pour une éventuelle intervention des pompiers.
- Il faut séparer et fluidifier les accès (accès chercheur, accès visiteur, accès d'urgence, accès mécanique...).
- Prévoir des locaux d'expérimentation spécifiques à l'extérieur.
- Prévoir des espaces de détente.
- Profiter des données climatiques de la zone du projet pour la gestion des besoins énergétique du projet.
- Utilisation des systèmes passifs et actifs pour atteindre un confort adéquat à l'intérieur du bâtiment et pour diminuer les consommations d'énergie, et utilisation des matériaux durable.
- L'intégration des systèmes des énergies renouvelables (tel que les panneaux photovoltaïque).
- Etudier la délimitation des activités du laboratoire, il faut faire attention de regrouper les activités liées en un même endroit, ou de délimiter clairement des espaces pour les activités spécifiques.
- Les types de locaux comportent les trois groupes suivants :
 1. Surfaces de travail Bureau, laboratoire, ateliers ...
 2. Surfaces d'infrastructures Locaux d'essais, locaux annexes, halls...
 3. Locaux sociaux et de formation Bibliothèque, restaurant, salles de cours...
- Viabilisation se rapportant à la circulation :
 - Une Viabilisation horizontale :
 - Bonne disposition des systèmes d'orientation.
 - Chemins sûrs, largeur suffisante des corridors.
 - Largeur suffisante des portes (Prévoir des portes d'entrée large qui permette le passage des véhicules et des machines).



ETUDE

CONTEXTUELLE

VOLET 01 : Etude de la ville.

VOLET 02 : Analyse de site.

I. Introduction :

L'étude contextuelle est une phase essentielle avant d'entamer tout projet architecturale, elle permet d'appréhender une réelle prise de conscience du site et de disposer de document et de donnée précis et complets du cadre dans lequel le projet va s'inscrire, l'objectif est donc de prendre toutes les dimensions du cadre bâti et non bâti et de dégager les potentialités et les contraintes qui vont influencer le projet, d'offrir un diagnostic détaillé ; qui va déterminer par suite le type de stratégie conceptuelle à adapter suivant les caractéristiques spécifiques de site et de la zone , car une bonne intégration au site est le fruit d'une bonne maîtrise des différentes caractéristiques.

II. VOLET 01 : Etude de la ville de Laghouat

II.1 Motivations du choix de la ville :

1-La ville de Laghouat a une situation géographique stratégique par rapport aux autres wilayas, plus de 6 wilayas mitoyennes qui ne possèdent pas de laboratoire d'architecture et génie civil.

2-Son attractivité sur le plan recherche scientifique vu sa richesse et sa diversité en termes d'infrastructures universitaires et de recherches.

II.2 Situation administrative :

La wilaya de Laghouat fait partie des wilayas du sud de l'Algérie. Elle est limitée par les wilayas suivantes :

Au Nord : Tiaret à 270km.

Au Sud : Ghardaïa à 187km.

A l'Est : Djelfa à 103km.

A l'Ouest : El-Bayadh à 230km.

La ville de Laghouat se situe dans le côté nord sur le pied de la chaîne montagneuse du l'atlas saharien, elle s'étend sur le plateau saharien a une hauteur moyenne de 760 mètres au-dessus du niveau de la mer.



Figure 1: Carte de situation administrative de la ville de Laghouat

Source : PDF Invest in Alegria wilaya de Laghouat

II.4 Accessibilités de la ville :

Accessibilité routière :

Par la route nationale n°1 (Alger-Laghouat-Tamanrasset). **N1**

Accessibilité par voie ferroviaire :

En cours de réalisation.

Accessibilité aérienne :

Aéroport à 14 KM de la ville de Laghouat.



Figure 4 Carte des accessibilité de la ville de Laghouat Source : Google map

II.5 Différentes phases de développement de la ville :

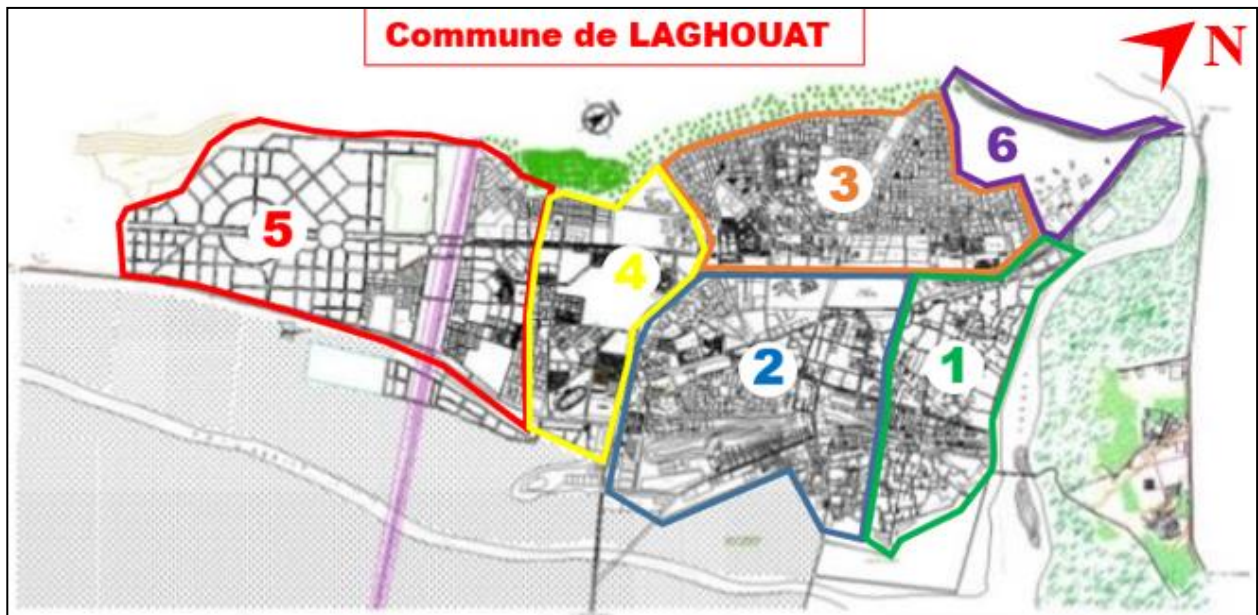


Figure 5 : les différentes phases de développement de la ville de Laghouat

Source : Extraite de PDAU traité par les étudiants

La 1ère phase : l'ancienne ville. L'architecture des vieux Ksar.

La 2ème 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 3ème phase : lotissements de l'OASIS NORD sur le côté Nord-Ouest, et des nouveaux quartiers.

La 4eme phase : l’extension vers le Sud-Ouest et l’apparition des nouveaux lotissements tels que WEAM.

La 5eme phase : extension vers el-Khenag (en cours).

La 6eme phase : extension (El-Mardja).

II.6 Caractéristiques climatiques de la ville de Laghouat :

Sur le territoire Algérien quatre zones sont distinguées (A.B.C et D).

-Laghouat se trouve dans la zone D, appelée zone pré Sahara et Sahara. Caractérisée par les données citées dans le tableau ci-dessous.

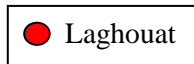


Figure 6 : Découpage des zones climatiques

Source : www.mem-algeria.org

Zone D : pré Sahara et Sahara	
Variations saisonnières	02 saisons, chaude et froide
Températures	T° Moy.Max : 45° et entre 20-30° en hiver variation saisonnière de 20°. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments
humidité	Humidité réduite entre moins de 20% après midi à plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnements	Ciel clair pour une grande partie de l'année, rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchis par le sol
Végétations	Extrêmement clairsemées
Vents	Généralement locaux, les vents de sable et les tempêtes sont fréquents observé généralement pendant les après midi.

Tableau 1 Extrait des caractéristiques de la zone D Source : Livre les éléments de la conception architectural, page 77 , Mazouz.S OPU Alger 2001

II.7 Données climatiques de la ville :

II.7.1 Température :

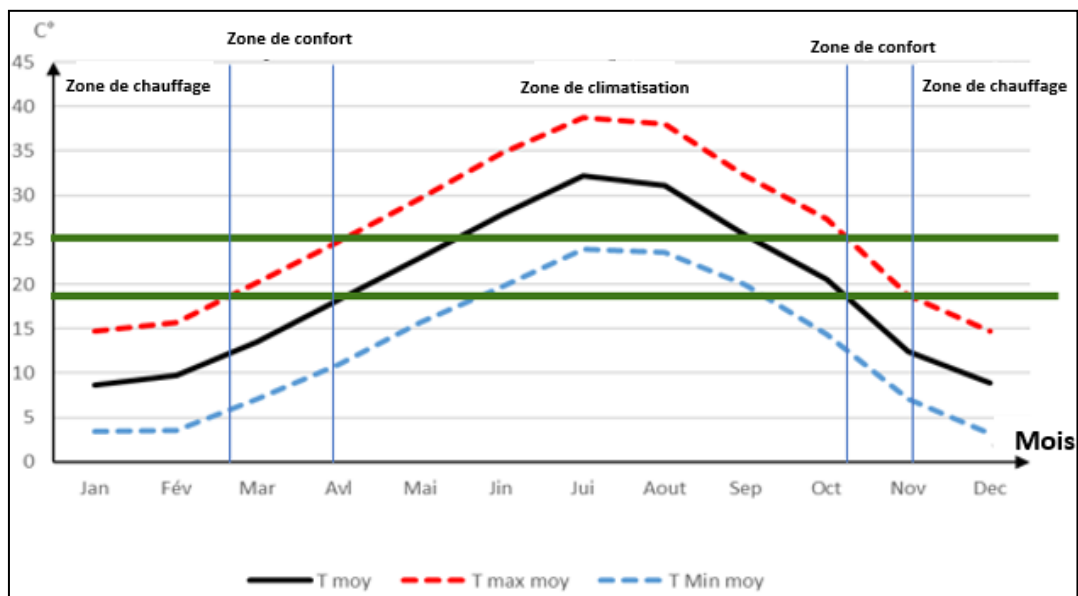


Figure 7 : Diagramme de température-Laghoutat 2007-2017 Source : station météo Laghoutat

-Mois de mai, juin, juillet, aout et septembre, avec une température maximale qui peut atteindre jusqu'à 39°C et une température de 28°C. (Zone d'inconfort).

-Mois de décembre, janvier et février ou la température extérieure varie entre 2°C et 15°C (Zone d'inconfort).

-Mois d'octobre, novembre, mars et avril ou la température extérieure est proche de la température de confort 18°C et 28°C. (Zone de confort).

II.7.2 Humidité :

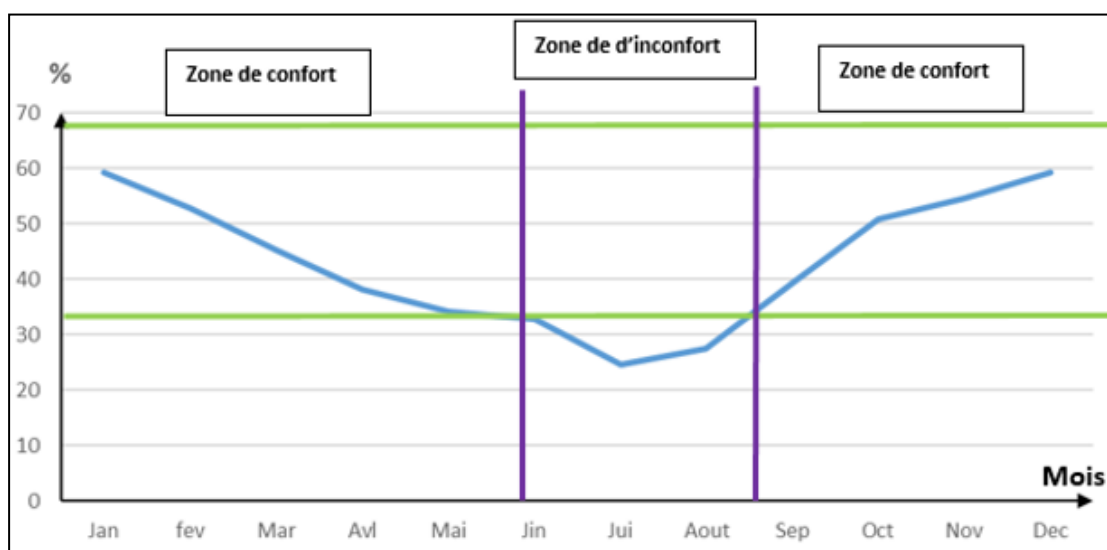


Figure 8 Diagramme d'humidité -Laghoutat 2007-2017 Source : Station météo Laghoutat

D'après le graphe (figure 8) pour la plupart des mois l'humidité est comprise entre 33% et 60%, cette intervalle s'inscrive dans la zone de confort comprise entre 33% et 75%, notamment les mois de janvier février mars avril et mai ainsi que septembre octobre novembre et décembre, avec le taux le plus élevé pour les mois de janvier et décembre.

Sauf pour les mois de juin juillet et aout ou le taux d'humidité varie de 32% à 25% avec le taux le plus bas pour le mois de juillet.

II.7.3 Vent : Vitesse du vent

- Le diagramme (figure 9) montres les jours par mois pour la ville Laghouat, pendant lesquels le vent atteint une certaine vitesse.

- En remarque que la vitesse moyenne du vent varie de 0.27 à 10.55 m/s, avec une moyenne journalière de 5.67m/s a 4.40m/s en fonctionne des mois, la moyenne la plus élevé est enregistré pour le mois d'Avril.

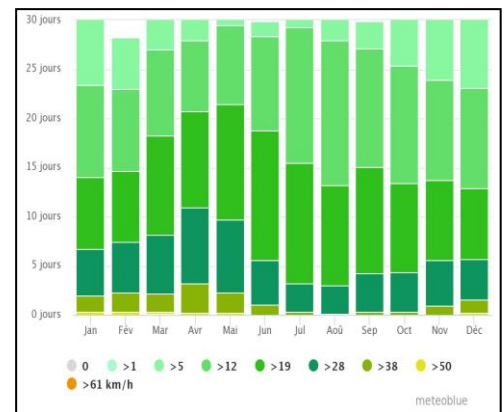


Figure 9 Diagramme vitesse des vents –Laghouat
Source : www.meteoblue.com

La Rose des Vents :

- Le Chehili 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 et de direction Sud-ouest fréquence 687 heures/mois. Ce sont des vents fréquents et cycliques : le Sahraoui vient du Nord-Ouest /Sud-est au printemps, tandis que le Bahri de direction Est-Ouest se manifeste d'Août à Octobre, à partir de Septembre, le vent de l'Est (Bahri) chargé d'humidité favorise le rafraichissement de la ville.¹

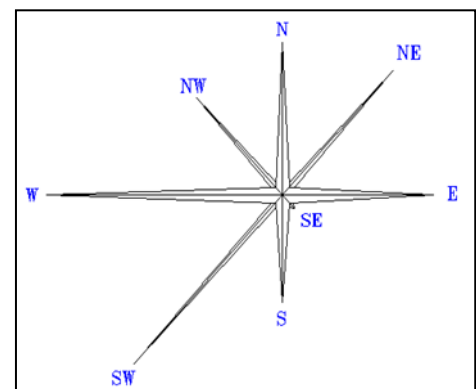


Figure 10 Rose des vents de la ville de Laghouat
Source : www.meteoblue.com

- En hiver : direction Nord, Nord-Ouest.
- En printemps : direction Est, Sud-Est.
- En été : direction Sud, Sud-Est.
- En automne : direction Ouest, Sud-Ouest.

¹ L'occupation de l'ilot en zone aride pour une protection contre le rayonnement solaire direct Laghouat 2007 Benarfa.K

II.7.4 Précipitation :

Le diagramme de la précipitation pour Laghouat (figure 11) indique la moyenne de la précipitation par mois indiquée en millimètre.

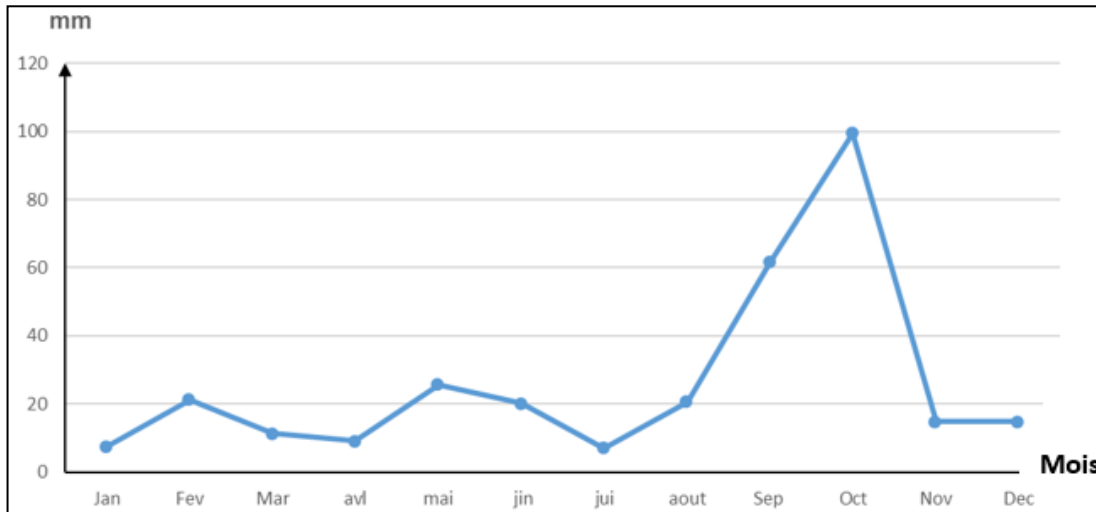


Figure 11 Diagramme de précipitation -Laghouat 2007-2017 Source : Station météo Laghouat

Les précipitations sont rares, torrentielles par moments.

- De janvier jusqu'à Aout, et de Novembre à décembre ; les précipitations ne dépassent pas les 20mm.
- D'Aout jusqu'à Novembre, les précipitations varient de 20 à 100mm, avec un pic de 100mm pour le mois d'Aout.

II.7.5 Rayonnement solaire : L'insolation en heure

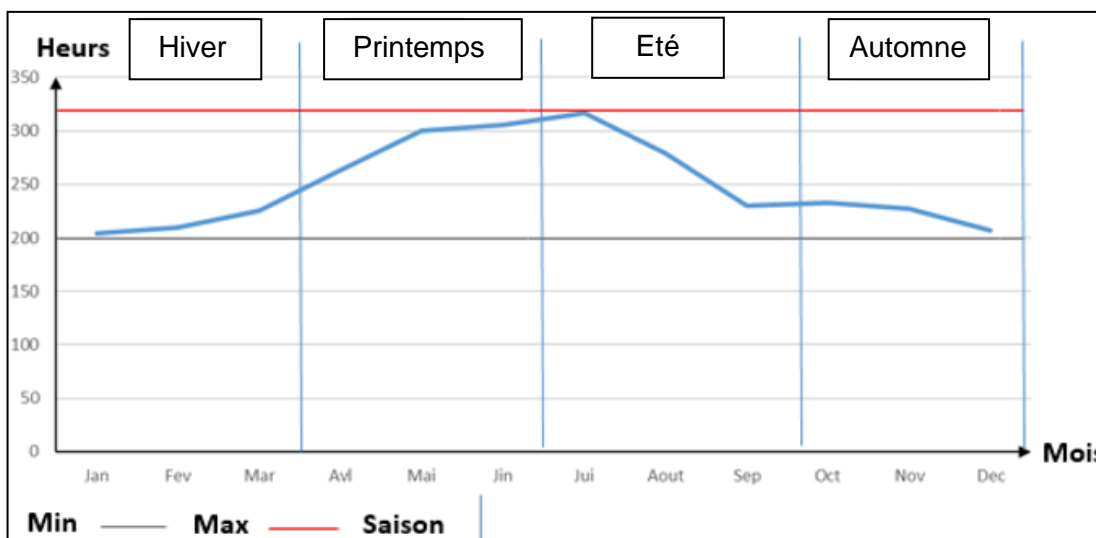


Figure 12 Diagramme d'insolation -Laghouat 2007-2017 Source : Station météo Laghouat

- Le graphe de la figure (12) montre une moyenne d'insolation en heure pour chaque mois de l'année pour la ville de Laghouat, Les fortes valeurs d'insolation sont observées pendant la saison sèche avec un maximum de (320 heures) au mois de juillet, tandis que durant la saison pluvieuse.
- L'insolation atteint un minimum de 200 heures en novembre et décembre.
- La moyenne d'insolation journalière est de : 10.29 heure/jour.
- La moyenne insolation en heure par mois de la ville de Laghouat varie entre 200 et 320.
- En hiver : elle varie de 200 à 230.
- En printemps : elle varie de 230 à 300.
- En été : elle varie de 320 à 240.
- En automne : elle varie de 240 à 200.
- La ville de Laghouat dispose un très grand potentiel solaire.

II.7.6 Climat lumineux et type du ciel de la ville de Laghouat :

- La ville de Laghouat se caractérise par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 42kilo lux, et la dominance du ciel clair (la troisième zone).²
- La troisième zone, située au nord du Sahara entre la latitude 27°-31°, est caractérisée par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 42 Kilo lux et la dominance du ciel clair.³
- Donc le ciel de la ville de Laghouat peut être considéré comme étant clair vu la dominance de celui-ci.

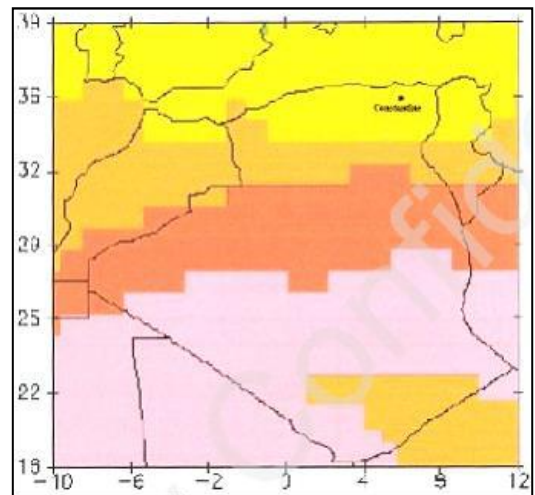


Figure 13 Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie. Source (Zemmouri , N ;1987)

- Niveau d'éclairage : 35 klx Type de ciel : semi couvert
- Niveau d'éclairage : 25 klx Type de ciel : semi couvert.
- Niveau d'éclairage : 42 klx Type de ciel : clair
- Niveau d'éclairage : 47 klx Type de ciel : Clair

² Daylight optimisation for energy conservation in building: with reference to Algeria N. Zemmouri.1987

³ Modèle de conception de la fenêtre dans l'espace bureau faces aux facteurs soleil et vent en zones arides cas de la ville de Laghouat Mokeddem.M. Laghouat 2012

II.7.8 Type de ciel :

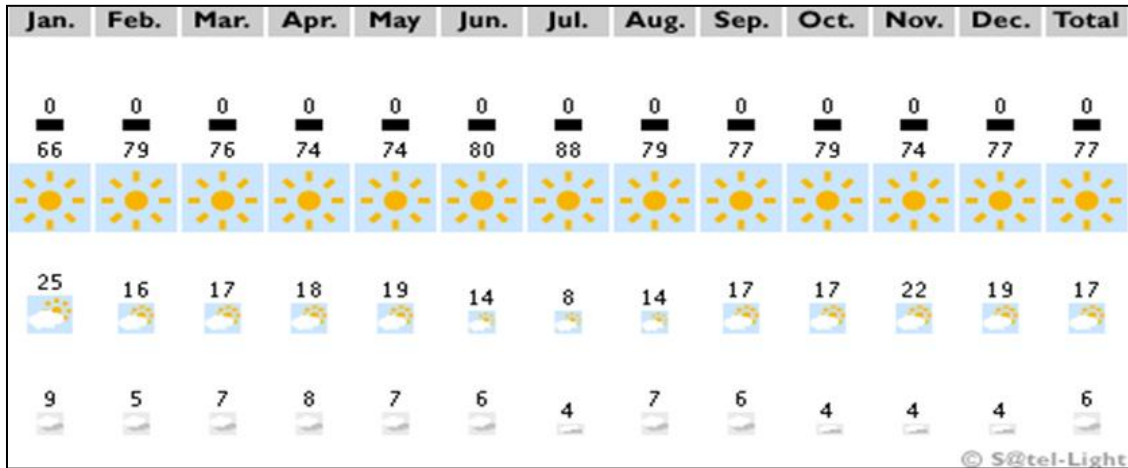


Figure 14 : Fréquence des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux

Source : www.satellite.com.

- La zone se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l’année. Cependant les jours nuageux sont rares, la figure (14) fournit une vue claire sur la portion de chaque condition du ciel. Le soleil dominant à un impact majeur sur le climat surtout, avec ses aspects thermique, énergétique 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%.

II.7.9 Diagramme psychométrique de Givoni :

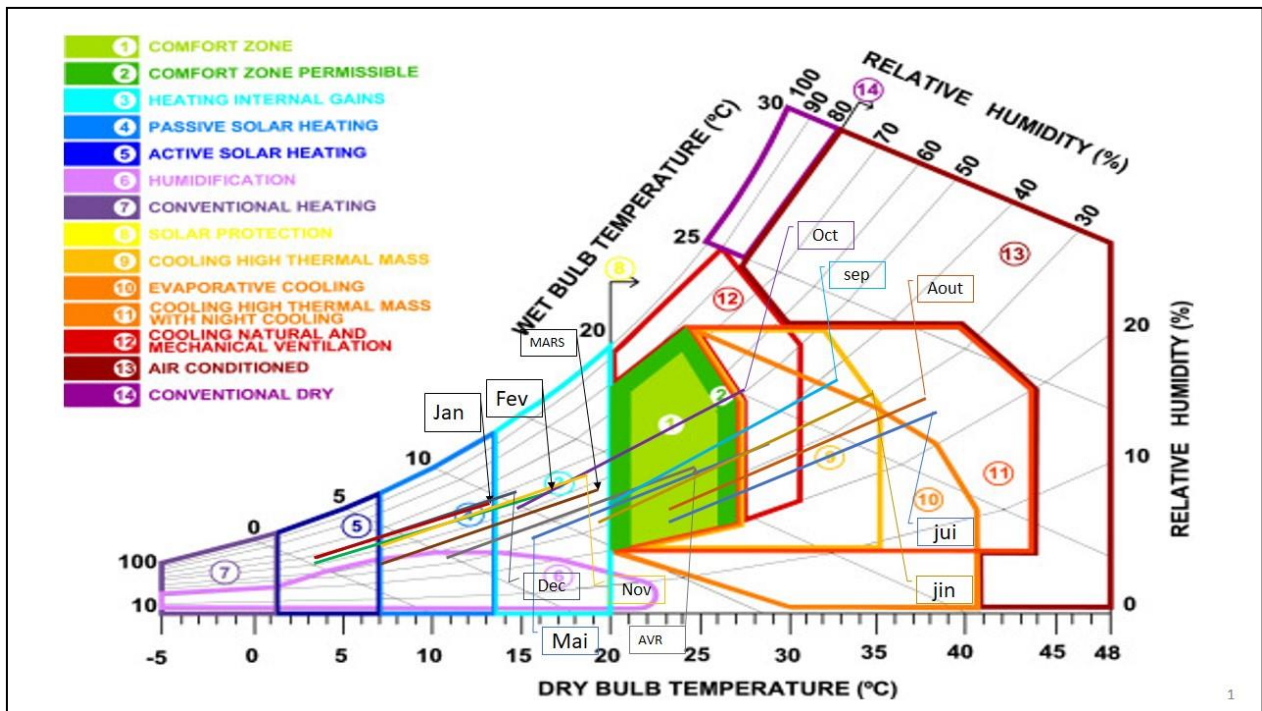


Figure 15 : Diagramme de Givoni. Source : Auteur.

Le diagramme psychrométrique de Givoni (figure 15) détermine les besoins du confort thermique, afin d'établir des solutions adéquates, pour rattraper les Conditions de confort. L'analyse de diagramme psychométrique de la région de Laghouat, nous permet de constater que :

- Les mois de janvier, février et décembre sont inclus en grande partie dans la zone 4 et partiellement dans la zone 5 et 3 donc le chauffage solaire passif est à préconiser (utilisation de l'énergie solaire, la chaleur est captée, stockée et restituée) Avec l'utilisation d'un système actif est nécessaire pour les appoints de température.

- Pour les mois mars avril et novembre ils sont inclus en grande partie dans la zone 4 et partiellement dans la zone 3 Les gains internes suffisent pour atteindre le confort, donc le chauffage n'est pas nécessaire, on note que pour le mois d'avril il s'inscrit aussi partiellement dans la zone de confort (1-2).

- Pour les mois de mai septembre et octobre majoritairement se situent dans la zone de confort en grand partie (zone 1-2) mais ils s'inscrivent aussi partiellement dans les zone (9-10-11-12) c'est une Période de confort durant laquelle ni le chauffage ni la ventilation ne sont nécessaires pour atteindre le confort.

- Pour les mois de juin juillet aout et une partie de septembre, ils s'inscrivent dans la zone 9 majoritairement mais ils s'inscrivent aussi partiellement dans la zone (9-10-11-12) l'utilisation d'une enveloppe avec une forte inertie thermique en complément avec un système de refroidissement par évaporation et une ventilation nocturne suffit à atteindre un niveau de confort acceptable, on note que certain jour la ventilation mécanique peut être nécessaire pour atteindre le confort.

II.8 Infrastructures universitaires et de recherche dans la ville de Laghouat :

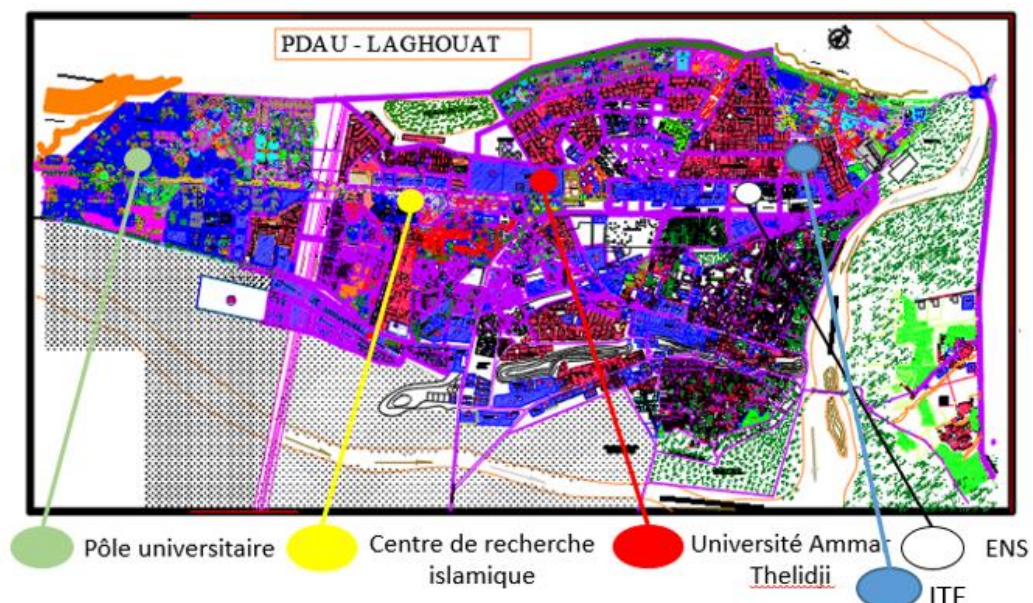


Figure 16 Carte des infrastructures universitaires et de recherches de la ville de Laghouat
Source : PDAU traité par les étudiants

- La (figure 16) représente des infrastructures universitaires et de recherches de la carte de la ville de Laghouat réparti en une université principale, un nouveau pôle universitaire, avec des instituts séparé l'ENS et ITE, et un centre de recherche islamique.

III. VOLET 02 : Analyse de site

III.1 Motivation de choix de site :

- Le site choisi est réservé (programmé) d'accueillir le futur laboratoire d'architecture et de génie civil.

- Le site est situé à proximité du futur département d'architecture et génie civil.

III.2 Cadre physique :

III.2.1 Situation de site :

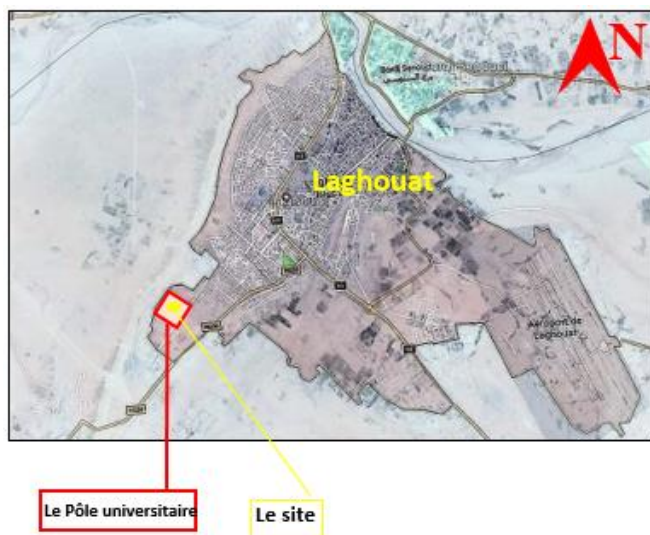


Figure 17 : Situation par rapport à la ville de Laghouat

Source : Google Earth\ traité par les étudiants

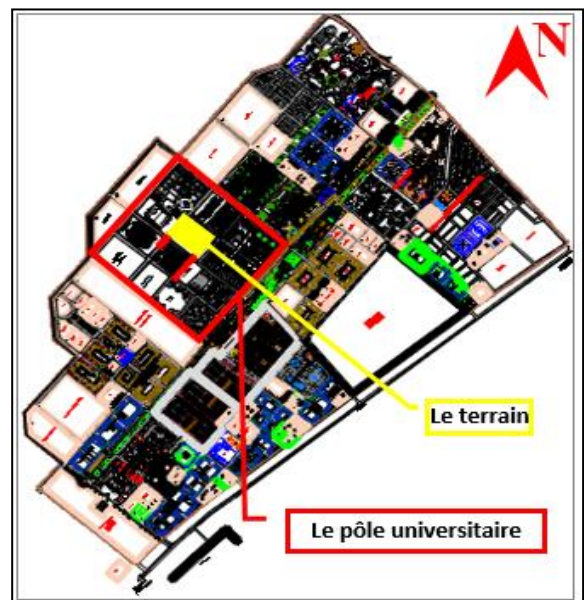


Figure 18 : Situation par rapport au nouveau pôle

Source : Extraite de POS traité par les étudiants

- Le nouveau pôle universitaire est situé dans la nouvelle extension vers El-Kheneg, au Sud-Est de la ville de Laghouat (voir figure 17).

- Le terrain choisi se situe au centre du nouveau pôle universitaire, pré du nouveau département d'architecture et de génie civil (voir figure 18).

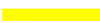


III.2.2 Présentation du terrain :

Le terrain est programmé d'accueillir le nouveau laboratoire d'architecture et de génie civil.



- **Localisation** : le terrain est situé au nouveau pôle universitaire, à proximité du département d'architecture et de génie civil par le nord.

- **Surface** : 21516 m².
- **Forme** : rectangulaire.
- **Etat** : parcelle vide non bâti.

III.2.3 Accessibilité de site :

-  Voie principale
-  Voie secondaire
-  Voie tertiaire

Entrées de nouveau pôle :

-  Entrée principale
-  Entrée secondaire

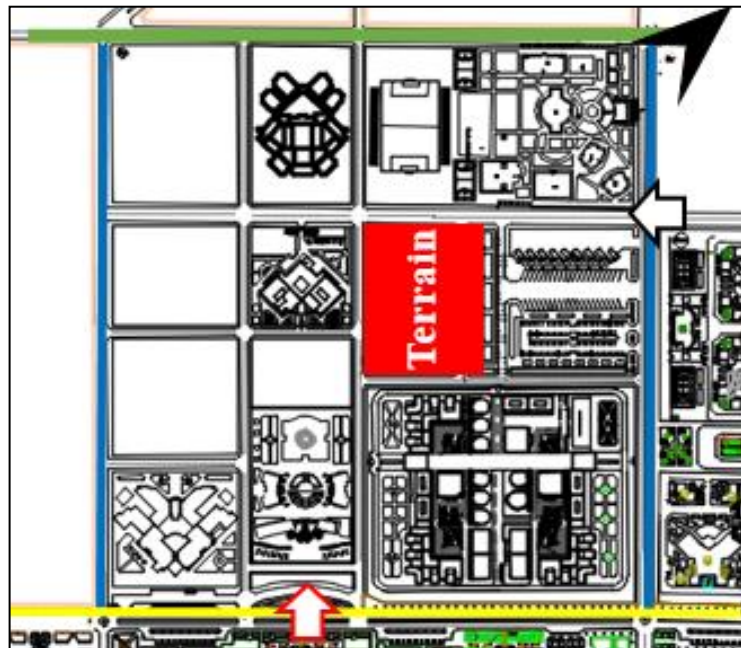


Figure 19 : Accessibilité de site

Source : Extraite de Google Earth traité par les étudiants

III.2.4 Voisines du terrain :

- 1-Institut de sport R+2.
- 2-Laboratoire de recherche R+2.
- 3-Restaurant 800 places.
- 4-Auditorium (non bâti).
- 5-5000 places pédagogiques (Nouveau département d'architecture et de génie civil) R+2.
- 6-Parking.

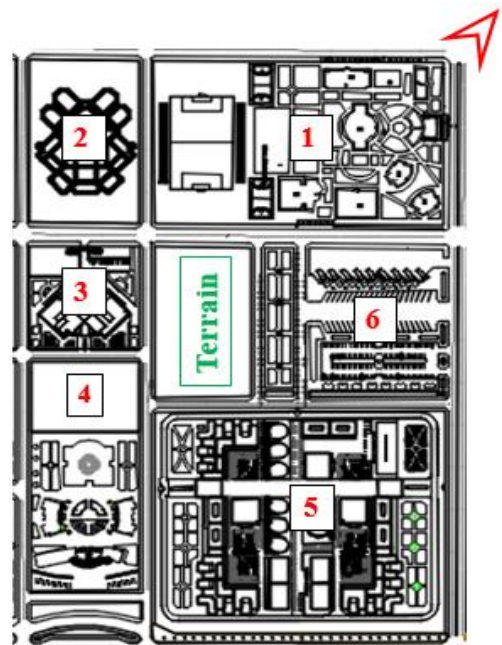


Figure 20 : Voisines du terrain

Source : Extraite de POS traité par les étudiants

Institut de sport :

Forme : irrégulière.

Gabarit : R+2.

Texture : rugueuse.

Matériaux : Brique - Enduit de ciment - Crépi de ciment.

Couleur : beige et gris.

Style architectural : ordinaire.



Figure 21 Institut de sport Source: Auteur

Laboratoire de recherche :

Forme : régulière.

Gabarit : R+2.

Texture : Globalement rugueuse et lisse en quelques endroits

Matériaux : Brique - Enduit de ciment - Crépi de ciment-
Panneaux d'alucobond.

Couleur : beige et blanc.

Style architectural : ordinaire.



Figure 22 Laboratoire de recherche Source Auteur

Restaurant :

Forme : irrégulière.

Gabarit : R+1.

Texture : rugueuse.

Matériaux : Brique - Enduit de ciment - Crépi de ciment.

Couleur : beige.

Style architectural : ordinaire.



Figure 23 Restaurant Source : Auteur

5000 places pédagogiques (Nouveau département d'architecture et de génie civil) :

Forme : irrégulière.

Gabarit : R+2.

Texture : rugueuse.

Matériaux : Brique - Enduit de ciment.

Couleur : inachevé.

Style architectural : ordinaire.



Figure 24 : 5000 places pédagogiques
Source les étudiants

III.2.5 Dimensions et morphologie du terrain :

- Le terrain a une forme rectangulaire, d'une surface de 21516m² ; avec une longueur de 162.62m, et une largeur de 132m.

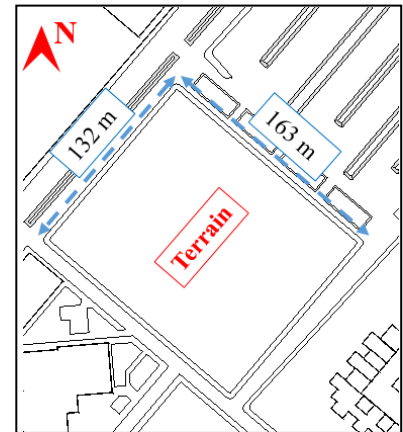


Figure 25 : Dimensionnement du terrain
Source : POS \traité par les étudiants

III.2.6 Topographie :



Figure 26 : Coupe AA
Source : Google Earth Traité par les étudiants



Figure 27 : Coupe BB
Source : Google Earth Traité par les étudiants

Coupe AA : $(143 \setminus 2) 100 = 1.39\%$

Coupe BB : $(156 \setminus 2) 100 = 1.28\%$

- D'après les graphes des coupes, la pente varie de 1.38 à 1.39%, donc on peut considérer le site comme étant relativement plat.

III.3 Cadre climatique :

III.3.1 Etude de l'ensoleillement et de l'ombre porté sur le terrain :

L'étude de l'ombrage a été faite sur le logiciel Archicad avec une majoration des hauteurs (R+2 = 12m, R+1= 8m), et pour les dates et les heures suivantes : (les jours les plus long et les plus courts).

- Le 21-12-2018 à 09h,12h et 15h.
- Le 21-06-2018 à 09h,12h et 15h.

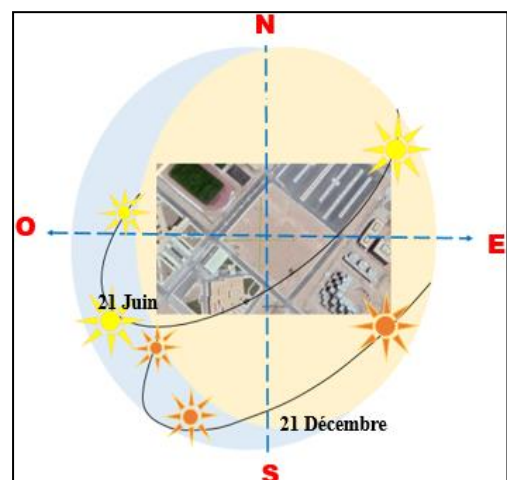


Figure 28: L'ensoleillement sur le site
Source : Auteur

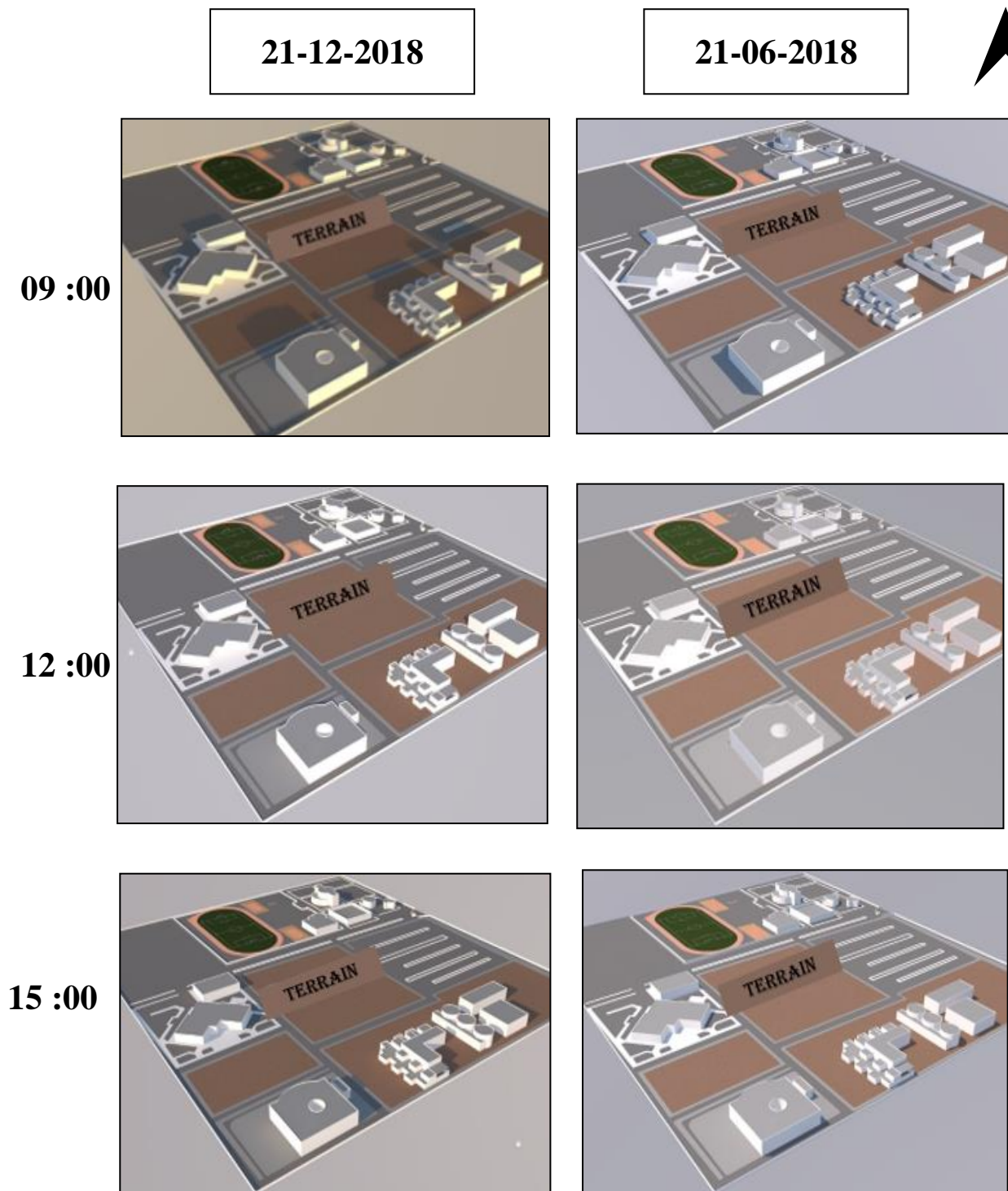


Figure 29 : Etude de l'ombre porté sur le site Source : Auteur

- D'après la simulation, on a remarqué que l'ombre portée des bâtiments limitrophes n'atteint pas ou atteint légèrement le terrain.

- Pour le mois de Juin, aucune ombre portée n'atteint le terrain.
- Le mois de Décembre, l'ombre portée atteint légèrement le terrain du Sud-Est à 09h du matin, et aussi par l'Ouest à 15h du soir.
- La faible surface ombrée un très faible impact sur le terrain, et par conséquent le projet est pleinement exposé au rayonnement solaire.

III.3.2 Etude des vents :

- Naturellement : la montagne, a un effet influant (flux tourbillon).
- Artificiellement : les bâtiments voisins ont une faible hauteur, ils ne peuvent constitués une protection contre les vents.
- Conséquence : Exposition du terrain au vent et dépôts de sable.

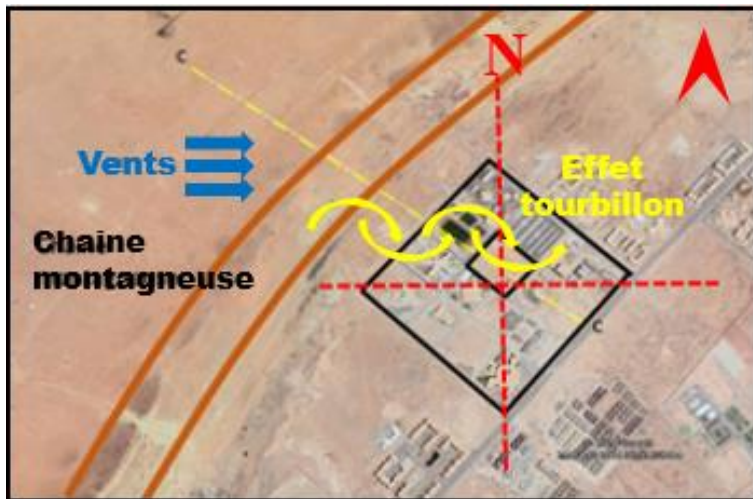


Figure 30 : Les vents sur le site

Source : Google Earth traité par les étudiants

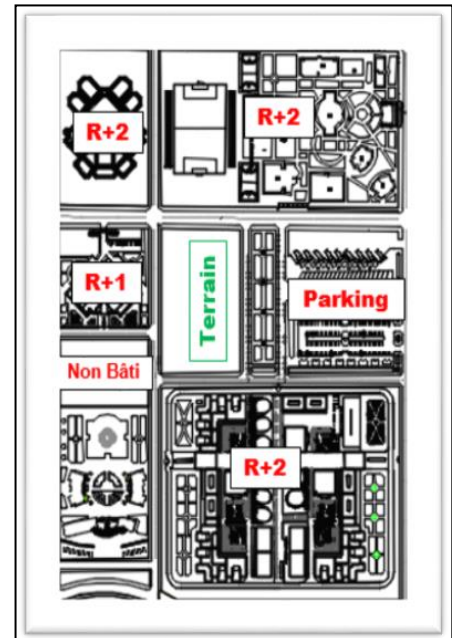


Figure 31: Gabarit du voisinage du terrain Source : Les étudiants

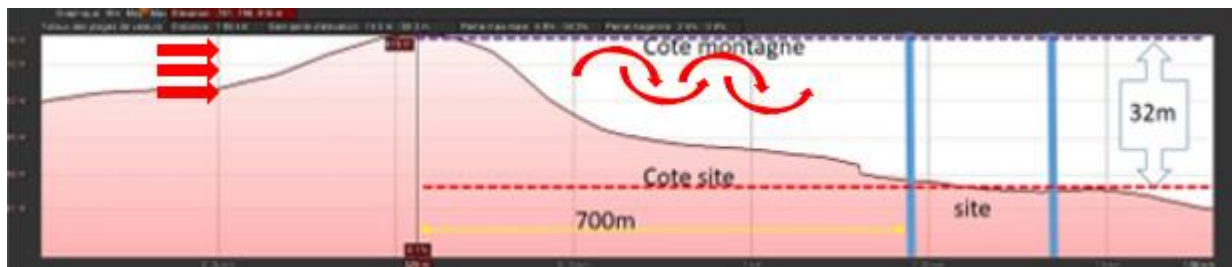


Figure 32 : Coupe montre l'effet influant sur le site (flux tourbillon) Source : Les étudiants

IV. CONCLUSION :

Le but de cette étude est de nous aider à réussir et à intégrer le projet dans son site grâce à la bonne maîtrise des différentes caractéristiques et variantes de l'environnement d'insertion du projet et de dégager par la suite les recommandations en relation avec chaque dimension influant le projet, parmi les recommandations en fonction des différentes dimensions on peut citer :

- Prévoir une conception architecturale passive, un plan compact dans un climat chaud et aride tel que le climat de la ville de Laghouat pour réduire la surface en contact avec l'environnement extérieur.
- Vu la grande variation des températures tout au long des saisons on préconise une isolation performante de l'enveloppe du bâtiment avec un choix de matériaux à forte inertie afin de réduire au maximum la déperdition thermique entre l'intérieur et l'extérieur.
- La ville de Laghouat possède un gisement solaire très important, la conception du projet doit tirer avantage de ce gisement tout en se protégeant lors de la période estivale :
 - * La façade double peau.
 - * La façade végétalisée.
 - * Les brises soleil verticaux et horizontaux.
- Le niveau de précipitation est considérablement faible, l'utilisation d'un système de récupération des eaux de pluie n'est pas recommandée car il aura un faible rendement.
- Création d'une bonde verte pour jouer le rôle d'une barrière naturelle qui va réguler la vitesse du vent excessif, réduire la nuisance sonore et enfin elle va jouer le rôle d'un filtre contre les vents de sable.



PARTIE PRATIQUE

Chapitre I : Etude Programmatique.

Chapitre II : Etude Architecturale.

ETUDE PROGRAMMATIQUE

VOLET 01 : Programme Quantitatif.

VOLET 02 : Programme Qualitatif.

I. Introduction :

L'étude programmatique est une prospection où on déterminera l'échelle de l'équipement, le rôle, la capacité d'accueil, les grandes fonctions retenues et le programme qualitatif et quantitatif, ce qui implique : le qualitatif est une description des espaces pour mieux orienter le concepteur lors de la conception des plans (à savoir la nature des espaces, leurs emplacements et leurs exigences), et le quantitatif est une détermination des différentes entités d'un laboratoire de recherche en architecture et génie civil avec leurs services et les espaces propres pour chaque service (surface et nombre).

II. Principes d'élaboration du programme quantitatif du laboratoire d'architecture et de génie civil :

« La recherche en architecture et en génie civil est au croisé des chemins de plusieurs disciplines».¹

Vue le manque flagrant d'informations sur le programme détaillé d'un laboratoire d'architecture et de génie civil, plusieurs sources ont été prises en considération lors de l'élaboration du programme quantitatif pour le projet et qui sont :

-Nous nous sommes basé sur des recherches théoriques et des entretiens avec les enseignants et les personnels du domaine d'architecture et de génie civil qui sont passés par l'expérience de la recherche et de travail dans les laboratoires avec lesquelles beaucoup d'échanges d'idées ont été fait, cela nous a permis de dégager les besoins et les attentes d'un chercheur après son vécu ; cela nous a permis de proposer des entités principales et complémentaires que nous avons jugé nécessaires pour un chercheur.

- Le programme élaboré est basé aussi sur le support des exemples étudiés à travers la récolte des informations nécessaires à l'élaboration du programme qui étaient utiles surtout au niveau de la phase conceptuelle et technique du projet.

¹ Jean Paul Midant

III. VOLET 01 : PROGRAMME QUANTITATIF

Entité	Espace	Superficie/ espace m ²	Nombre	Superficie total m ²
Accueil	Hall	100 à 200	2	300
	Réception			
	Salle d'attente			
	Sanitaires	10 à 14	2 (homme et femme)	28
Administrative	Bureau de directeur	35	1	35
	Bureau des adjoints	27	1	27
	Bureau de secrétariat	23	1	23
	Bureau du Comptable	26	1	26
	Salle de réunion	40	1	40
	Archive	9	2	18
	Bureau d'archiviste	21	1	21
Sanitaires	9	2 (homme et femme)	18	
Recherche	Bureaux chef d'équipe	16 à 20	31 (De 1 à 5 pour chaque laboratoire)	620
	Secrétariat	12 à 14	31	430
	Bureau de coordinateur	12 à 14	31	450
	Bureaux pour chaque membre d'équipe	-De 10 à 15 Pour les membres permanent et les associés (4bureaux) -20 pour les membres à stage de long et court durée des bureaux en open space (1)	106 bureaux cloisonnés (de 1 à 6 pour chaque bureau de chef d'équipe). 31 bureaux open space.	2500
	Salle de réunion	20 à 40	14	420
	Laboratoires des ambiances lumineuses	160	1	160
	Laboratoire Des ambiances sonores (Laboratoire d'acoustique)	140	1	140
	Laboratoire des ambiances Hygrothermiques	440	1	440
	Laboratoire de modélisation et numérisation	50	1	50
	Laboratoire de maquette et d'impression 3d et de design	280	1	280

Recherche	Laboratoire d'urbanisme	500	2	500
	Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement	100	1	100
	Laboratoire matériaux	140	2	280
	Laboratoire de chimie	140	1	140
	Laboratoire mécanique des sols et des roches	150	1	150
	Laboratoire béton	170	1	170
	Laboratoire Résistance des matériaux	140	1	140
	Laboratoire de vibration et simulation sismique	105	1	105
	Laboratoire dynamique des structures	210	1	210
	Bibliothèque thématique intégrée au laboratoire	1 à 2	14	20
	Kitchenettes	1 à 2	14	20
	Locaux de Stockage	15 à 40	14	300
	Ateliers	25 et 42	5	175
	Sanitaires (f et h)	4 à 5	28	126
Vestiaires (f et h)	4 à 5	28	126	
Enseignement	Ateliers	100	3	300
	Salles de cours	50	3	150
	Bureaux	12	3	36
Loisir	Cafétéria et Lounge	20 à 92	6	350
Hébergement	Chambre + SDB	16 à 25	56	1120
	Salon d'hôte	35	2	70
	Salle d'expositions et de vulgarisation scientifique	500	1	500
	Salle polyvalente	210	1	420
	Bibliothèque	760	1	760
	Studio photo	22	1	22
	Local d'impression et de tirage	21	1	21
	Archive électronique et manuscrite	22	1	22
	Moussala (f et h)	40	1	40
	Salle de réunion	90	1	90
	Rangement et buanderie	6 à 10	5 (1 par étage)	40
Annexes				

	Locaux techniques	800	2	1600
	Circulation 20%			2812
				Totale 16000
	Surface du terrain 21600m ²	Surface emprise de sol 4755m ²	Surface du plancher 16871m ²	

Tableau 1 Programme quantitatif Source : Auteur

IV. VOLET 02 : PROGRAMME QUALITATIF

IV.1 ENTITE ACCUEIL :

- **Accueil** : d'abord une fonction, un processus, un service qui consiste à recevoir les gens venus de l'extérieur et à les diriger ou les guider de manière à ce qu'ils trouvent ce qu'ils sont venus chercher.²

Exigences: ³

Eclairage : 300 à 500 lux.

Niveau acoustique : 40 dB.

Débit d'air : 25 m³/h/pers.

Confort thermique : 21 à 26 c°.

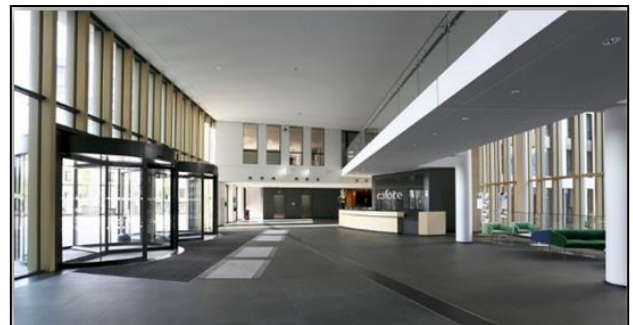


Figure 1 Exemple d'un hall d'accueil
Source : www.fr.glassdoor.ch

IV.2 ENTITE ADMINISTRATIVE :

- **Bureau de directeur** : Espace de travail utilisé par le personnel de direction et de gérance.⁴
- **Salle de réunion** : Lieu spécialement adapté à la tenue de réunions de travail, de bureaux, d'assemblée générale, de conseil, etc.⁵
- **Bureaux** : C'est l'instance de direction, elle détient un pouvoir décisionnel ; composée de membres appelés membres du bureau ou membres de droit et ils font aussi partie du Conseil d'Administration.⁶

² Catherine Cudicio, Les règles d'or de l'accueil, Paris, Editions d'Organisations, 2000, p.10.

³ PDF Confort thermique à l'intérieur d'un établissement \ p.12 - PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004

⁴ PDF DÉFINITION DES CATÉGORIES D'ESPACE 20\08\10, p.5.

⁵ www.salle-montpellier.eu/definition_salle_reunion_montpellier.html \ Vu 05-04-19

⁶ www.rcrb.over-blog.com/pages/Questceque_le_bureau_-282559.html \ Vu 05-04-19\

- **Archive** : Espace utilisé pour l'étalage et la consultation, dans des conditions particulières, de livres et de documents .⁷

Exigences :⁸

Eclairage : 200 à 500 lux.

Niveau acoustique : 40 dB.

Débit d'air : 25 m³/h/pers.

Confort thermique : 21 à 26 c°.



Figure 2 Exemple d'un bureau
Source : www.hellopro.fr



Figure 3 : Exemple d'une salle de réunion
Source : www.technhom.com

IV.3 ENTITE RECHERCHE :

- **Laboratoires (des ambiances lumineuses, de modélisation numérique, d'impression, de maquette, de design, d'urbanisme) :**

- Ce sont des laboratoires où l'activité du corps est modérée, donc la température de confort doit suivre cette activité (augmenter la température de confort en hiver).

- L'aménagement intérieur exige des normes spécifiques suivant chaque discipline notamment, pour prévoir des socles pour accueillir le ciel artificiel la machine d'impression 3d..., prévoir des espaces dégagés pour l'expression du design, une taille de porte importante pour faciliter l'entrée et sortir des objets réalisés.

Exigences :⁹

Eclairage : 500 à 750 lux.

Niveau acoustique : 40 dB.

Débit d'air : 20 m³/h/pers.

Confort thermique : 16 à 20c.

- **Laboratoires (des ambiances sonores, hygrothermique) :**

- Ce sont des laboratoires où l'activité du corps est modérée, donc la température de confort doit suivre cette activité (augmenter la température de confort en hiver).

- Ce sont des laboratoires qui traitent la qualité thermique et acoustique, un traitement par une isolation performante est nécessaire (phonique et hygrothermique).

⁷ PDF DÉFINITION DES CATÉGORIES D'ESPACE 20\08\, p.9.

⁸ PDF Confort thermique à l'intérieur d'un établissement \ p.12 - PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004\ Guide Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées p.46

⁹ Idem

- Ce sont des espaces qui doivent être protégés des bruits concernant le laboratoire des ambiances phonétiques et de l'effet des vents concernant le laboratoire des ambiances hygrométriques en les positions loin de flux important et du sens du vent.

Exigences :¹⁰

Eclairage : 600 à 700 lux.

Niveau acoustique : 40 dB.

Débit d'air : 20 m³/h/pers.

Confort thermique : 16 à 20 c°.

➤ **Laboratoire (de matériaux, de béton, d'hydraulique) :**

- Ce sont des laboratoires où l'activité du corps est assez élevée, la température de confort doit suivre cette activité (réduire la température de confort en hiver et en été).

- Ce sont des laboratoires avec un équipement de poids modéré (malaxeur, presse légère).

- Le type d'expérience et de recherche effectués aux seins de ces établissements nécessite des espaces de malaxage de pose et de stockage.

- Nécessite une installation hydraulique adéquate et un bon dimensionnement du système d'assainissement pour éviter toute obstruction.

- Les surfaces de travail doivent être lisses pour faciliter le nettoyage et la remise en état des surfaces de travail.

Exigences :¹¹

Eclairage : 600 à 700 lux.

Niveau acoustique : 40 dB.

Débit d'air : 20 m³/h/pers.

Confort thermique : 12 à 20 c°.

➤ **Laboratoires (de mécanique, mécanique des roches, mécanique des sols, RDM, vibration et simulation sismique, dynamique de structure) :**

- Ce sont des laboratoires où l'activité du corps est assez élevée, la température de confort doit suivre cette activité (réduire la température de confort en hiver et en été).

¹⁰ PDF Confort thermique à l'intérieur d'un établissement \ p.12 - PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004\ Guide Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées p.46

¹¹ Idem

- Ce sont des laboratoires avec un équipement lourd (ex : machine de presse géante, machine de vibration...) qui nécessite des socles solides en béton armé vu leur poids et les vibrations produites.
- Prévoir des portes d'entrée large qui permettent le passage des véhicules et des machines.
- Faciliter l'axe par voie mécanique en les positionnant près de l'entrée mécanique.
- Prévoir une isolation phonique pour réduire les bruits produits par les machines et les instruments.
- Le port d'équipement spécifique est à préconiser.

Exigences :¹²

Eclairage : 600 à 700 lux.

Niveau acoustique : 40 dB.

Débit d'air : 20 m³/h/pers.

Confort thermique : 12 à 20 °C.

- **Bibliothèque thématique** : Meuble à rayonnages destiné au rangement et au classement de livres ou autres documents.¹³
- **Bureaux** : Chaque laboratoire est doté d'un ou de plusieurs espaces notamment des bureaux et des espaces de stockage. Ils doivent être communicants entre eux (open space et cloisonnés).
- **Kitchenette** : petite cuisine, installée dans un espace très réduit (c'est un coin-cuisine).

Exigences :¹⁴

Eclairage : 200 à 500 lux.

Niveau acoustique : 40 dB.

Débit d'air : 20 m³/h/pers.

Confort thermique : 20 à 26 °C.



Figure 4 : Exemple d'une bibliothèque thématique
Source : www.bcinterieur.f



Figure 5: Exemple d'une Kitchenette
Source : www.pinterest.com/

¹² PDF Confort thermique à l'intérieur d'un établissement \ p.12 - PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004\ Guide Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées p.46

¹³ www.cnrtl.fr/definition/biblioth%C3%A8que Vu 05\04\2019

¹⁴ PDF Confort thermique à l'intérieur d'un établissement \ p.12 - PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004\ Guide Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées p.46

IV.4 ENTITE ENSEIGNEMENT :

- **Atelier et salle de classe** : Espace consacré principalement à l'enseignement, soit en atelier ou en séminaire. Les activités d'enseignement s'y déroulant peuvent nécessiter la présence d'un équipement audiovisuel, informatique ou autre.¹⁵

Exigences :¹⁶

Eclairage : 400 à 700 lux.

Niveau acoustique : 40 dB.

Débit d'air : 18 m³/h/pers.

Confort thermique : 21 à 26.



Figure 6 : Exemple d'une Salle de classe
Source : www.ails.ch

IV.5 ENTITE ANNEXES :

- **Bibliothèque** : salle où sont déposées, rangées, cataloguées diverses collections de livres, périodiques et autres documents.¹⁷
- **Salle polyvalente** : Toute salle polyvalente s'envisage comme l'un des lieux « communs », c'est un lieu où diverses activités sont groupées.¹⁸
- **Salle d'exposition** : est un lieu où sont souvent exposés des œuvres et autres objets. C'est un espace assez vaste pouvant accueillir à un instant donné un grand nombre de personnes venant admirer les œuvres.¹⁹
- **Studio photo** : Espace plus ou moins vaste destiné à la prise de vue²⁰

Exigences :²¹

Eclairage : 500 à 700 lux.

Niveau acoustique : 30 à 60 dB.

Débit d'air : 45 m³/h/pers.

Confort thermique : 21 à 26 c°.

¹⁵ PDF DÉFINITION DES CATÉGORIES D'ESPACE 20\08\10, p1

¹⁶ PDF Confort thermique à l'intérieur d'un établissement \ p.12 - PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004\ Guide Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées p.46

¹⁷ www.cnrtl.fr/definition/biblioth%C3%A8que Vu 05\04\19

¹⁸ www.boutique.lemoniteur.fr/concevoir-et-construire-une-salle-polyvalente.html

¹⁹ www.organisateur-exposition.org

²⁰ www.atome.studio/qu-est-ce-qu-un-photo-studio/ Vu 05\04\19

²¹ PDF Confort thermique à l'intérieur d'un établissement \ p.12 - PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004\ Guide Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées p.46

IV.6 ENTITE LOISIR :

➤ **Cafétéria et Lounge** : Ils marqueront un moment d'arrêt, détente et de repos pour les occupants.

Exigences :²²

Eclairage : 500 lux.

Niveau acoustique : 40 Db.

Débit d'air : 18 m³/h/pers.

Confort thermique : 21 à 26 c°.



Figure 7 : Exemple d'une Cafétéria
Source : www.graduateinstitute.ch/fr



Figure 8 : Exemple d'un Lounge
Source : www.skyteam.com/en/lounges

IV.7 ENTITE HEBERGEMENT

➤ Elle comprend des chambres individuelles équipées, avec une salle de bain.

Exigences :²³

Eclairage : 100 à 200 lux.

Débit d'air : 18 m³/h/pers.

Niveau acoustique : 20 Db.

Confort thermique : 16 à 19 c°.

V. CONCLUSION :

On conclue que malgré la grande diversité des spécialités et de leurs axes de recherche en architecture et en génie civil, mais en terme de recherche quasiment toutes les spécialités se croisent vers des disciplines bien déterminées telles que les ambiances thermique, lumineuse, et acoustique.

²² PDF Confort thermique à l'intérieur d'un établissement \ p.12 - PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004 \ Guide Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées p.46

²³ www.quelleenergie.fr \ www.e-sante.be \ PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004 \ Guide Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées p.46 \ www.particuliers.placo.fr

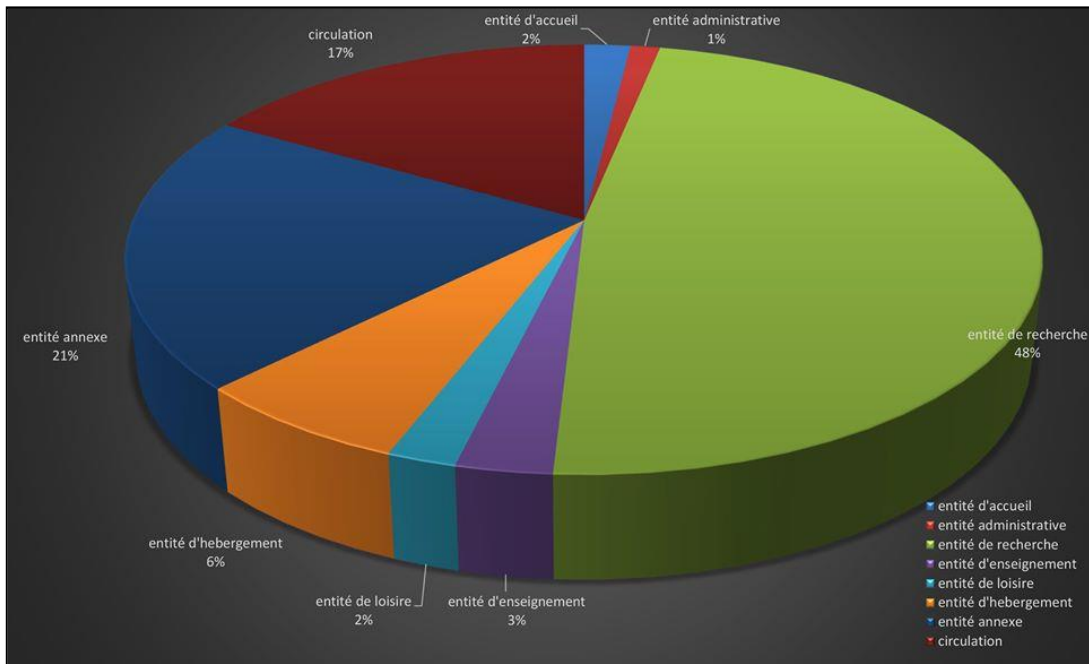


Figure 9 la répartition en pourcentage des différentes surfaces des entités Source : Auteur

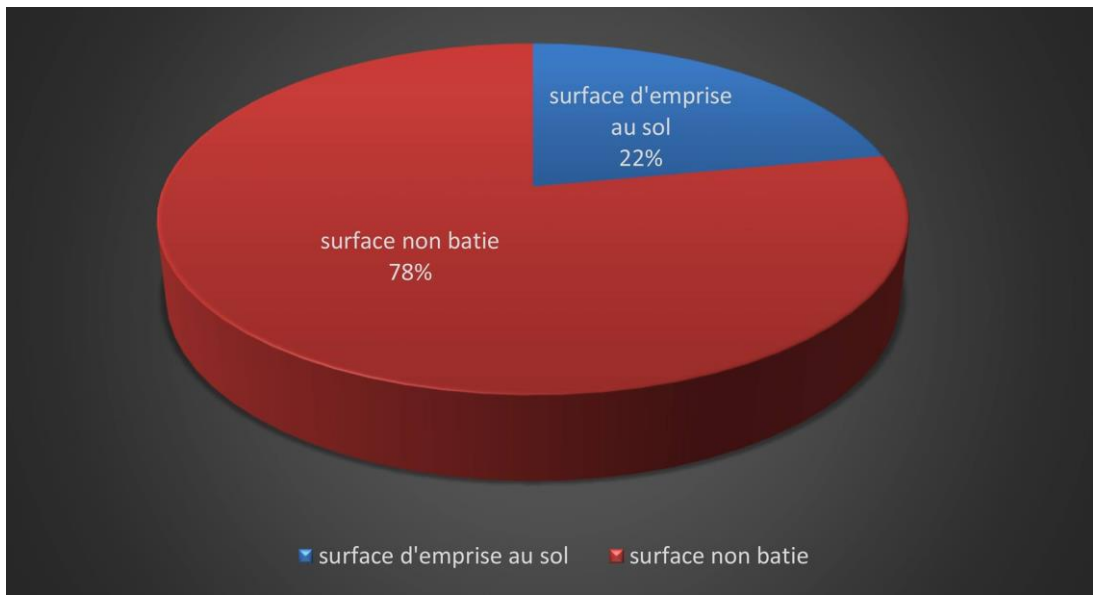


Figure 10 la répartition en pourcentage entre espace bâti et non bâti Source : Auteur



PROJET

ARCHITECTURAL

VOLET 01 : Conception Architecturale.

VOLET 02 : Etude Technique du projet.

I. Introduction :

« Un projet avant d'être un dessin est, un processus c'est-à-dire, un travail de réflexion basé sur la recherche des réponses d'un ensemble de contraintes liées à l'urbanisme, au site, au programme, et au thème, ce qui veut dire qu'il est difficile de dissocier le processus de création future et la phase de programmation car l'ensemble constitue l'acte de créer ». ¹

Le projet architectural tient compte des connaissances acquises à travers les phases précédentes. La conception est assimilée à un processus qui intègre plusieurs paramètres, par rapport à son environnement d'une part, et la relation entre ; la forme, la fonction, l'espace, l'esthétique, la structure et les techniques d'autre part.

II. VOLET1 : conception architecturale

II.1 Présentation :

On va présenter dans ce volet en premier lieu, les principes et les concepts sur lesquels va se baser la conception du projet ; prenant en compte à la fois les éléments du programme de base et les principes directeurs liés aux aspects fonctionnels et le rapport du projet avec son environnement. Et en second lieu, les différentes étapes de la formalisation du projet, avec une description générale de celui-ci.

II.2 Principes et concepts :

II.2.1 Concepts liés à l'architecture (thème) :²

La fluidité : nous cherchons à conduire le promeneur de manière fluide, en ménageant continuité, vues lointaines, transparences, en organisant le parcours, sans donner le sentiment de franchir un seuil.

La lisibilité : est la qualité qui rend un espace compréhensible. Elle se fait à deux niveaux : la lisibilité de la forme et de l'utilisation (apprécier le lieu du point de vue esthétique ou de part sa pratique spatiale).

La transparence : la transparence apparaît comme le moyen de dépasser la dualité intérieur/extérieur. Cette dématérialisation de la façade au profit d'une architecture « ouverte ».

Unicité : Elle consiste à unir les différentes parties du projet afin d'avoir une image globale cohérente de ce dernier.

II.2.2 Concepts liés au programme :³

La fonctionnalité et la continuité de l'espace : notre interprétation du programme prend en compte les spécificités de chaque espace-fonction mais les inscrit dans un milieu qui les intègre.

¹ Richard Meier

² www.bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2015-04-0046-004

³ Idem

Afin d'avoir un bon fonctionnement ; les différentes fonctions seront disposées en fonction de leur relation et leur caractéristique pour obtenir une continuité et une complémentarité.

La hiérarchisation : une hiérarchisation ou la disposition des espaces nous permet de distinguer les fonctions primaires et secondaires.

La perméabilité (physique et visuelle) : un processus selon lequel un espace doit être ouvert aux passagers pour passer d'un point à un autre, à travers plusieurs accès définis et visibles.

La variété : une fois que le lieu est perméable, il faut qu'il soit varié. Quand on a une diversité d'activités, ceci nous assure l'animation du lieu, cette dernière implique la variété des formes ce qui mène à la signification diverse faite par des usagers divers.

Une variété d'expérience sous-entend une variété des formes d'activité et de signification.

La polyvalence : la capacité d'un espace à accueillir plusieurs activités. Elle vise la rentabilité et offre un éventail d'utilisation (flexibilité spatiale à l'intérieur du projet).

II.2.3 Concepts liés à la durabilité :

L'implantation : l'implantation du projet au milieu du terrain.

L'orientation : selon l'axe climatique Est-Ouest pour profiter de la grande façade orientée sud.

La compacité : la forme compacte pour minimiser les déperditions énergétiques.

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

La TVB (Trame Verte et Bleu) : un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques, pour créer un micro climat dans l'extérieur et l'intérieur, elle vise à protéger la biodiversité.⁴

II.3 L'idée du projet : l'union et la complémentarité entre l'architecture et le génie civil

La combinaison entre les deux disciplines l'architecture et le génie civil donne une inspiration symbolisée par :

- Deux doigts croisés qui représentent symbole de l'union entre les deux disciplines.
- La superposition et la fusion entre les deux doigts comme symbole de complémentarité.

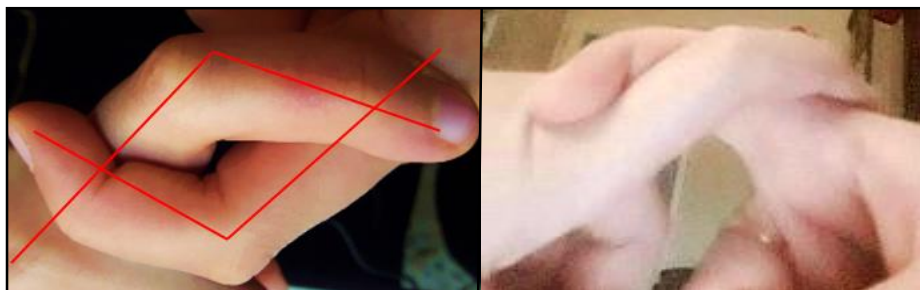


Figure 1 Les deux doigts croisés Source : Auteur

⁴ www.trameverteetbleue.fr

II.4 Les étapes de la genèse du projet :

Étape 01 : Rappel des données de site

Le terrain est programmé d'accueillir le nouveau laboratoire d'architecture et de génie civil. Il est situé au nouveau pôle universitaire, à proximité du nouveau département d'architecture et de génie civil par le nord.

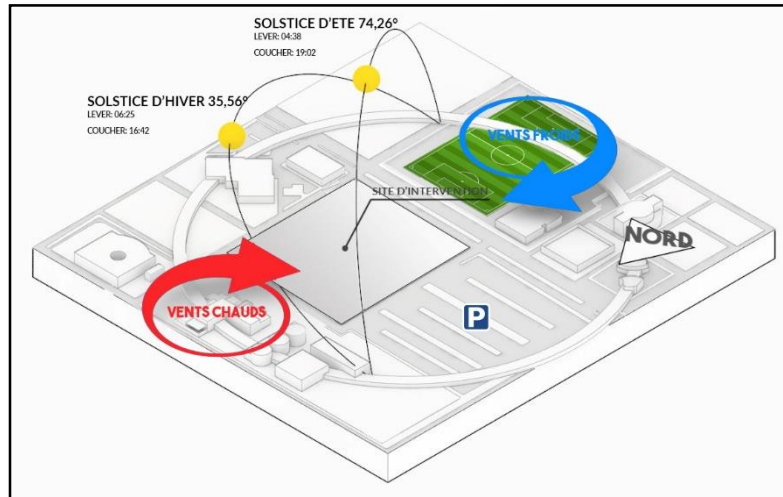


Figure 2:Présentation du terrain Source: Auteur

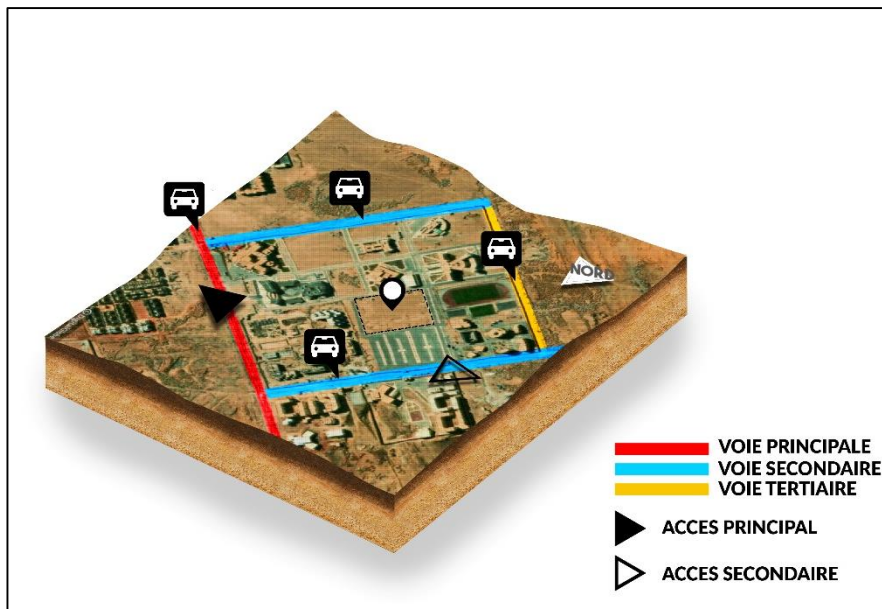


Figure 3 Présentation du terrain Source: Auteur

Etape 02 : Accessibilités du projet

Prévoir deux accès pour le projet selon l'importance de flux.

- 1- Accès principale du côté du nouveau département d'architecture et de génie civil.
- 2- Accès secondaire du côté de l'entrée secondaire du nouveau pôle universitaire et le parking adjacent.

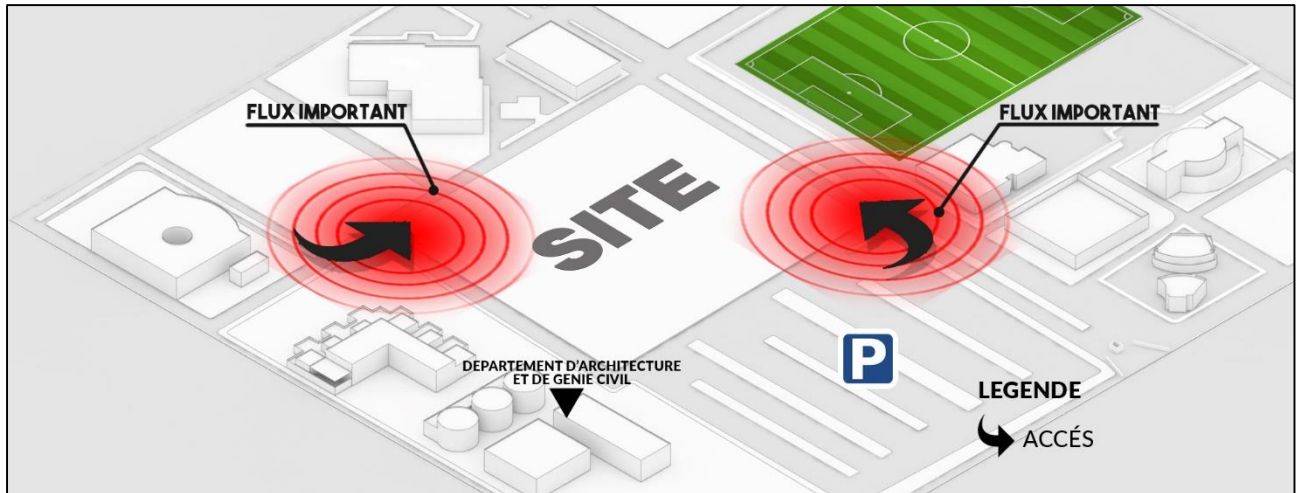


Figure 4 Accessibilité du projet Source: Auteur

Etape 03 : Implantation de la masse bâtie par la concrétisation de l'axe structurant (l'axe climatique)

L'orientation du projet par rapport à l'axe climatique (Est-Ouest), pour profiter de la grande façade orienté Sud.

Dans notre cas, l'axe de composition du projet est à la fois l'axe climatique, de plus, il constitue axe fort de visibilité : c'est un axe majeur à partir duquel qu'on aura une vue globale de l'équipement (Projet).

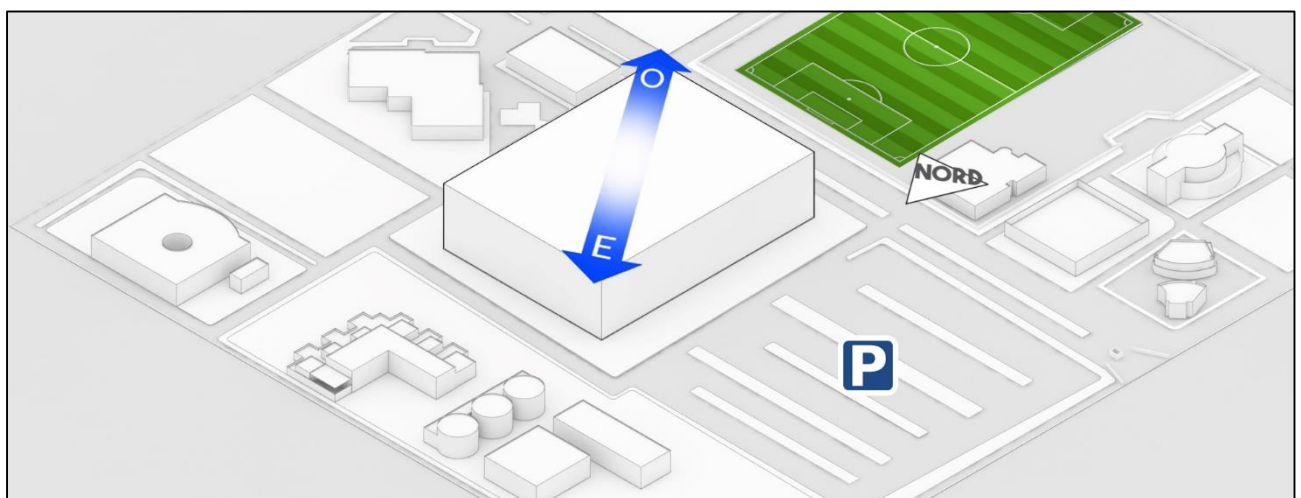


Figure 5 Implantation de la masse bâtie Source: Auteur

Etape 04 : Implantation de la masse bâtie

-La masse bâtie du projet est implantée au milieu du terrain, un recul du bâti comme une servitude des voies pour des raisons de création de fluidité, de confort et de sécurité dans le but de création d'un environnement propre au projet.

-Les espaces non bâtis (végétation et les bassins d'eau, trame verte et bleue) : seront implantés sur le côté sud et le côté nord du terrain. Du côté nord : opter pour des arbres à feuilles persistantes pour briser les vents dominants. Du côté sud : opter pour les arbres à feuilles caduques pour permettre d'ombrager en été et d'éclairer en hiver. Les bassins d'eau successifs constituent le meilleur filtre contre les vents de sable au sud.

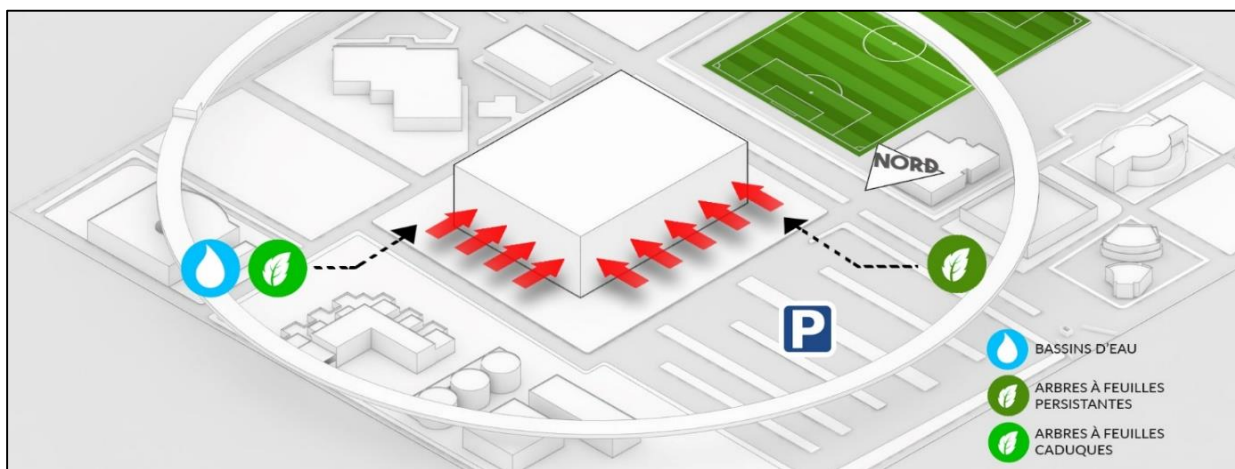


Figure 6 Implantation de la masse bâtie Source : Auteur

Etape 05 : Formalisation du projet

On a concrétisé l'idée de départ qui est (l'union et la complémentarité entre l'architecture et génie civil) par deux doigts croisés pour montrer que chaque spécialité est liée à l'autre.

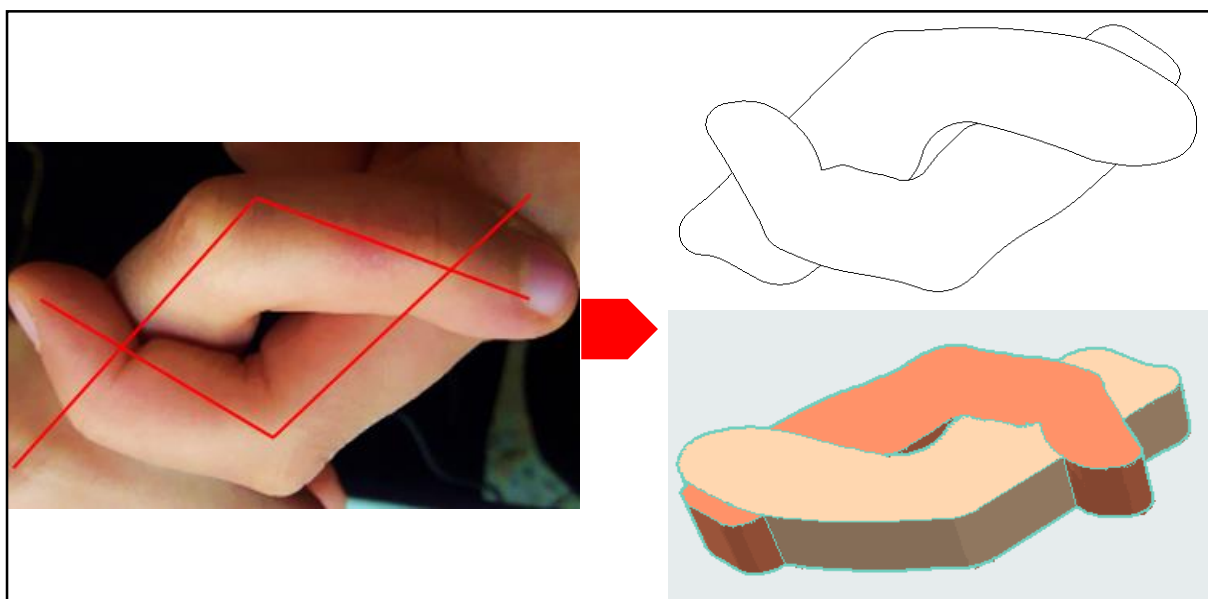


Figure 7 Illustration de l'idée d'inspiration Source : Auteur

Etape 06 : Transformation des formes et introduction des aspects géométriques

Pour des raisons fonctionnelles et géométriques, la formalisation est faite sur plusieurs parties :

1- Modélisation de la forme des deux doigts par deux formes curvilignes pour réduire la surface des circulations et d'exposition des façades. (Minimiser les surfaces exposées au soleil) et des décrochements pour canaliser les vents au niveau spatial et planaire.



Figure 9 Transformation de la forme du 1er doigt Source : Auteur

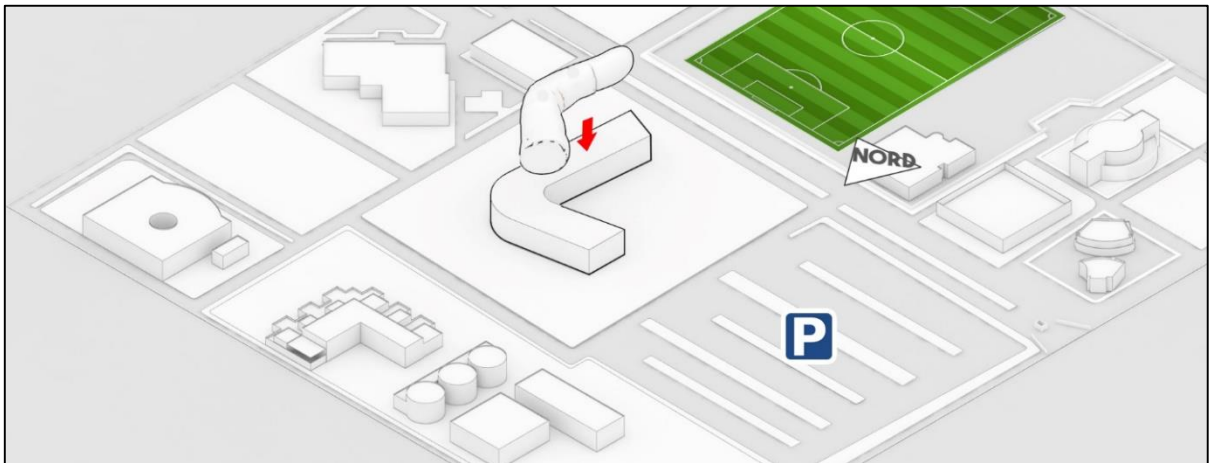


Figure 8 Transformation de la forme de 2ème doigt Source : Auteur

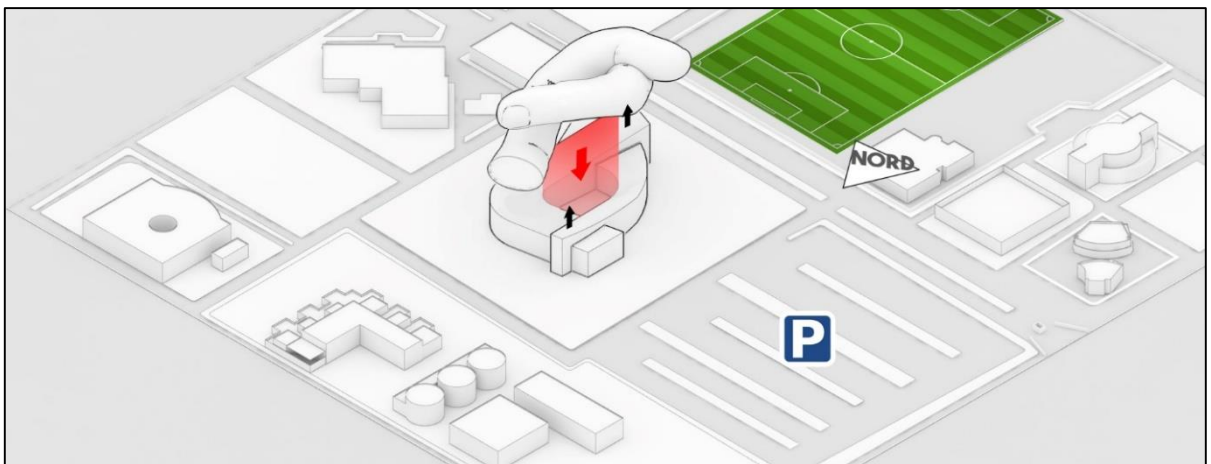


Figure 10 Transformation des formes Source : Auteur

2- L'articulation entre les deux formes curvilignes (qui représentent l'union et la complémentarité entre architecture et génie civil), dégage un moment fort au milieu (un patio) qui sera matérialisé par un espace central qui sert d'élément d'articulation qui abrite un espace de vulgarisation scientifique.



Figure 11 Le dégagement d'un patio Source : Auteur

3- La superposition sur le plan vertical des deux volumes entre eux pour la création d'une volumétrie générale unie et cohérente (volumes dépendants, l'un support l'autre en lui procurent la stabilité et l'équilibre).

4- Concrétiser et matérialiser les intersections entre les deux formes curvilignes par deux petits volumes, pour renforcer la superposition (ces deux volumes jouent le rôle de la circulation vertical).



Figure 12 Superposition des deux doigts Source : Auteur

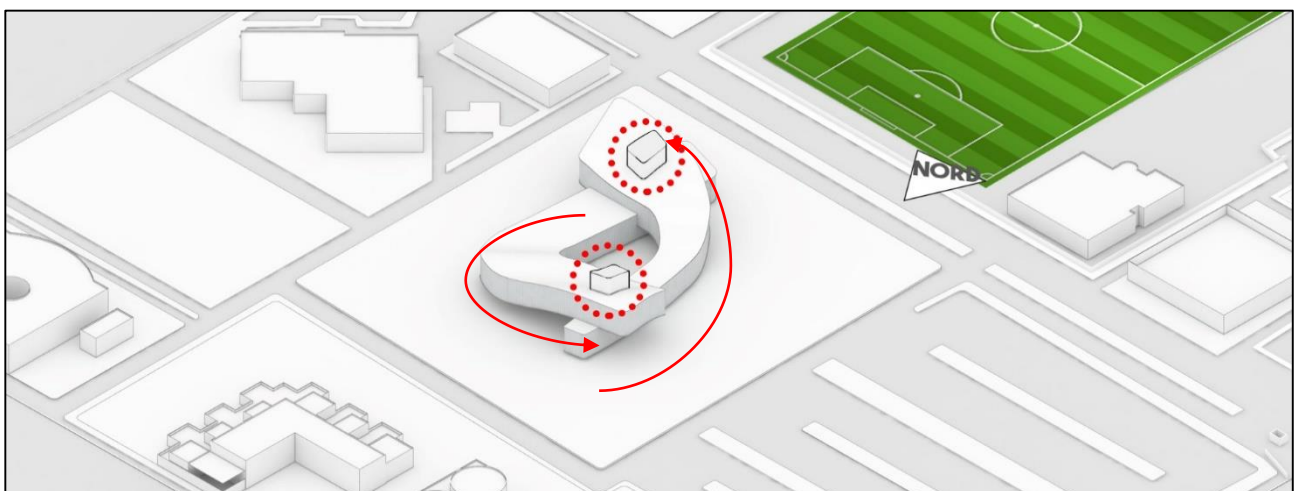


Figure 13 La superposition des deux volumes et l'ajout de deux petits volumes aux intersections Source : Auteur

Etape 07 :

L'ajout de deux passerelles qui articulent l'ensemble du projet pour minimiser et faciliter les déplacements entre les différents laboratoires.



Figure 14 L'ajout du passerelle Source : Auteur

Etape 08 : Traitement de la volumétrie

Prévoir un traitement en skyline pour la totalité de la silhouette du projet pour des raisons climatiques et pour aussi renforcer l'idée de la complémentarité et la dépendance entre les deux disciplines.

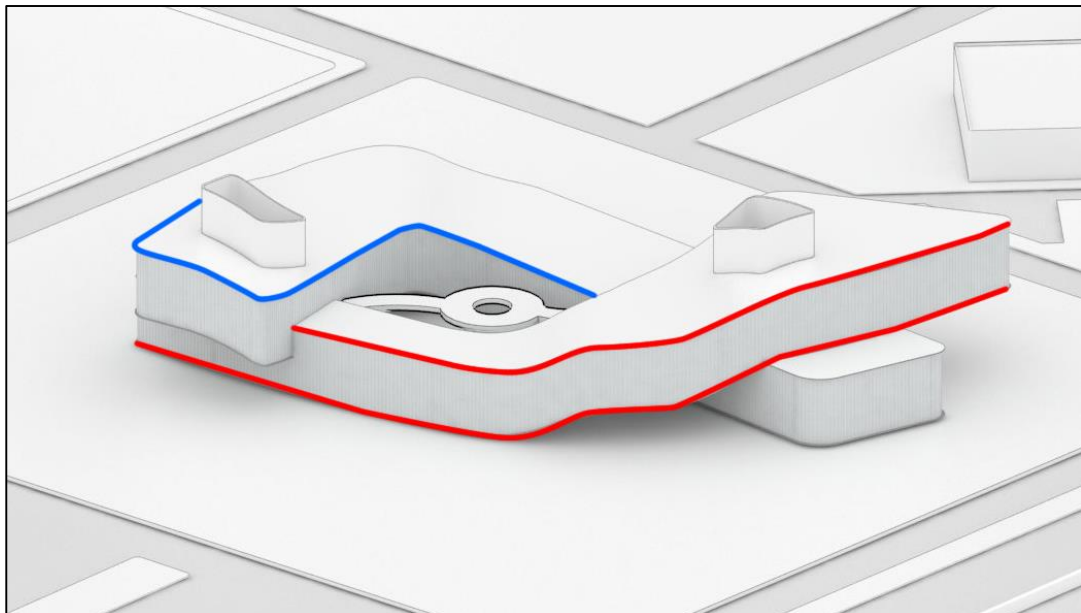


Figure 15 Les inclinaisons au niveau des volumes Source : Auteur

Etape 09 : Conception des espaces extérieurs

1- Les parkings affectés au projet sont implantés au niveau du grand parking adjacent, les abris des voitures permettent d'intégrer des panneaux photovoltaïques pour profiter de la grande surface du parking.

2- Les espaces extérieurs sont conçus en parallèle avec la forme du bâti, leurs formes géométriques sont aussi intégrées par rapport à forme bâti tout en gardons une harmonie générale avec la forme de site aussi.

3- Le choix des espaces verts s'est fait selon les critères et les résultats extraits de l'analyse climatique de la ville de Laghouat, en ce qui concerne les types de végétations sélectionnés et la localisation de chaque type :

- ✓ Des espaces verts et des arbres à feuilles persistantes au Sud pour briser les vents.
- ✓ Des arbres à feuilles caduques au Nord pour créer l'ombre et filtrer les vents sirocco ainsi pour permettre les pénétrations des rayons solaire en hiver.

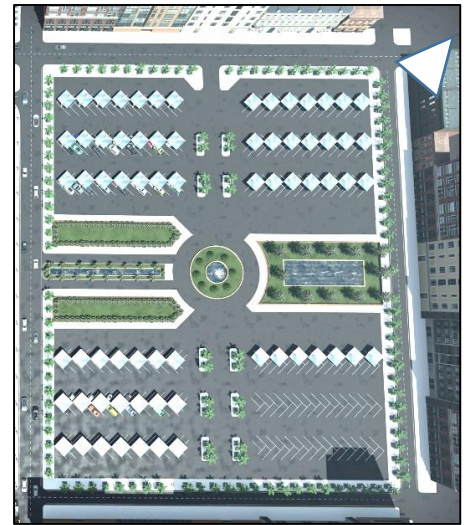


Figure 16 Vue sur le parking adjacent
Source : Auteur

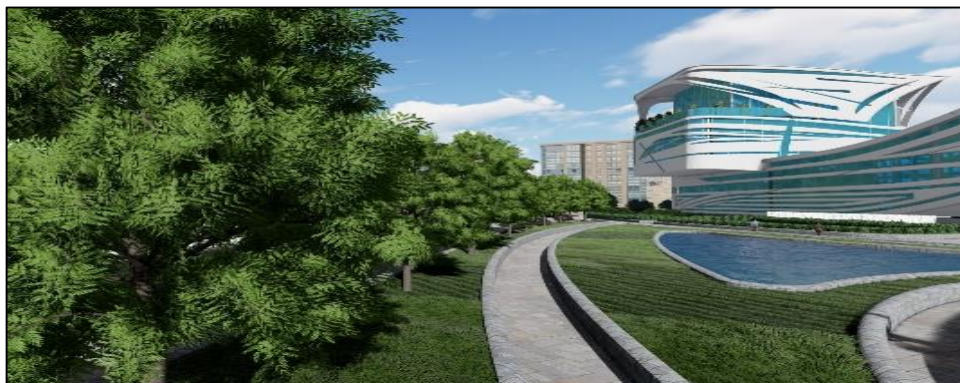


Figure 17 Vues sur les espaces verts et les arbres de différents types Source : Auteur



Figure 18 Vues sur les espaces verts et les arbres de différents types Source : Auteur

Aussi l'utilisation des plans d'eau pour humidifier l'air chaud, et empêcher le sable résultant de la circulation de vent (côté sud)



Figure 20 Vues sur les plans d'eau Source : Auteur



Figure 19 Vues sur les plans d'eau Source : Auteur

4- Espace de vulgarisation : c'est un espace qui se trouve au niveau du sous-sol de forme ovale, il est éclairé par un dôme ovale auquel s'organise l'espace extérieur du patio, accessible par le patio et par le bâtis grâce à la circulation verticale, c'est un espace important auquel se déroulent plusieurs activités scientifiques notamment l'exposition des différentes techniques avancées et pour les présenter et les rendre accessibles aux chercheurs et aux grand public, en d'autres termes, de vulgariser la recherche et la science pour la rendre attractive et facile à appréhender.

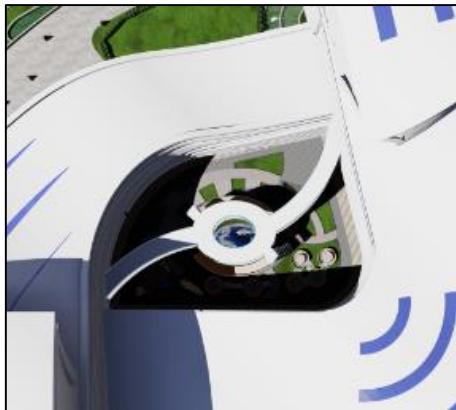


Figure 21 Vue en plan sur l'espace de vulgarisation Source : Auteur

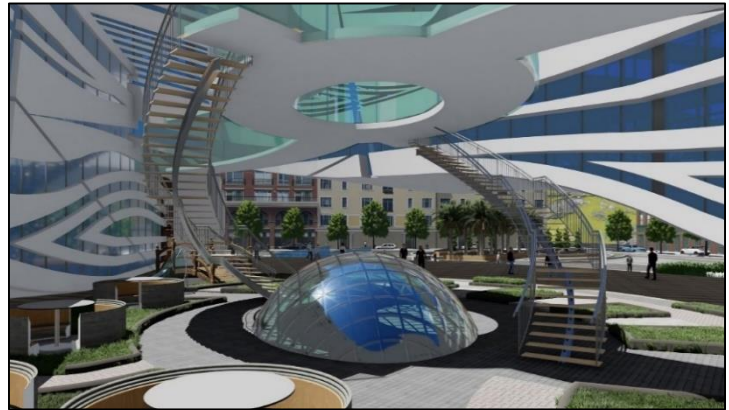


Figure 22 Vue 3D sur l'espace de vulgarisation Source : Auteur

5- Espace d'exposition : il se trouve du côté ouest du projet, c'est un espace enfuit à plus de 4 mètres au-dessous du niveau +00,00 pour permettre à sa toiture de démarrer du niveau du sol afin d'assurer une continuité visuelle entre le projet et le voisinage, il sert d'espace d'exposition extérieure notamment pour les objets exposés à taille importante et d'espace de regroupement extérieur couvert

, les murs extérieurs sont en brique flanqué de bardage extérieurs sous forme de mur-rideau complètement vitré afin de jouer le rôle d'un miroir qui reflète le bâtis du laboratoire.

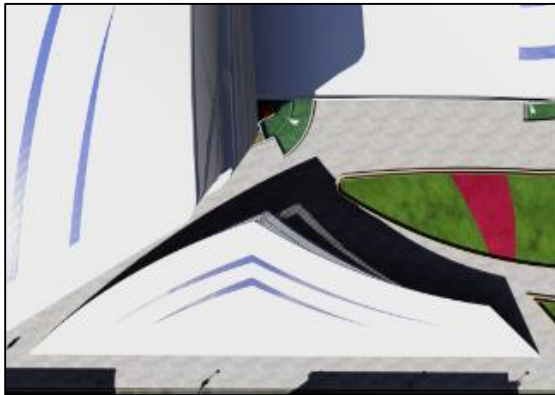


Figure 23 Vue en plan sur l'espace d'exposition dans le projet Source: Auteur

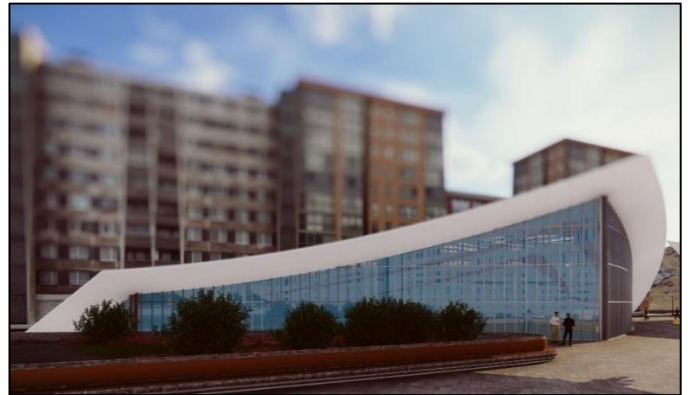


Figure 24 Vue 3D sur l'espace d'exposition dans le projet Source: Auteur

6- Le projet est doté par un parcours périphérique qui fait tout le tour du projet, afin d'assurer une fluidité et une facilité de déplacement au sein de celui-ci, il permet d'explorer et de découvrir le projet en entier. Le parcours joue le rôle de circulation piétonne et cyclable mais sa largeur permet l'intervention et le passage des véhicules des pompiers en cas d'incendie on leur donne la possibilité d'intervenir sur n'importe quelle zone du projet, elle permet aussi d'acheminer des machines et des appareils en cas de panne ou de changement pour l'espace voulu.

7- Sécurité : Comme cité ci-dessus, le projet a été pensé pour faciliter toute intervention des pompiers. De plus le projet possède un espace extérieur destiné aux différentes expériences à un niveau de risque élevé notamment les expériences utilisant un produit dangereux ou inflammable ou les tests de combustion des matériaux, l'espace joue aussi le rôle d'espace d'expérimentation pour les tests nécessitant un grand volume. Cet espace est situé au nord-ouest du projet et il est éloigné de celui-ci de plus de 25 mètres.

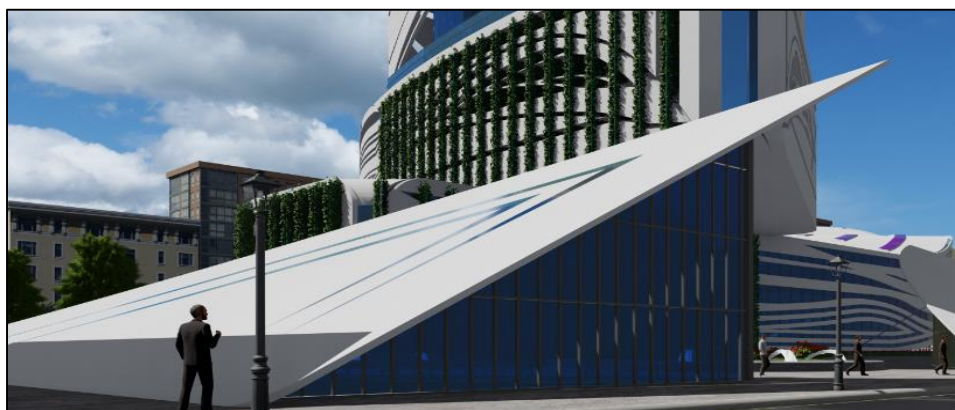


Figure 25 Vue sur l'espace d'expérimentation Source : Auteur

II.5 Présentation du plan de masse :



Figure 26 Plan de masse Source : Auteur

II.6 Affectation des entités :

SOUS SOL : -06.00

A : Entité annexes (Locaux techniques).

B : Exposition et la vulgarisation scientifique.

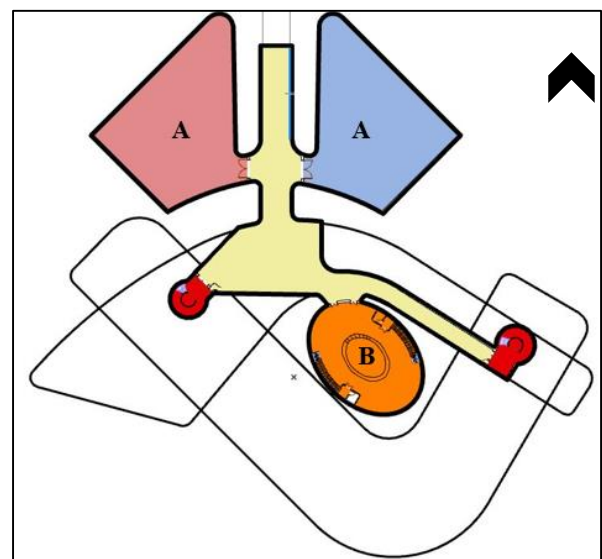


Figure 27 Principe de disposition des entités au sous-sol Source : Auteur

RDC : +00.00

- 1 : Entité Accueil.
- 2 : Entité Administrative.
- 3 : Entité recherche (Laboratoire de vibration)
- 4 : Entité recherche (Laboratoire de mécanique des sols et des roches).
- 5 : Entité recherche (Laboratoire de matériaux).
- 6 : Entité recherche (Laboratoire de béton).

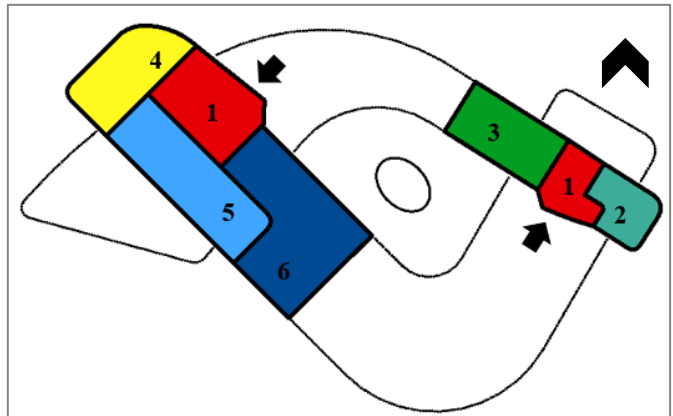


Figure 28 Principe de disposition des entités au RDC
Source : Auteur

1^{er} Etage : +06.00

- 7 : Entité recherche (Laboratoire d'acoustique).
- 8 : Entité recherche (Laboratoire des ambiances lumineuses).
- 9 : Entité recherche (Laboratoire résistance des matériaux).
- 10 : Entité recherche (Laboratoire de matériaux).
- 11 : Entité recherche (Laboratoire hygrothermique).

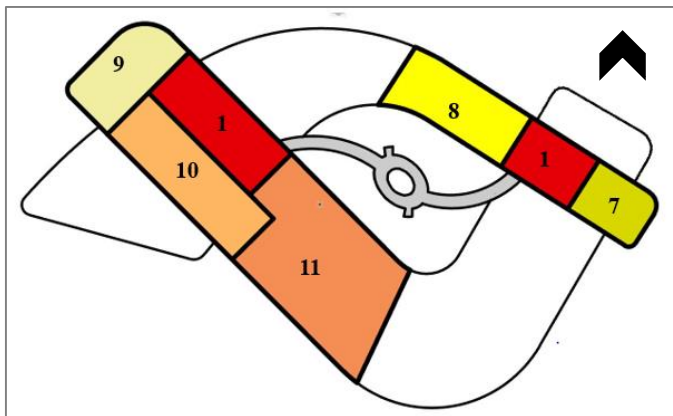


Figure 29 Principe de disposition des entités au 1er étage
Source : Auteur

2^{ème} Etage : +12.00

- 12 : Entité annexes.
- 13 : Entité enseignement.
- 14 : Entité recherche (Laboratoire d'urbanisme)
- 15 : Entité recherche (Laboratoire de maquette et d'impression 3D et de design).
- 16 : Entité recherche (Laboratoire de modélisation et numérisation).

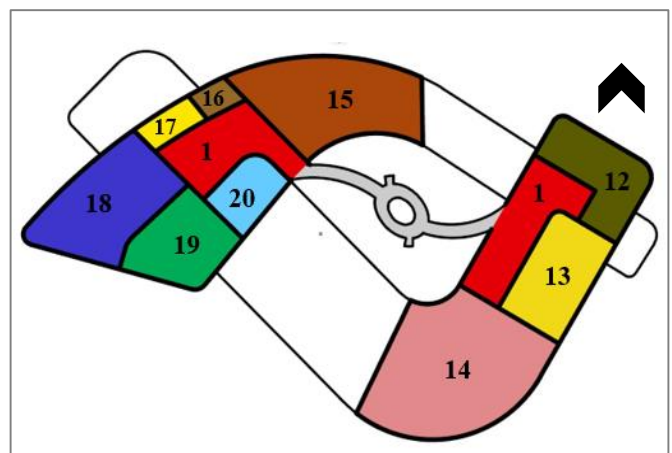


Figure 30 Principe de disposition des entités au 2ème étage
Source : Auteur

17 : Entité annexes.

18 : Entité recherche (Laboratoire dynamique des structure).

19 : Entité recherche (Laboratoire de chimie).

20 : Entité recherche (Laboratoire science du climat et d'environnement).

3ème Etage : +18.00

21 : Entité annexes (Salle polyvalente).

22 : Entité annexes (Salle de réunion).

23 : Entité annexes (Bibliothèque).

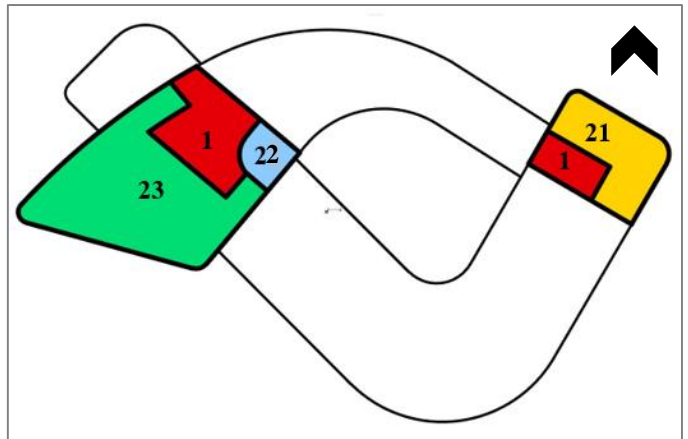


Figure 31 Principe de disposition des entités au 3ème étage
Source : Auteur

4ème Etage : +24.00

24 : Entité hébergement.

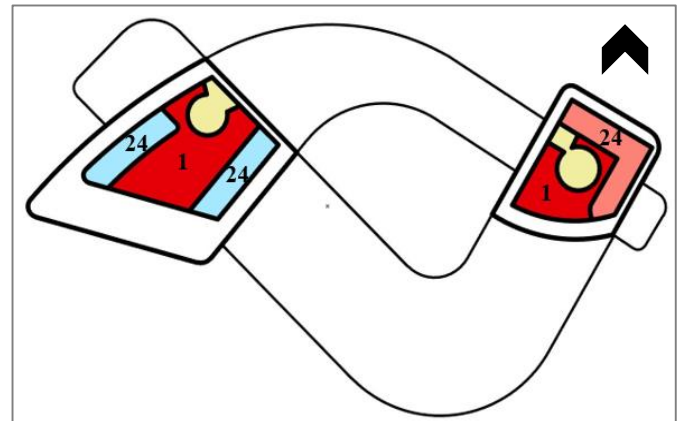


Figure 32 Principe de disposition des entités au 4ème étage
Source : Auteur

II.7 Conception des plans intérieurs :

II.7.1 Principes de base :

- Une hiérarchisation horizontale du public au privé et une hiérarchisation verticale du général au spécialisé.
- Aux intersections, on a prévu des espaces de rencontre, les laboratoires communs entre l'architecture et le génie civil, les noyaux de distribution verticaux et l'hébergement.
- L'implantation des laboratoires utilisant des machines lourdes (laboratoire de mécanique...) aux premiers niveaux, même aussi les laboratoires les plus fréquentés par les chercheurs (laboratoire thermique).

- Les niveaux du milieu sont destinés à accueillir les laboratoires qui nécessitent des machines moins lourdes.
- Les espaces d'enseignement (les ateliers et les classes) et les annexes (bibliothèque...) sont implantés au niveau supérieur (vu la durée de fréquentation).
- L'hébergement se trouve aux derniers niveaux pour des raisons de calme, de confort et pour plus d'intimité pour les chercheurs hébergés.
- Les circuits et les parcours : sont organisés et séparés selon l'usage et selon l'activité, pour assurer le bon fonctionnement.

II.7.2 Principes de conception et description des laboratoires :

- Chaque discipline accueille une à deux équipes, chaque équipe est composée d'un secrétariat, d'un coordinateur (ces derniers sont des enseignants- chercheurs), ainsi qu'un chef et des membres d'équipes.
- Chaque équipe est disposée de manière où une se trouve au niveau +00.00 de l'étage, et la seconde au niveau +03.00 reliés par un escalier ainsi pour profiter de la hauteur d'étage.
- L'équipe peut être composée par des membres permanents et des membres temporaires, pour chaque équipe un espace lui est réservée (bureau cloisonné pour les membres permanents et des open space pour les membres temporaires à court et moyen stage).
- Chaque laboratoire abrite l'espace d'expérimentation en deux niveaux, un espace de stockage, des bureaux conçus pour les équipes, une kitchenette, une bibliothèque thématique intégrée, des vestiaires et des WC.

II.7.3 Description et présentation des plans :

Au niveau du sous-sol : (voir annexe 02)

- Le niveau sous-sol abrite le seul accès mécanique du projet qui mène vers les deux grandes parties (zones) de ce dernier.
 - La 1^{ère} partie abrite tout ce qui est technique (les locaux techniques, les systèmes de récupération utilisés ...).
 - La 2^{ème} partie se trouve en dessous de l'espace bâti, c'est un espace de forme ovale, destiné aux expositions et à la vulgarisation scientifique.

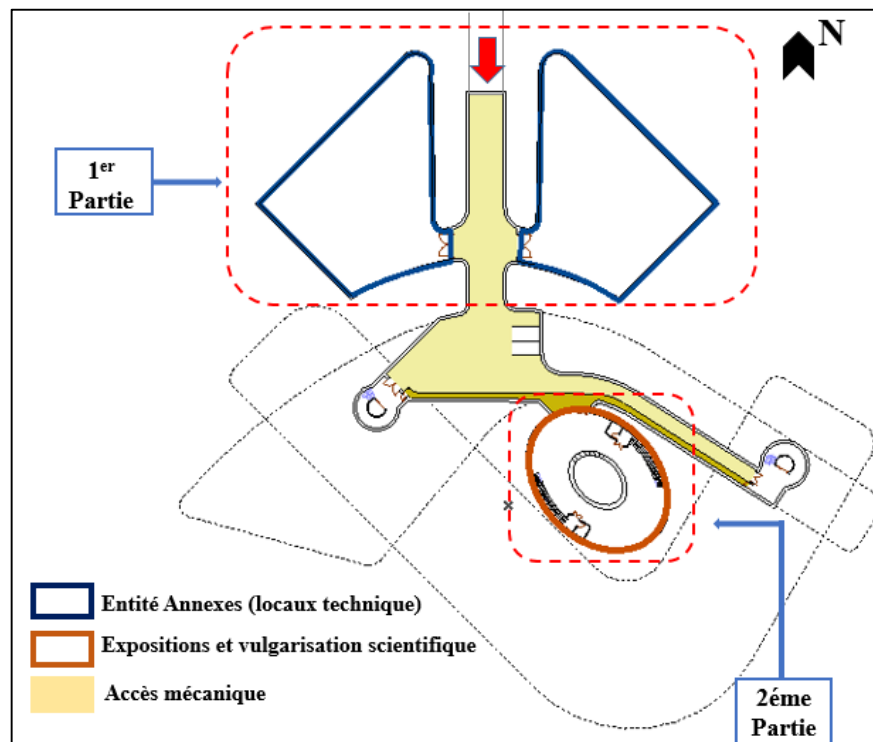


Figure 33 Plan Sous-Sol -06.00 Source : Auteur

Au niveau du RDC : (voir annexe 02)

- Il est composé de deux niveaux (+00.00, +03.00), et il est divisé en 2 parties, avec une entrée indépendante pour chacune des parties.
- La partie Est abrite : une entité d'accueil sur deux niveaux, une entité administrative et une entité de recherche.
 - L'entité d'accueil abrite un accueil, un espace d'attente, la circulation verticale (escalier et monte-charge) et des WC.
 - Au niveau +00.00, l'entité administrative abrite un bureau de secrétariat, un bureau de directeur adjoint, un bureau de comptable, un bureau d'archiviste, les archives et les WC. Le niveau +03.00 abrite le bureau de directeur, salle de réunion, archive et des WC. Les deux niveaux sont reliés par un escalier.
 - L'entité recherche abrite le laboratoire de vibration au niveau +00.00. Le niveau +03.00 abrite les espaces bureautiques de la 2ème équipe de ce laboratoire.
- La partie Ouest abrite une entité accueil, une entité de loisirs (ces deux derniers sont situés sur deux niveaux, et une entité de recherche.
 - L'entité accueil abrite la réception et l'orientation, la circulation vertical (escalier et monte-charge).
 - L'entité loisirs abrite une cafétéria et un lounge pour la détente et le repos.

- Au niveau +00.00, l'entité recherche abrite le laboratoire mécanique des sols et des roches, le laboratoire de matériaux et le laboratoire de béton. Le niveau +03.00 abrite les espaces bureautiques de la 2ème équipe de ces laboratoires.

- Les 2 parties sont reliées par le sous-sol.

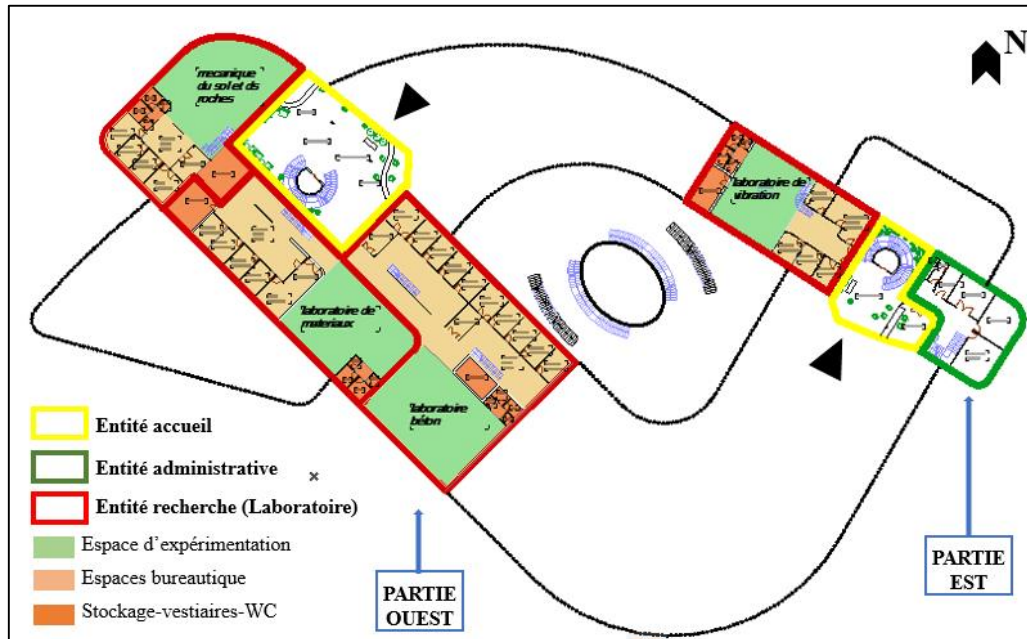


Figure 34 Plan RDC +00.00 Source : Auteur

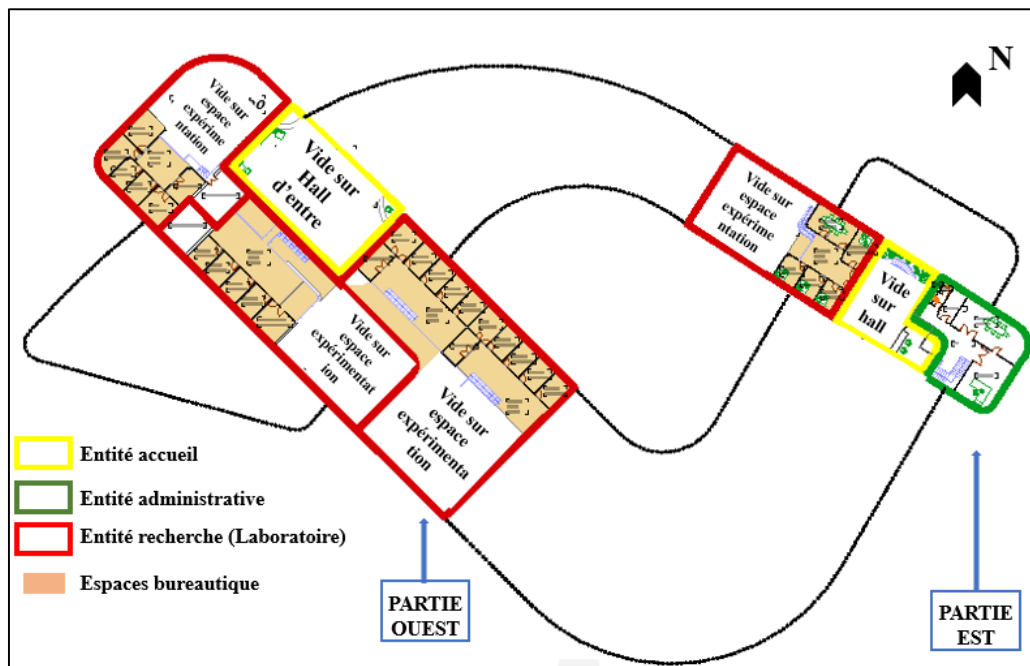


Figure 35 Plan RDC +03.00 Source : Auteur

Au niveau du 1^{er} étage : (voir annexe 02)

- Il est composé de deux niveaux (+06.00, +09.00), et il est divisé en 2 parties accessibles par le RDC et le patio.
- La partie Est abrite : une entité accueil, une entité loisirs (ces deux derniers sont sur deux niveaux), et une entité de recherche.
 - L'entité accueil abrite un hall d'accueil, un espace d'orientation, et la circulation verticale (escalier et monte-charge).
 - L'entité loisir abrite un lounge pour la détente et le repos.
 - Au niveau +06.00, l'entité recherche abrite le laboratoire des ambiances lumineuses et les espaces bureautiques du laboratoire d'acoustique. Le niveau +09.00 accueille les espaces bureautiques de la 2^{ème} équipe du laboratoire des ambiances lumineuses, et l'espace d'expérimentation de laboratoire d'acoustique (vu qu'il ne nécessite pas une hauteur importante).
- La partie Ouest abrite une entité accueil, une entité de loisirs (ces deux derniers sont sur deux niveaux), et une entité de recherche.
 - L'entité accueil abrite un espace d'orientation, la circulation verticale (escalier et monte-charge).
 - L'entité loisirs abrite une cafétéria, un lounge pour la détente et le repos.
 - Au niveau +06.00, l'entité recherche abrite le laboratoire de résistance des matériaux, le laboratoire de matériaux et le laboratoire hygrothermique. Le niveau +09.00 accueille les espaces bureautiques de la 2^{ème} équipe des laboratoires (résistance des matériaux, laboratoire de matériaux, laboratoire hygrothermique). Ce niveau (+09.00) accueille aussi le laboratoire d'urbanisme sur deux niveaux.

Les deux parties sont articulées par une passerelle pour faciliter le déplacement entre eux.

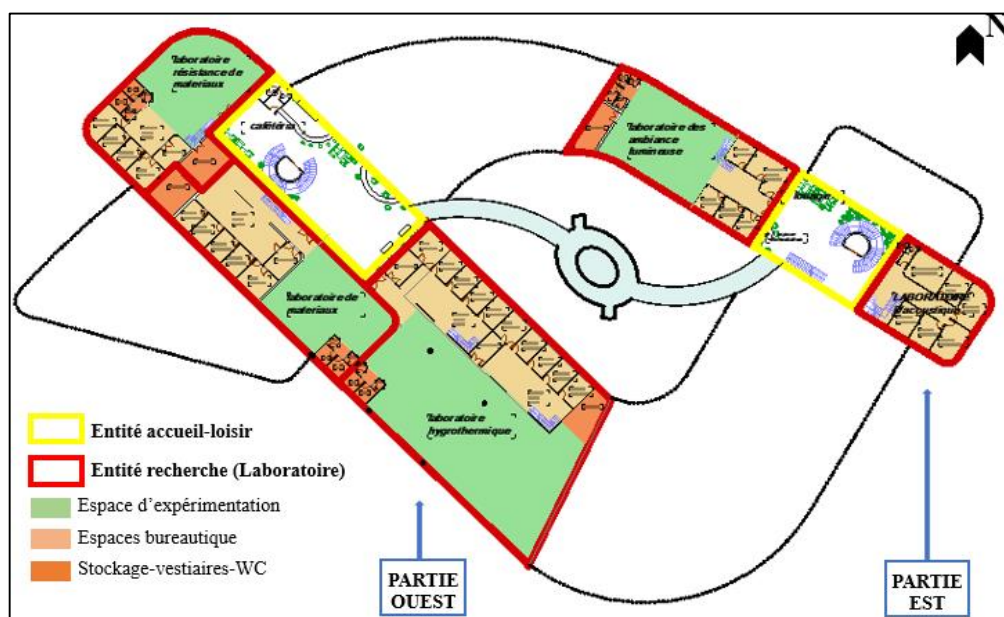


Figure 36 Plan 1^{er} Étage +06.00 Source : Auteur

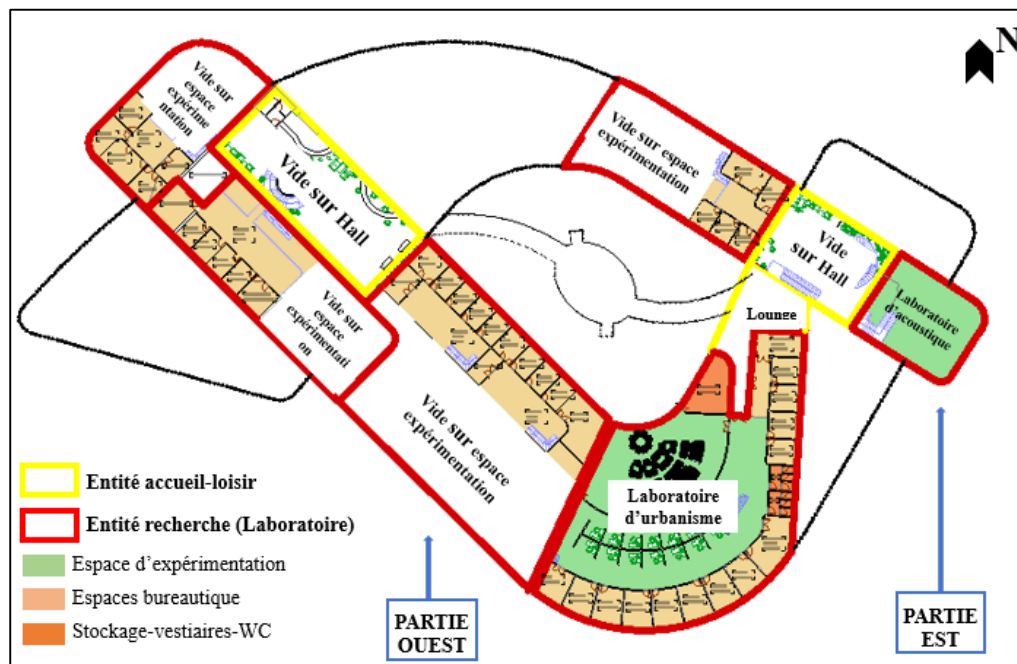


Figure 37 Plan 1^{er} Etage +09.00 Source : Auteur

Au niveau du 2^{ème} étage : (voir annexe 02)

- Il est composé de deux niveaux (+12.00, +15.00), et il est divisé en 2 parties.
- La partie Est abrite : une entité accueil, une entité loisirs (ces deux derniers sont sur deux niveaux), une entité de recherche et une entité annexes.
 - L'entité accueil abrite un hall d'accueil, et la circulation verticale (escalier et monte-charge).
 - L'entité loisirs abrite un lounge pour la détente et le repos.
 - L'entité recherche abrite le laboratoire de modélisation et numérisation, le laboratoire science du climat et de l'environnement situés sur deux niveaux.
 - Le laboratoire dynamique des structures et le laboratoire de chimie, au niveau +12.00. Le niveau +15.00 accueille les espaces bureautiques de la 2^{ème} équipe de ces laboratoires.
 - L'entité annexe abrite l'espace impression et tirage, studio photos, archives électroniques et manuscrits situés sur deux niveaux ainsi que des ateliers qui se trouvent au niveau +15.00.
- La partie Ouest abrite une entité annexes et une entité enseignement situés sur deux niveaux.
 - L'entité annexes abrite un hall d'accueil, une salle polyvalente, un salon d'hôtes, buanderie et des WC.

- L'entité enseignement abrite des ateliers, des salles de classes, des bureaux et des WC.

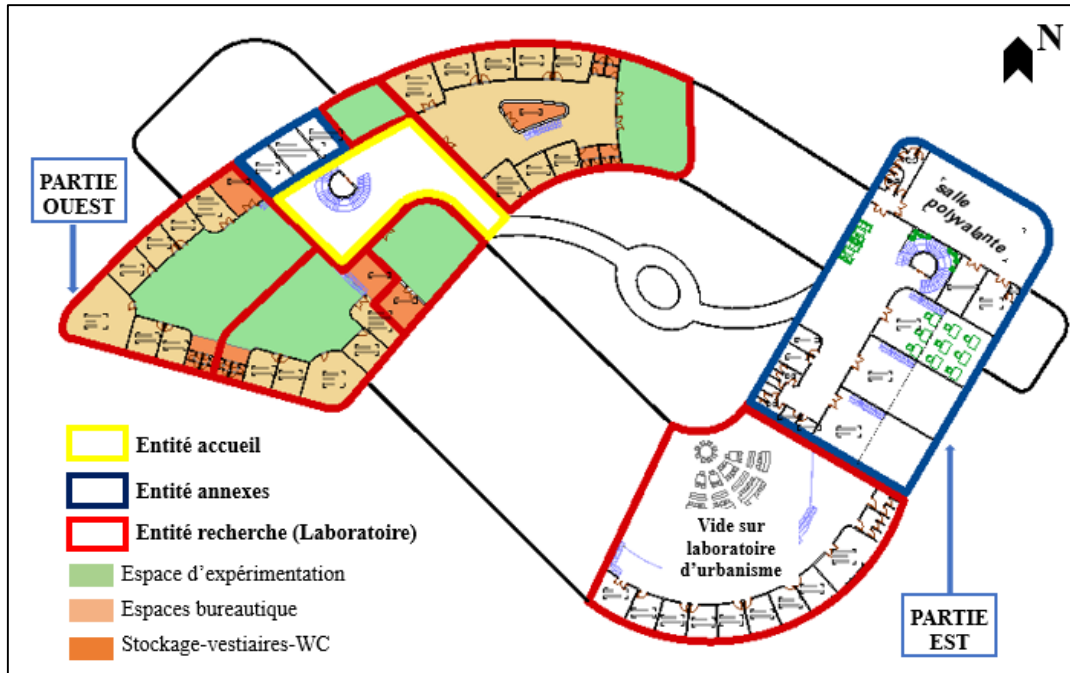


Figure 38 Plan 2ème Etage +12.00 Source : Auteur

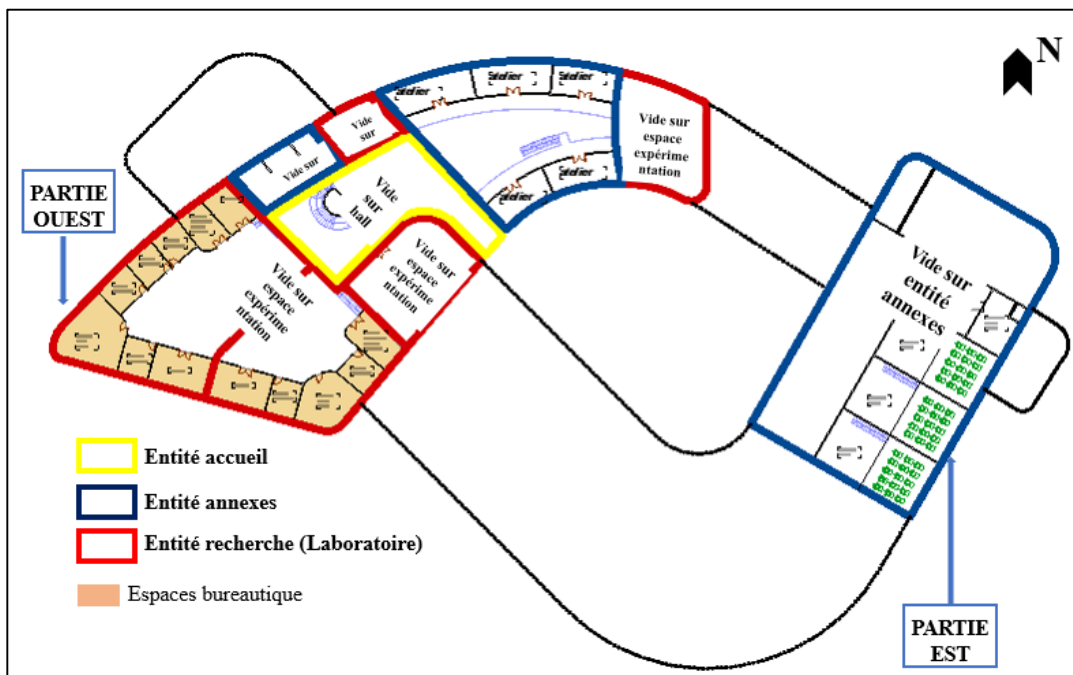


Figure 39 Plan 2ème Etage +15.00 Source : Auteur

Au niveau du 3^{ème} étage : (voir annexe 02)

- Il est composé de deux niveaux (+18.00, +21.00), et il est devisé en 2 parties.
 - La partie Est abrite : une entité annexes sur deux niveaux.
 - Elle comprend un hall d'accueil, une salle polyvalente, sonorisation, un salon d'hôte et des WC
- La partie Ouest abrite : une entité annexes.
 - Elle comprend un hall d'accueil, une bibliothèque, un espace stockage, une salle de réunion, un lounge, moussala, et des WC.

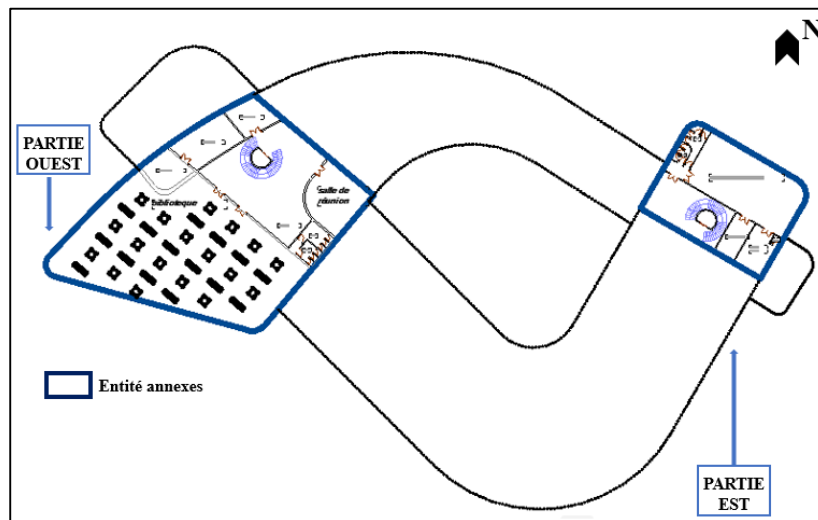


Figure 40 Plan 3^{ème} Etage +18.00 Source : Auteur

Au niveau du 4^{ème} étage : (voir annexe 02)

- Il est composé de deux niveaux (+24.00, +27.00), et il est divisé en 2 parties.
- Les deux parties abritent l'entité hébergement situé sur deux niveaux (+24.00, +27.00), elle comprend des chambres et leurs WC, avec des terrasses accessibles et des balcons.

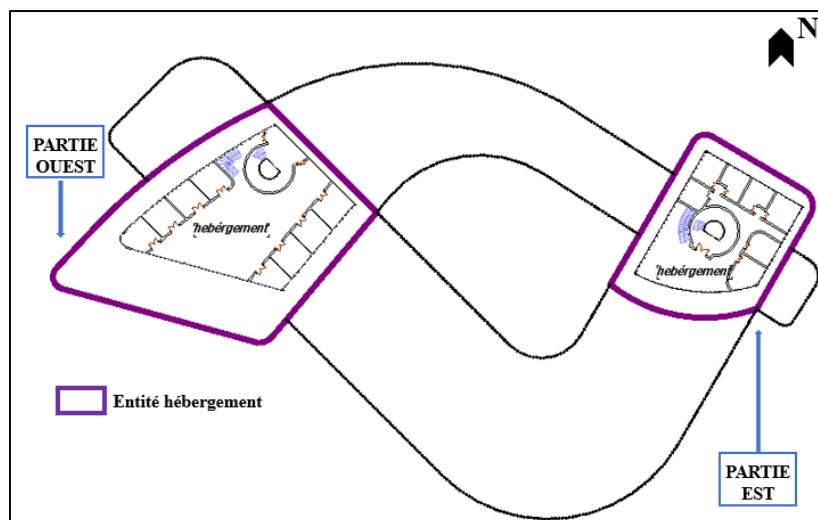


Figure 41 Plan 4^{ème} Etage +24.00 Source : Auteur

II.8 Conception des façades :

On a opter pour des façades vitrées recouvertes d'une coque protectrice sur la totalité du projet, qui expriment l'idée de la vocation de laboratoire (recherche scientifique) à travers le choix des lignes et des formes géométriques curvilignes développées horizontalement pour exprimer le parcours enchainé d'un chercheur scientifique, cette horizontalité est brisée par des lignes verticales qui représentent les difficultés qu'un chercheur rencontre le long de son parcours, et qui équilibre au même temps le rythme général de la façade.

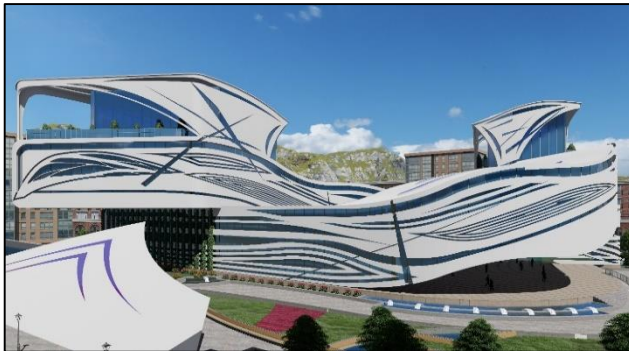


Figure 45 vue sud-ouest du projet Source : Auteur

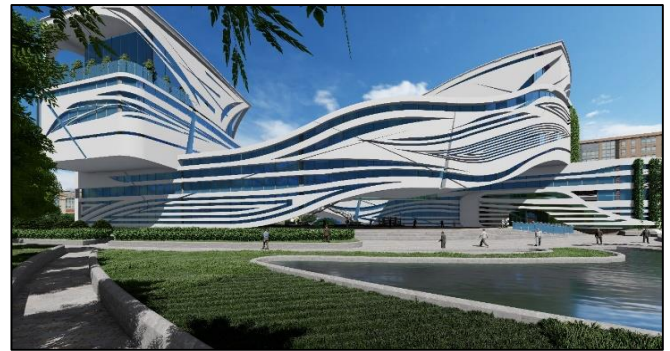


Figure 44 vue du côté nord du projet Source : Auteur

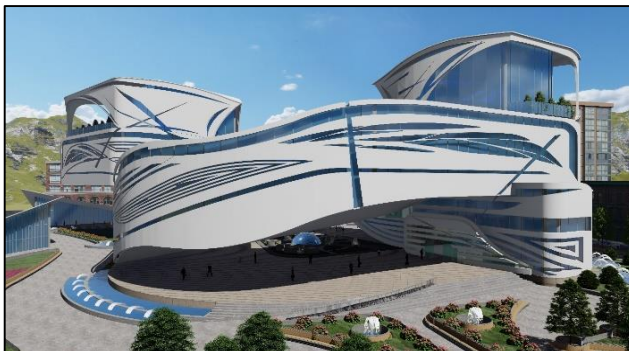


Figure 42 vue sur la façade principale du projet Source : Auteur

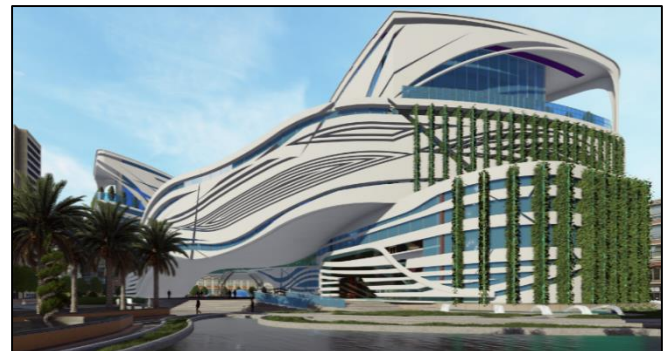


Figure 43 vue sur la façade végétalisée du projet Source : Auteur

Les entrées :

Les deux entrées du projet sont traitées en harmonie avec le reste des façades avec des portes coulissantes complètement vitrées pour assurer la continuité visuelle entre l'intérieur et l'extérieur.

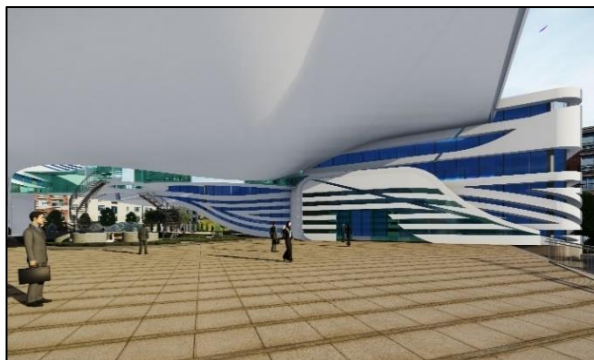


Figure 46 Vue sur l'entrée principale du projet Source : Auteur

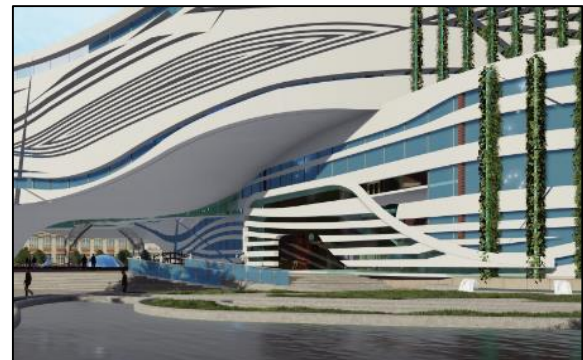


Figure 47 Vue sur entrée secondaire du projet Source : Auteur

II.9 Synthèse :

Durant la conception d'un laboratoire, le bien-être des chercheurs est le souci majeur du concepteur, il faut lui assurer un maximum de confort et une bonne qualité de vie au sein de l'espace grâce à la conception d'un laboratoire qui prend en compte les différents critères nécessaires et qui profite au mieux de l'environnement extérieur pour cela il faut :

- Profiter de la hauteur du laboratoire en intégrant dans chaque étage deux niveaux, chacun des niveaux est affecté à une équipe, tout en gardant une hauteur suffisante pour l'espace d'expérimentation.
- Hiérarchiser les espaces suivant les besoins en approvisionnement en orientation et en intimité. - Donner un avantage pour les bureaux des chercheurs en les orientant vers le sud
- Placer les espaces tampon comme barrière pour diminuer les nuisances sonores tels que les espaces de stockage.
- Placer à chaque étage un espace d'échange et de rencontre pour aider à la communication entre chercheurs.

III. VOLET 2 : ETUDE TECHNIQUE

III.1 Présentation :

- Une des définitions modernes de l'architecture est celle de «... *la discipline de synthèse qui réussit à réaliser un consensus entre fonction, structure et forme dans l'espace construit, dans lequel la vie humaine peut se développer de manière organisée*». ⁵
- Chaque projet architectural se repose sur trois facteurs principaux ; la forme la fonction et la technique.
- Cette partie du travail consiste à définir et justifier le choix des différents matériaux et techniques durables utilisées dans la réalisation du projet, ou on va présenter les éléments structuraux, les revêtements adéquats, les techniques de sécurité et la nouvelle technologie pour garantir la stabilité du projet et le confort des usagers, ainsi que les techniques et les stratégies passives et actives qui doivent être basées sur le respect de l'environnement.

III.2 Choix de système structurel :

- Le rôle du système structurel est d'assurer la stabilité d'un ouvrage, il prend part dans la composition architecturale, l'organisation et la qualité spatiale.

⁵ (ARCHITECTURE Notes par Sevastian Ianca & Mircea Georgescu - „Politehnica“University of Timisoara English Teaching Medium Year: 2nd Semester: 1st p2)

- Les structures à grande portée sont de plus en plus fréquemment utilisées dans la construction de bâtiments et de génie civil car elles offrent une flexibilité totale, une adaptabilité, un avantage pour le cycle de vie, des économies de coût et une empreinte environnementale réduite.
- Dans ce projet, le système de structure adopté est un système de type structure mixte, il se compose d'une combinaison de charpente métallique et de béton armé.

III.2.1 La structure en charpente métallique pour les raisons suivantes :⁶

Certaines parties du projet ont une forme complexe qui nécessite l'utilisation de la charpente métallique qui offre :

- Une portée identique ou meilleure à celle du béton armé, tout en étant plus légères, notamment sur la portée au sol.
- Le métal est avant tout très souple et accepte toutes les formes que l'on souhaite lui donner, il n'a pas besoin de traitement particulier, que ce soit contre les champignons, les intempéries ou les insectes.
- Diminution du poids de l'ensemble, donc fondations moins profondes ou choix de terrain même difficile plus libre.
- Une construction durable :
 - Acier 100% recyclable.
 - Construction sèche, aucun rejet dans la nature.

III.2.2 La structure en béton :

Dans le projet, le béton armé est utilisé pour les fondations et les poteaux vu sa forte résistance à la compression, pour les poutres et les poutrelles le choix s'est porté sur le béton précontraint vu les portées importantes et sa résistance élevée à la traction.

- La structure en béton armé :⁷

- Forte résistance à la compression.
- Facile à manipuler et à mettre en place.
- Résistance au feu.
- Solidité et durabilité.

-La structure en béton précontraint :⁸

- Meilleure résistance à la traction.

⁶www.charpente.ooreka.fr/comprendre/charpente-metallique

⁷ www.guidetbeton.com/beton-arme/ vu 11-05-19

⁸ www.prensoland.com/fr/les-principaux-avantages-du-beton-precontraint-en-construction/ vu 11-05-19

- La résistance structurelle.
- La durabilité et l'économie.
- Les éléments architectoniques obtenus sont plus minces, et offrent une infinité de possibilités de construction.
 - Il permet de franchir des portées importantes (plus grande que le béton armé ordinaire).

III.3 GROS OEUVRES :

III.3.1 L'infrastructure : les fondations :

Elles seront en béton armé, la détermination exacte de type des fondations dépend de γ sol (contrainte admissible du sol) et des calculs de génie civil, donc on ne peut pas fixer ce choix préalablement.

III.3.2 La superstructure :

III.3.2.1 Les poteaux :

Pour la structure métallique on prévoit des poteaux en acier en forme de tube plein.

Pour la structure en béton on prévoit des poteaux en béton armé de formes carrés et circulaires.

III.3.2.2 Les poutres :

Pour la structure métallique on prévoit des poutres en acier de forme de I recouvertes.

Pour la structure en béton on prévoit des poutres en béton précontraint.

III.3.2.3 Les solives :

Pour la structure métallique on prévoit des solives métalliques en IPN.

Pour la structure en béton on prévoit des solives en béton précontraint.

III.3.2.4 La circulation verticale :

Dans le projet la circulation verticale est assurée par les escaliers et les ascenseurs (monte-charge) qui sont regroupés ensemble sur les deux parties du projet (sous forme de noyaux) pour des raisons fonctionnelles et pour mieux gérer le flux des chercheurs.



Figure 48 Vue sur la circulation verticale dans le projet
Source : Auteur

III.3.2.5 Les planchers :⁹

On prévoit deux types de planchers :

- Plancher mixtes (collaborant).
- Plancher en dalle pleine.

- Les exigences qualitatives auxquelles doivent satisfaire les revêtements de sol dans les laboratoires sont :

- Imperméabilité aux liquides.
- Résistances aux produits chimiques.
- Facilité d'entretien.
- Capacité de dériver les charges électrostatiques (en principe <108 ohms).
- Absence de gaz toxiques en cas d'incendie.
- Selon le profil d'exigence, les matériaux suivants conviennent :
 - Carreaux Klinker (notamment dans les laboratoires humides, les lieux de stockage de produits chimiques et de solvants ; joints résistant aux produits chimiques nécessaires).
 - Revêtements en résine synthétique (par exemple pour le stockage de produits chimiques et de solvants).
 - Linoléum (notamment lorsque l'utilisation en chimie humide est faible).
 - Revêtements en béton durci, revêtements sans joints sur base pierre/bois, parquet industriel ou bois dans les ateliers et les lieux de stockage.
 - L'utilisation de PVC est inappropriée pour diverses raisons, notamment en raison de la formation de gaz toxiques en cas d'incendie. Pour l'exploitation et le nettoyage, il est avantageux de choisir les mêmes revêtements pour les laboratoires et les couloirs.

III.3.2.6 Les plafonds :¹⁰

Dans les cas exceptionnels, il convient d'utiliser les matériaux suivants pour les plafonds des laboratoires :

- Dalles de plafonds métalliques anticorrosion, aisément démontables, en exécution, étanche à la poussière.
- Lorsque les exigences à respecter en matière d'étanchéité sont plus sévères, on optera pour des dalles de plâtre.

Les faux plafonds : deux types (en pvc pour les espaces humides et les espaces de vibration, et en plâtre ou en métal pour les autres espaces).

⁹ PDF Bâtiment de laboratoire par la KBOB. Édition 1 / Jan 2000. P 39

¹⁰ Idem P 41

III.3.2.7 Les joints :

L'ensemble du projet est traversé par des joints de rupture dans le but de réduire au maximum les dégâts dus aux effondrements accidentels, ou aux tassements différentiels. Les joints ont pour rôle de : séparer les blocs à chargement différent, séparer les blocs entre eux lors d'un changement de direction.

III.3.2.8 Système structurel :

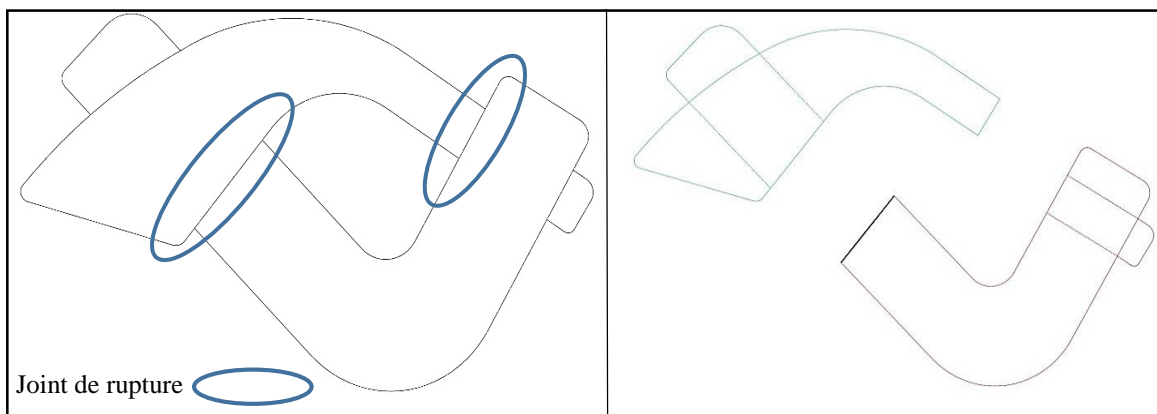


Figure 49 décomposition du bâti en deux parties Source : Auteur

Le bâti est décomposé en deux parties qui sont séparés par des joints de rupture vue le gabarit et le comportement de chacun, les deux parties sont identiques en matières de système structurel.

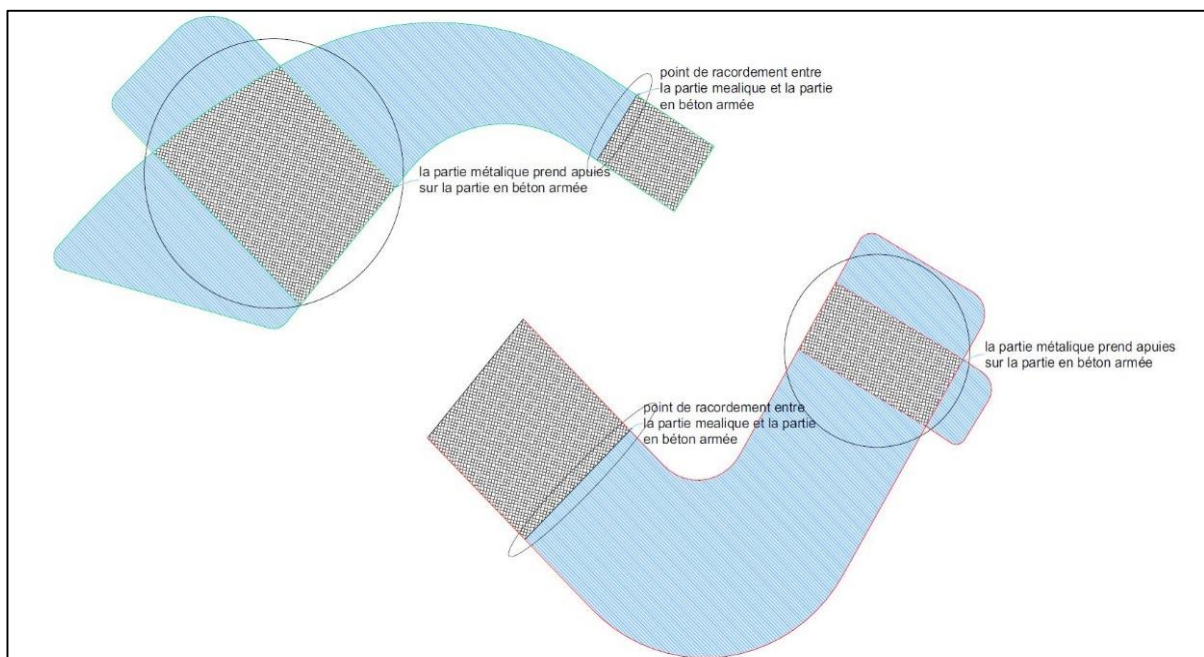


Figure 50 décomposition de chaque partie en sous-parties Source : Auteur

- La structure métallique prend appui sur la partie en structure en béton armé ■
- Zone où la structure métallique prend appui sur le sol et elle est raccordée à la structure en béton armé ■

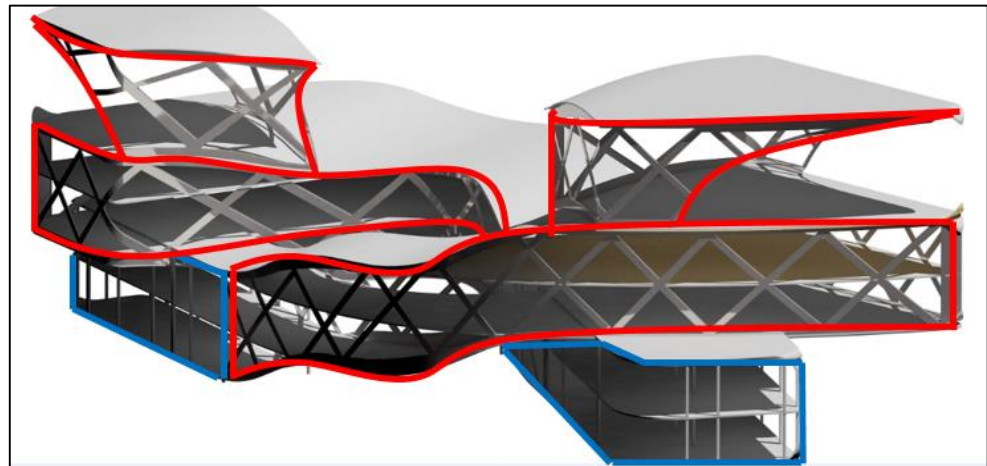


Figure 51 Vue 3D de la structure du projet Source : Auteur

Chaque volume est composé de plusieurs parties :

- Les parties en noire (figure 47) sont en structure en béton armée, pour les poteaux il sont en béton armée et les poutres et poutrelles en béton pré contraint, la distance entre les poteaux dans les deux directions est de 10 mètres (voir plan de coffrage annexe 2) vu que la portée max des poutrelles en béton pré contraint de 10 cm de retombé est de 10 mètres ; par conséquent le plancher choisi est une dalle pleine vu sa facilité de réalisation et ça grande portée.
- Les parties en bleu (figure 47) sont en structure métallique vu la forme dynamique et complexe de celle-ci (voir figure 48), elle a deux appuis, le 1er appui se trouve sur le sol ou elle est raccordée à la partie en béton armé pour plus de stabilité, le 2ème appuis se trouve au-dessus de la partie en structure en béton armées qui joue le rôle d'un socle.

III.4 LES SECONDS OEUVRES :

Constituent les éléments non structurels du projet :

III.4.1 Les cloisons intérieures :

- La structure des cloisons des laboratoires, doit permettre leur démontage sans que cela n'influe sur la structure du bâtiment. C'est la raison pour laquelle ces cloisons ne doivent pas comporter d'installations.¹¹

III.4.1.1 Les cloisons en maçonnerie :

Pour les murs non-porteurs, les solutions suivantes ont fait leurs preuves :

- Mur de briques de 12 cm, crépi.

¹¹ PDF Bâtiment de laboratoire par la KBOB. Édition 1 / Jan 2000 P34

- Murs en panneaux de plâtre 10-14 cm de type préfabriqué, qui offrent une bonne isolation, une réduction des déchets et un temps d'exécution rapide.

III.4.1.2 Cloisons vitrées : pour la séparation entre les bureaux (open space) au niveau des laboratoires.



Figure 52 Cloisons vitrés avec stores Source : www.espace-cloisons-alu.fr

III.4.2 Les cloisons extérieures :

III.4.2.1 Mur rideau : Façade double peau ventilée :¹²

-Les façades double-peau (encore appelées façades bioclimatiques) sont très prisées par les concepteurs et connaissent aujourd'hui un développement significatif. Elle offre ainsi aux maîtres d'ouvrage, de nombreux avantages tant sur le plan acoustique et thermique (notamment le confort d'été), qu'esthétique. Son automatisation permet d'optimiser le confort des usagers du bâtiment tout en favorisant les apports naturels (lumière, chaleur et ventilation).

-C'est un espace tampon entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, la façade double peau représente une opportunité intéressante pour la création de grandes ouvertures vitrées.

-Elle est constituée de parois vitrées en simple ou double vitrage que sépare une lame d'air ventilée, naturellement ou mécaniquement, par des entrées d'air ménagées en partie haute et basse. Elle est pour objectif : ¹³

- Amélioration de l'isolation thermique et acoustique par la lame d'air.
- La réduction de la demande d'énergie de chauffage : préchauffage de l'air entrant ou extraction par la lame d'air.
- Régulation solaire : insertion d'un store ou d'un pare-soleil fixes ou mobiles.
- Rafraîchissement en été : circulation de l'air préreflé dans la lame d'air.

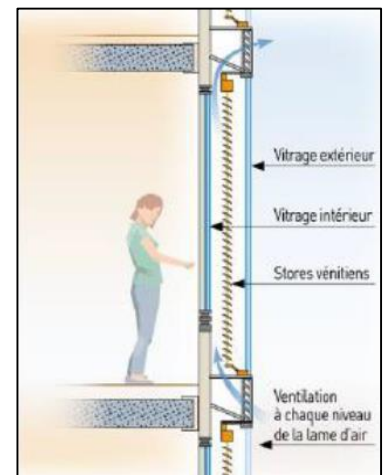


Figure 53 Façade double peau ventilées

Source : www.souchier-boulet.com

¹² www.souchier-boulet.com/desenfumage-architectural/facade/facade-double-peau/ vu 15-04-19

¹³ www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/facades-double-peau-une-conception-au-cas-par-cas.30757 vu 15-04-19

- « Elle n'est plus une peau inerte mais un prolongement actif du système de ventilation », définit l'architecte Jean-Paul Viguier, concepteur de l'immeuble Cœur Défense.
- L'utilisation adaptée des protections solaires et ainsi une réduction des besoins d'énergie de rafraîchissement (réduction des apports solaires directes).
- Le refroidissement nocturne efficace.

-Une façade double-peaux est choisie sur la totalité du projet pour cacher la structure d'une part et d'isoler le bâtiment d'une autre part (une épaisseur importante).

III.4.2.2 Façade végétalisée :¹⁴ côté ouest

- Du point de vue technique, la végétalisation des façades représente un plus pour la construction (régulateur / isolant thermique, protection contre les intempéries et l'humidité, la purification de l'air).

- La végétalisation des bâtiments offre de nombreux avantages :

- Elle améliore l'isolation et l'inertie thermique des bâtiments, ainsi que l'isolation phonique.
- Elle régule aussi la température ambiante car l'air est rafraîchi et humidifié grâce au phénomène d'évapotranspiration.
- La végétalisation améliore aussi la qualité de l'air en absorbant les particules en suspension telles que les poussières et substances polluantes.
- Elle diminue la température environnante.
- Réduire le bruit environnant, à l'intérieur et à l'extérieur.

- La méthode de végétalisation choisie pour la façade ouest de laboratoire d'architecture et de génie civil est la végétalisation "directe" : qui ne nécessitant aucun support supplémentaire de type câblage ou palissage. Elle se fait par la mise en place de plantes grimpantes au pied de la façade.

Type de plantes : végétalisation tenace grimpante.

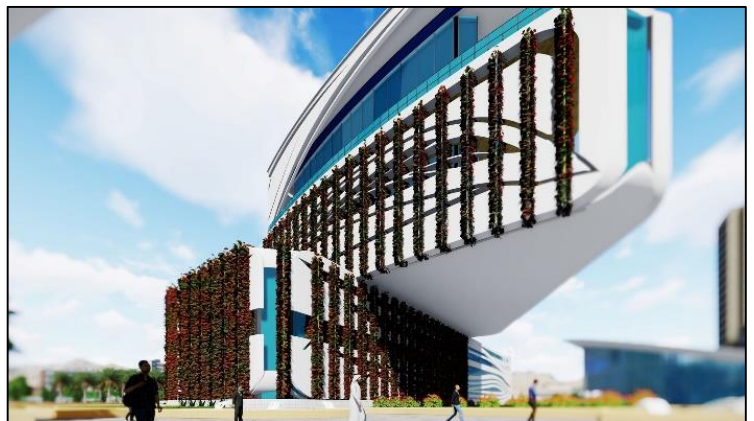


Figure 54 Vue sur la façade végétalisée dans le projet
Source : Auteur

¹⁴www.construction21.org/france/articles/fr/la-vegetalisation-des-facades-nouvel-enjeu-des-projets-durbanisme.html
Vu 21-04-19

III.5 CORPS D'ETAT SECONDAIRE :

III.5.1 Portes en menuiserie : Plusieurs types de portes seront utilisés :

- Porte simple battant : pour les bureaux, les salles de cours, sanitaires, etc.
- Porte à double battant : pour les sas d'entrée, les laboratoires, etc.
- Porte va-et-vient à double battant : dans quelques types de laboratoires, espace de stockages, etc.
- Porte coulissante : l'entrées principales du projet, espace de vulgarisation, chambres.

III.5.2 Climatisation et chauffage :

- Pour le chauffage et le refroidissement naturel ; la façade double-peau valorise la chaleur en hiver et le refroidissement en été, ainsi que le système solaire valorise la chaleur provenant de capteurs solaires thermiques pour le chauffage en hiver, et la production d'eau chaude sanitaire (ECS) tout au long de l'année. Et la façade végétalisée régule aussi la température ambiante car l'air est rafraîchi et humidifié grâce au phénomène d'évapotranspiration.

- On prévoit aussi un système de chauffage et climatisation par fluide caloporteur :¹⁵

Un dispositif de chauffage et de climatisation à haut rendement énergétique, comprenant au moins une unité de production d'énergie calorifique ou frigorifique, centralisée et placée en contact avec l'extérieur du bâtiment, ainsi qu'un réseau de distribution d'un fluide caloporteur (un fluide caloporteur est un fluide gaz ou liquide) véhiculant l'énergie calorifique ou frigorifique vers des unités intérieures terminales, jusque dans les locaux dudit bâtiment; ledit procédé et dispositif comporte au moins une unité terminale par local, placée dans les parties communes contiguës mais externes aux pièces du local correspondant et comprenant au moins une batterie d'échange d'énergie entre ledit fluide caloporteur et l'air ambiant, un ventilateur, une platine de régulation, un réseau de distribution d'air vers les pièces des locaux à chauffer ou à climatiser, des bouches de soufflage de l'air dans ces pièces et toutes équipées de volets réglables.

-VMC double flux ¹⁶:

Le principe de la ventilation mécanique contrôlée à double flux est un système de ventilation qui permet de réaliser de nombreuses économies d'énergie. Il peut diminuer de 90% de pertes thermiques en rapport avec le renouvellement de l'air. Il s'agit en réalité d'un système relativement simple, qui consiste à récupérer la chaleur de l'air vicié, avant son évacuation, pour chauffer l'air neuf, avant son

¹⁵ www.patents.google.com/patent/WO1997034112A1/fr Vu 21-05-19

¹⁶ www.mychauffage.com/blog/principe-vmc-double-flux Vu 21-05-19

entrée à l'intérieur. Il suffit pour cela d'installer un récupérateur, chargé du transfert de chaleur, et un circuit de soufflage, qui sert à répartir l'air chauffé dans les principales pièces de la maison par les conduits de ventilation.

III.5.3 Electricité :

- Elle se fait par le moyen d'un poste de transformation situé au niveau des locaux techniques, ainsi qu'un groupe électrogène pour remédier à toute coupure du réseau urbain.
- Les cellules photovoltaïques : produisent de l'électricité directement à partir de la lumière solaire.

III.5.4 Eclairage :

La lumière doit être suffisante mais aussi bien répartie et de bonne qualité pour avoir un confort visuel élevé. Pour le projet on a prévu :

Eclairage naturel : correspond à l'éclairage direct ou indirect provenant du soleil. À partir des ouvertures de mur rideau de la façade vitrée et au niveau du toit par l'éclairage zénithal.

Eclairage artificiel : permettant d'émettre de la lumière grâce à la conversion d'électricité en lumière

- L'utilisation de lampes à faible consommation
- Luminaires LED avec des détecteurs de mouvements et de la sonde de luminosité.

III.5.5 Alimentation en eau potable :

Raccordement et branchement par rapport au réseaux existants.

III.5.6 Assainissement :

III.5.6.1 Gestion des eaux :

• **Les eaux usées** : Système de récupération des eaux usées :¹⁷

- La réutilisation des eaux usées, ou recyclage, consiste à récupérer les eaux usées après plusieurs traitements destinés à en éliminer les impuretés, afin de stocker et d'employer cette eau à nouveau.
- On regroupe sous l'appellation « eaux grises » ou « eaux usées » toutes les sources d'eau domestique souillée à l'exclusion de la chasse d'eau des toilettes. Le terme peut donc inclure l'eau drainée des lavabos, la douche et la machine à laver (généralement pas les eaux issues de l'évier de cuisine, ni du lave-vaisselle, contenant graisses et matières organiques).
- La collecte de l'eau grise nécessite une tuyauterie séparée, rendant obligatoire l'installation d'une double canalisation à travers le bâtiment. Il est donc plus économique de concevoir ces systèmes lors

¹⁷ www.ecohabitation.com/guides/2522/la-recuperation-des-eaux-grises/ Vu 21-04-19

de la construction. Il faut ensuite la filtrer pour enlever les plus grosses particules et la remettre jusqu'à son utilisation.



Figure 55 Récupérer les eaux grises pour chasser l'eau des toilettes ou arroser le jardin

Source : www.ecohabitation.com

- **Système de récupération des eaux d'arrosage :**¹⁸

Principe du bac à réserve d'eau : lorsqu'en arrose les plantations, ou lorsqu'il pleut, le substrat est saturé d'eau, celle-ci coule souvent à l'extérieur en emportant les nutriments qu'elle a dissous. En prévoyant au fond du conteneur un bac étanche de 5 cm de haut rempli de billes d'argile, l'eau et les nutriments restent, l'eau remonte par capillarité à travers les billes d'argile et humidifie le substrat par le bas, comme dans un sol naturel dont la surface s'assèche. Un géotextile posé sur les billes d'argile empêche le substrat de pénétrer entre celles-ci. Les racines vont percer le géotextile et s'alimenter avec l'eau et les nutriments de la réserve. La réserve d'eau permet de limiter l'arrosage et offre une sécurité lors des chaudes journées d'été où la plante peut rapidement dessécher le substrat, le surplus est récupéré par la bouche d'évacuation d'eau vers le système de récupération d'eau.

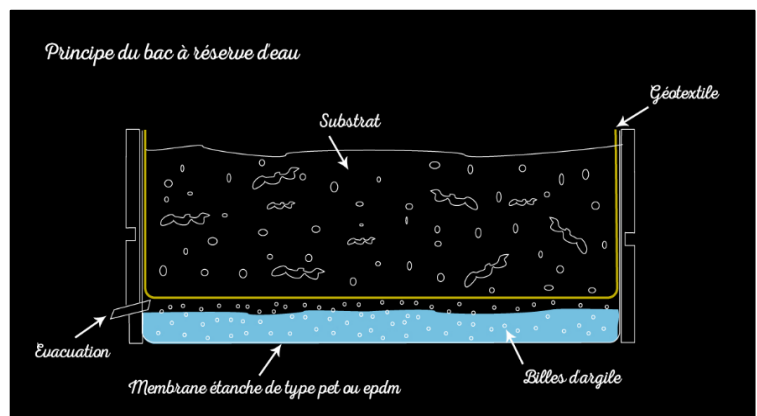


Figure 56 Principe de bac à réserve d'eau

Source : www.jeveuxauverlplanete.fr

¹⁸www.jeveuxauverlplanete.fr

III.5.7 La protection contre incendie :

III.5.7.1 L'évacuation :

Le concept d'évacuation se fait à partir des sorties de secours dans chaque partie du projet.

III.5.7.2 Système de détection :

Permet de détecter le feu dès son apparition et de prévoir la sécurité par la voie d'une alarme dite restreinte et d'actionner automatiquement des extincteurs et les portes coupe-feu.

Extincteurs mobiles : Ils constituent les moyens des premiers secours, et les plus efficaces, leur utilisation est prévue dans les dégagements ou à proximité des locaux présentant des risques particuliers d'incendies.

Extincteurs automatiques :¹⁹

Un sprinkler ou une tête d'extinction automatique à eau, est un appareil de détection de chaleur excessive et de dispersion automatique d'eau, lors d'un incendie. Il est alimenté par des canalisations (propre à lui) ou bien par la bache à eau, équipé d'un compresseur.

III.5.7.3 Parcours des pompiers prévus sur le plan de masse : d'une largeur de 7m



Figure 57 parcours des pompiers prévus sur le plan de masse Source : Auteur

■ Le parcours des pompiers prévus

¹⁹ S.M, HOCINE S.M-ILES. *Quand la structure devient une architecture*. Tlemcen : s.n.,2017.

III.5.8 Système de sécurité : 20

Pour assurer un bon fonctionnement et une sécurité des personnes on a prévu un système de vidéosurveillance, ce dernier regroupe un ensemble :

- Des alarmes reliées au système télésurveillance.
- Des capteurs dont le but est de détecter les mouvements suspects.
- Des transmetteurs téléphoniques.
- Des moniteurs : écran d'ordinateur pour consulter les images.
- Un enregistreur, pour la sauvegarde.

III.5.8.1 Eclairage de sécurité : 21

Un éclairage dit de sécurité, est requis par la plupart des réglementations. Lorsque l'éclairage normal est défaillant, cet éclairage de sécurité permet d'indiquer instantanément aux occupants les différents chemins d'évacuation relativement sûre du bâtiment, même en l'absence d'alimentation électrique, grâce à leur alimentation autonome sur batterie.

III.6 GESTION D'ENERGIE :

III.6.1 L'énergie solaire :²²

III.6.1.1 Les systèmes solaires thermique :

Ce système permet à l'eau froide de rentrer dans le capteur par le bas, de subir l'influence du rayonnement et de s'échauffer. L'eau plus chaude monte dans le capteur par convection et atteint ainsi le ballon de stockage. Dans ce ballon de stockage, l'eau chaude est prélevée dans la partie supérieure pour être envoyée vers les différents points de distribution. L'eau froide est introduite à la base du ballon. Une évacuation est aussi prévue à la base pour permettre à l'eau froide de rejoindre le capteur.

²⁰ www.companeo.com/securite-electronique Vu 30-04-19

²¹ S.M, HOCINE S.M-ILES. *Quand la structure devient une architecture*. Tlemcen : s.n.,2017.

²² Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 178a.

III.6.1.2 Les cellules photovoltaïques : +

Les cellules photovoltaïques convertissent directement l'énergie lumineuse en énergie électrique. Ces cellules fonctionnent également par ciel couvert, avec le rayonnement diffus. Pendant le jour, les capteurs permettent d'alimenter en courant continu les appareils électriques à faible consommation et le surplus d'électricité fourni est dirigé vers des batteries. Pendant la nuit, le capteur n'étant plus source d'énergie, les batteries prennent le relais pour fournir l'électricité.

Les panneaux photovoltaïques sont intégrés aux abris des voitures pour profiter de la grande surface.

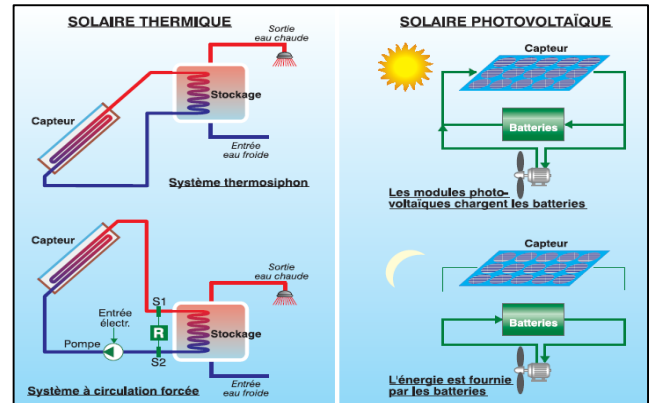


Figure 58 Typologie du système solaire thermique et photovoltaïque Source : Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde \page 178b.



Figure 59 Les panneaux photovoltaïques dans le projet Source : Auteur

III.6.2 Brises soleil :23

Les systèmes de protection solaire en projection empêchent le réchauffement de la température intérieure lors de la période estivale, et permettent aux apports solaires gratuits d'entrer pendant les mois plus froids. Cela permet d'optimiser la consommation d'énergie.

Dans le projet, deux types sont utilisés :

III.6.2.1 Brises soleil horizontaux :

Ce type parcourt toutes les ouvertures du projet, ils sont le résultat de l'épaisse enveloppe extérieure du projet qui sert à la

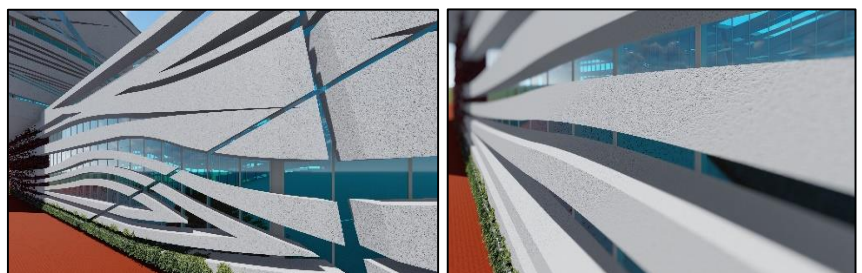


Figure 60 Brises soleil horizontaux dans le projet Source : Auteur

²³ PDF Prochure-Architecturale-zonwering-FR page 16

fois de coque protectrice et de brise soleil, grâce à ses 80cm d'épaisseur.

III.6.2.2 Brises soleil verticaux :

Utilisés notamment pour protéger les surfaces de la façade orientée ouest, par extrusion horizontale des poteaux du mur rideau.

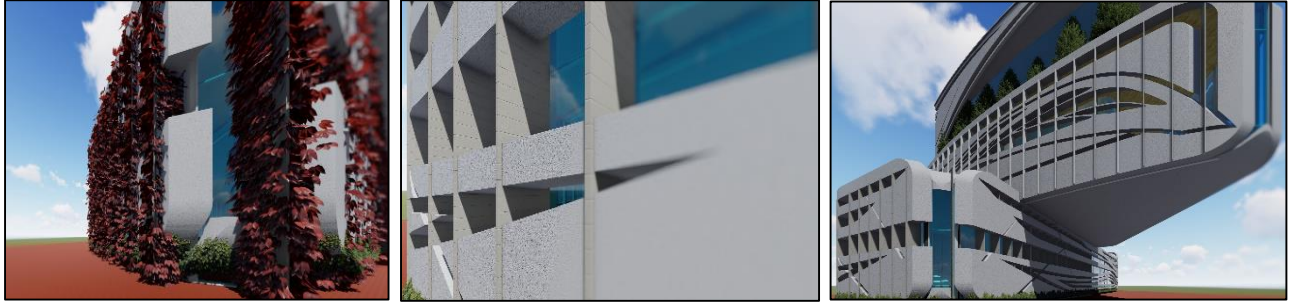


Figure 61 Brises soleil verticaux dans le projet Source : Auteur

III.7 Confort acoustique :

L'isolation phonique : pour les laboratoires spécifiques

Conception d'une cabine acoustique ²⁴

Cette cabine acoustique a été conçue complètement sur mesure, avec la mise en place d'une structure en panneaux acoustiques, de portes acoustiques sur charnières avec châssis vitré et de silencieux à baffles parallèles pour la ventilation.



Figure 62 cabine acoustique
Source : www.cometac.fr

III.8 Gestion des déchets:25

Système des poubelles intelligentes, autonomes et connectées, capables, entre autres, de compacter les déchets pour ne pas déborder, et d'optimiser les frais de collecte.

Elles envoient un signal quand elles sont pleines : les poubelles sont reliées par une puce à une plateforme en ligne. Les agents reçoivent par mail ou SMS des alertes afin d'ajuster leurs tournées.

²⁴ www.cometac.fr/traitement-acoustique-mural-dun-local-compresseur-cooperative-de-nyons-26/ Vu 26-05-2019

²⁵ www.science-et-vie.com/technos-et-futur/les-poubelles-intelligentes-a-la-conquete-des-villes-44675 Vu 26-05-2019

Elles compactent les déchets : grâce à un compacteur intégré, ces poubelles peuvent recevoir jusqu'à 600 litres de déchets, soit 5 fois plus que des corbeilles de rue classique. Le comptage peut être paramétré et s'activer automatiquement.

Elles fonctionnent à l'énergie solaire : complètement autonomes en énergie, ces poubelles fonctionnent grâce à des panneaux solaires qui alimentent une batterie de 12 V.

Panneau et batterie : un dispositif qui permet surtout de faire fonctionner le compacteur mais aussi de transmettre en temps réel le niveau de remplissage à une plate-forme de gestion de collecte.

Elles ne débordent pas et affiche de la publicité : entièrement fermées, ces corbeilles apportent un nouveau support adapté à la publicité interactive et évitent les débordements de déchets sur la voie publique puisqu'elles sont dotées d'une trappe à la manière d'un vide-ordure.



Figure 63 Poubelle intelligente
Source : www.science-et-vie.com

III.9 Synthèse :

L'analyse sur les différents procédés techniques nous a donné un éclaircissement et une meilleure connaissance afin de bien étudier l'aspect technique du projet quel que soit le système constructif, les matériaux de construction et les différents corps d'état qui visent à donner et assurer l'encrage nécessaire du projet.

IV. Conclusion :

Le projet résultant avec ses lignes dynamiques qui se croisent et qui se soutiennent, faisant rappel sur l'union et la complémentarité qui est la nature de relation entre l'architecture et le génie civil, la forme finale obtenue est compacte, évidée au milieu qui permet de créer un espace semi-privé où se rencontrent les chercheurs, cette compacité est dictée par la nature du climat de la ville de Laghouat, le nombre important des niveaux du projet rend compte sur l'importance et l'influence qui peut exercer ce projet au niveau local est national, le projet est doté aussi de plusieurs techniques durables qui participent à la réduction de la consommation de l'énergie et qui rends le projet respectueux à l'environnement tel que la façade double-peaux, la coque protectrice qui joue le rôle de brise-soleil horizontal et vertical, l'éclairage zénithal, et la façade végétalisée au côté ouest du projet, au niveau des plans les espaces offrent un environnement de travail adéquat grâce à la hiérarchisation et la bonne orientation de chaque espace ajoutant à cela la possibilité du laboratoire à héberger les chercheurs nécessitant un travail continue au sein de celui-ci.



CONFORT

VISUEL

VOLET 01 : Aspect Théorique.

VOLET 02 : Evaluation Numérique.

I. Introduction :

De la même manière que l'homme ne peut pas vivre sans lumière, l'architecture ne peut pas exister sans lumière non plus.

Le confort visuel a une forte influence sur l'individu tant au niveau physiologique que psychologique. L'obtention d'un environnement visuel confortable dans un local favorise le bien-être de ses occupants. Par contre, un éclairage trop faible ou trop fort, mal réparti dans l'espace ou dont le spectre lumineux est mal adapté à la sensibilité de l'œil ou à la vision des couleurs, provoque à plus ou moins longue échéance une fatigue, voire des troubles visuels, accompagnés d'une sensation d'inconfort et d'une performance visuelle réduite. Une bonne visibilité n'est pas une condition suffisante pour assurer le confort visuel, compris comme l'appréciation subjective d'un environnement lumineux agréable. L'uniformité de l'éclairage et l'équilibre des luminances dans un espace contribuent au confort. Le meilleur éclairage est assuré par la lumière du jour.

L'objectif majeur du présent travail est d'évaluer et améliorer le confort visuel dans un espace choisi comme cas d'étude, dans notre cas on a pris l'espace ouvert (open space) du laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil, à travers la compréhension et la résolution de l'optimisation de l'éclairage naturel par l'adaptation des dispositifs et des stratégies d'éclairage naturel.

La simulation numérique consiste à vérifier la faisabilité de ses stratégies adoptées pour assurer le confort visuel de l'espace choisi par des logiciels.

II. PROBLEMATIQUE :

La présence de la lumière naturelle est indispensable, particulièrement pour assurer le confort visuel des occupants. Et ce en s'appuyant sur plusieurs facteurs qui ont des conséquences sur le plan physiologique et psychologique des individus. Elle contribue grandement à l'effet que produit un espace sur les personnes qui l'occupent, et a la productivité de l'occupant.

L'exigence du confort visuel consiste à avoir une ambiance lumineuse satisfaisante quantitativement en termes d'éclairage et d'équilibre des luminances, et qualitativement en termes de couleurs dans les espaces nécessitant notamment les espaces ouverts, dans notre cas d'étude l'espace ne dispose d'aucun éclairage direct il est éclairé indirectement par l'espace adjacent à savoir l'espace laboratoire la solution choisie est d'éclairer directement cet espace par un éclairage zénithal.

Alors la problématique qui se pose :

- L'éclairage zénithal peut-il assurer le confort et la qualité visuelle au sein d'un espace ouvert (open space) du laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil, en évitant les effets négatifs de l'éblouissement et des rayons solaires directe ? Si oui, quelle est la translucidité du verre adéquate ?

III. HYPOTHESE :

L'éclairage zénithal au niveau de l'espace ouvert dans les laboratoires rend l'espace confortable sur le plan éclairage naturel.

IV. OBJECTIFS :

1-L'objectif de ce travail vise à vérifier que l'éclairage zénithal est suffisant pour assurer l'éclairage naturel et à atteindre la qualité de l'environnement lumineux dans un espace ouvert (open space) du laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil à l'aide des logiciels de simulation numérique.
2-Déterminer quel est la translucidité de verre a utilisé pour arriver à la norme d'éclairement pour éviter les effets négatifs de l'éblouissement et des rayons solaires directs.

V. METHODOLOGIE DE RECHERCHE :

Ce chapitre est structuré en deux parties :

- La première partie consiste à présenter des aspects théoriques sur la notion de confort visuel ainsi que les concepts et les stratégies de l'éclairage naturel qui permettent d'assurer une ambiance lumineuse agréable qui correspond aux exigences de l'espace.
- La deuxième partie sera consacrée à l'approche expérimentale au cours de laquelle des simulations d'évaluation des conditions de confort visuel et de la lumière naturelle dans un espace ouvert (open space) dans un laboratoire de recherche d'architecture et de génie civil à la ville de Laghouat à l'aide des logiciels de simulation numérique (VELUX – ECOTEC – RADIANCE).

VI. LES OUTILS DE RECHERCHE :

VELUX :¹

VELUX Daylight Visualizer est un outil professionnel de simulation d'éclairage pour l'analyse de la lumière du jour dans les bâtiments. Il est destiné à promouvoir l'utilisation de la lumière du jour et à aider les professionnels en prévoyant et en documentant les niveaux de lumière du jour et l'apparence d'un espace avant la réalisation de la conception bâtiment.

Logiciel de simulation ECOTEC :²

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

¹www.velux.com/article/2016/daylightvisualizer?fbclid=IwAR1TK0yNw1qYNJa5KZI3kKEyb11OSy2mE_DMVbCvA_S_IPQ0yCphZpZu6N70

² www.logiciels.i3er.org/ecotect.html

rétroaction visuelle et analytique, guidant progressivement le processus de conception en attendant que les informations plus détaillées soient disponibles.

Logiciel de simulation Radiance :³

Radiance est un ensemble de programmes destinés à l'analyse et la visualisation d'éclairage naturel et artificiel.

Sur la base d'une scène 3D, des propriétés des matériaux et lumineaires dans le temps et dans l'espace, RADIANCE calcule la radiance spectrale, irradiance et éblouissements.

RADIANCE est utilisé par des architectes et ingénieurs pour l'appréciation de la quantité et qualité d'éclairage, la conception d'espaces innovants et par des chercheurs pour la conception de nouvelles technologies d'éclairage naturel ou artificiel.

VII. VOLET 01 : Aspect théorique

VII.1 Définition du confort visuel :⁴

Le terme confort visuel se réfère à l'appréciation subjective d'un environnement qui permet de travailler aisément tout au long de la période de travail. Une bonne visibilité est une condition nécessaire mais pas suffisante pour effectuer des activités facilement et confortablement. En effet, tandis que la visibilité est conditionnée en premier lieu par le niveau d'éclairement et le contraste entre le détail et le fond, le confort visuel dépend de la qualité de l'éclairage et de la façon dont la lumière est distribuée sur toute les surfaces présentes dans le champ visuel de l'opérateur. L'uniformité relative de l'éclairement, l'équilibre des luminances, les caractéristiques photométriques des surfaces (finition adéquate du plafond, des murs, du sol et de l'équipement) ainsi que la suppression des réflexions indésirables contribuent au confort visuel.

VII.2 Les interventions liées aux paramètres du confort visuel :⁵

- Le niveau d'éclairement de la tâche visuelle.
- La répartition de la lumière dans l'espace.
- Les rapports de luminance dans le local.
- L'absence d'ombres gênantes.
- La mise en valeur du relief et du modelé des objets.
- La vue vers l'extérieur.
- Le rendu des couleurs.
- La teinte de lumière.

³ www.csbat.net/equipe/t04_eclairage.htm

⁴ Eclairage et vision \ Robert Floru

⁵ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde p 129a

- L'absence d'éblouissement.

VII.3 Les paramètres du confort visuel : 6

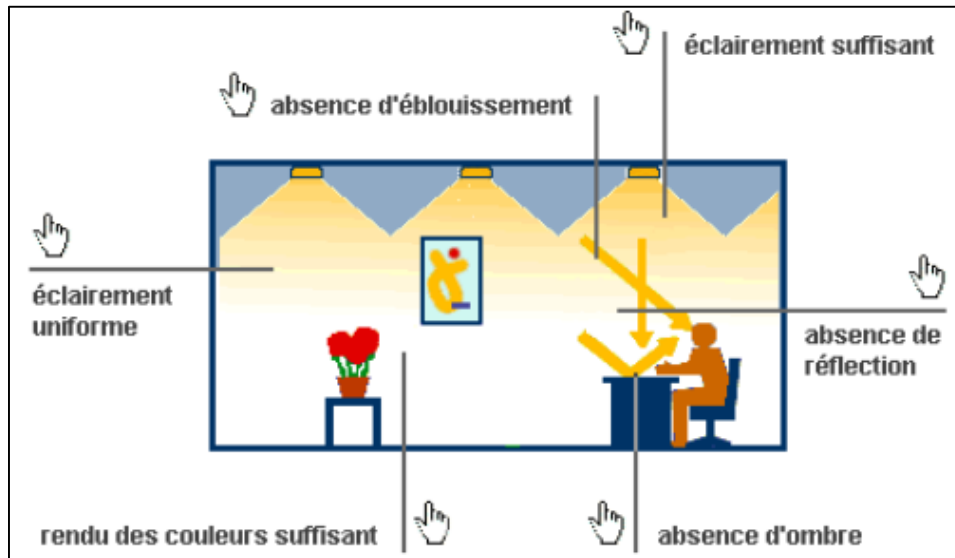


Figure 1 Paramètres du confort visuel Source: www.mysti2d.net

VII.4 Les critères du confort visuel : 7

- Le site, avec toutes ses contraintes dont l'ensoleillement, les masques et les reliefs, la nature des surfaces et l'éclairage artificiel extérieur.
- Le nombre d'ouvertures, leur taille, leur orientation.
- La quantité de lumière naturelle.
- La qualité de l'éclairage naturel qui est mesurée par le facteur de lumière du jour.
- La qualité de l'éclairage électrique en termes de confort et de dépenses énergétiques est caractérisée par l'indice de rendu des couleurs et la température des couleurs.
- La relation visuelle avec l'extérieur.

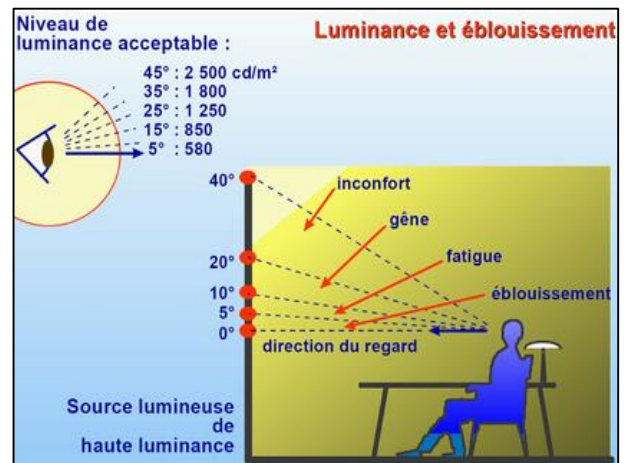


Figure 2 Les sources d'inconfort visuel Source: www.mysti2d.net

⁶www.mysti2d.net/legarros/AC/07/Le%20confort%20visuel/Le%20confort%20visuel.html?Documentsdesynthse.html
 \ Vue 13-05-2019

⁷ Le confort visuel et l'ambiance lumineuse dans l'espace architecturale

VII.5 Les principales sources d'inconfort visuel :⁸

- Eblouissement : trop fort contraste de luminance dans le champ visuel.
- Eclairage insuffisant : source de fatigue.
- Variation trop rapide de l'intensité d'éclairage.
- Mauvais rendu des couleurs : spectre de la lumière inadapté.

VII.6 Facteur lumière du jour (FLJ) :

Le FLJ mesure le rapport entre l'éclairage intérieur reçu sur le plan de travail et l'éclairage extérieur sur une surface horizontale. Il s'exprime en %. On recommande des valeurs de FLJ minimum de référence dans tout bâtiment en fonction de son utilisation.

VII.7 L'éclairage naturel :

L'éclairage naturel est préféré à l'éclairage artificiel pour sa variabilité et ses nuances. La variabilité de la lumière naturelle permet d'établir une harmonie avec le monde extérieur et crée une ambiance intérieure plus chaleureuse, son caractère cyclique est un facteur important pour notre équilibre psychique, la lumière naturelle est un élément indispensable pour une bonne perception de l'instant et du lieu où nous évoluons.

La lumière naturelle peut éclairer un espace de manière directe ou indirecte, latérale ou zénithale. Elle peut également être contrôlée ou filtrée. Elle permet aussi d'assurer le confort visuel et de réaliser une ambiance lumineuse agréable.

VII.8 Stratégie de l'éclairage naturelle :

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux répartir et la focaliser. On veillera également à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel.

L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage.

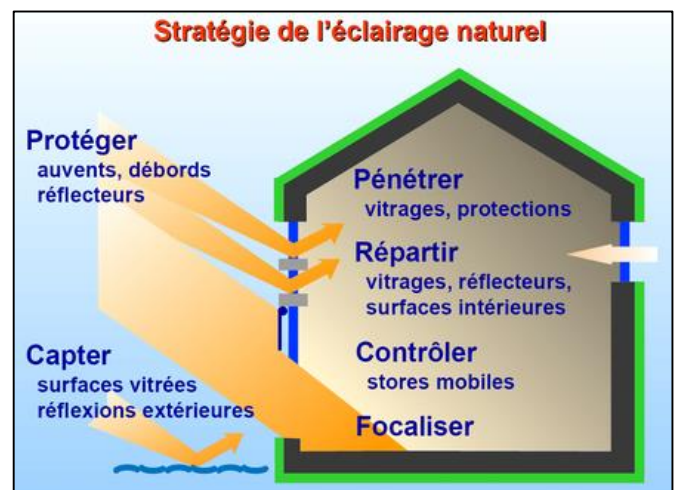


Figure 3: Stratégie de l'éclairage naturel Source: Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde page 49b

⁸www.mysti2d.net/legarros/AC/07/Le%20confort%20visuel/Le%20confort%20Visuel.html?Documentsdesynthse.html
 \ Vue 13-05-2019

VII.9 Les types de l'éclairages naturels :

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.

VII.9.1 L'éclairage latéral :

Dans l'éclairage latéral, l'ouverture est localisée dans une des parois verticales (murs) de l'enveloppe. Pratiquement en éclairage latéral, la pénétration de la lumière est limitée en profondeur mais elle est directionnelle, ce qui est favorable à la perception de l'environnement avoisinant. Les ouvertures verticales captent au maximum les apports solaires hivernaux, tout en limitant les pénétrations solaires estivales.

Les types de l'éclairage latéral :⁹

1. L'éclairage unilatéral :

Il s'agit d'un éclairage fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même façade d'une orientation donnée.

En éclairage unilatéral, la pénétration de la lumière est limitée en profondeur mais elle est directionnelle, ce qui est favorable à la perception du relief. Les ouvertures verticales captent au maximum les apports solaires hivernaux, tout en limitant les pénétrations solaires estivales. Elles peuvent créer de l'éblouissement et engendrent des forts contrastes dans l'espace.

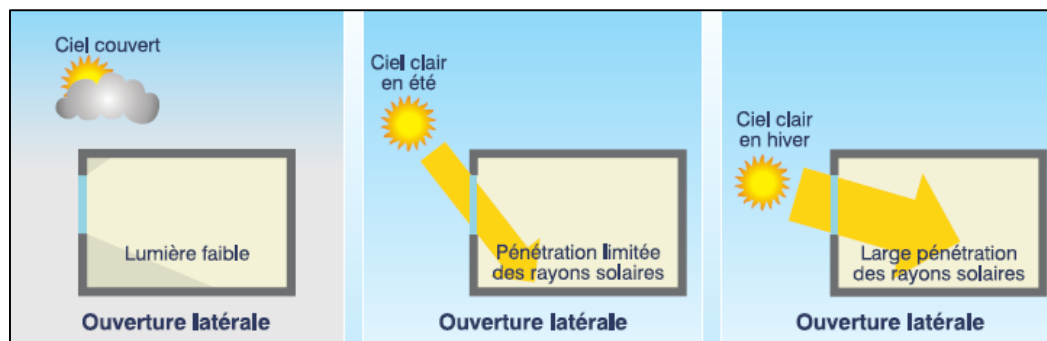


Figure 4 Eclairage unilatérales Source : A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005 page 272b

2. L'éclairage bilatéral :

L'éclairage bilatéral consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles, soit perpendiculaires, d'un même local

⁹ Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde page 271a

Avec l'éclairage bilatéral, on obtient un éclairage plus uniforme et mieux réparti que l'éclairage unilatéral. Lorsque la lumière entre par deux côtés opposés, elle contribue encore à une meilleure pénétration lumineuse dans l'ensemble de la pièce. En général, les effets de contre-jour disparaissent lorsque les fenêtres sont bilatérales.

3. L'éclairage multilatéral :

Est particulièrement indiqué dans les espaces nécessitant un éclairage très uniforme ainsi que dans les bâtiments profonds.

VII.9.2 L'éclairage zénithal :

L'éclairage zénithal par des ouvertures isolées dans le toit a connu des développements considérables. Ceci revient au fait que ces dispositifs permettent d'obtenir une efficacité, en matière d'éclairage naturel, trois fois plus supérieure à celle d'une ouverture verticale¹⁰. Ces ouvertures nécessitent d'être ombragées au moyen de lames préférablement mobiles selon l'orientation et les saisons.¹¹

L'éclairage zénithal fournit une distribution de lumière très uniforme, il contribue à une meilleure répartition de la lumière dans l'espace.¹²

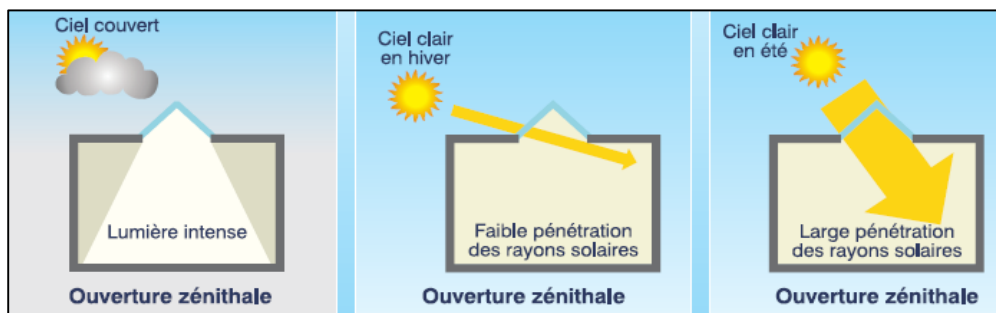


Figure 5 Comportement des ouvertures zénithales Source : A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005 page 272b

Dispositifs d'éclairage zénithal :

1. Les tabatières (ou skylights) :¹³

La tabatière constitue le système d'éclairage naturel direct le plus performant : elle procure de 3 à 5 fois plus de lumière à surface équivalente qu'un vitrage vertical car, disposée horizontalement, elle est exposée à une plus grande portion du ciel visible à partir de l'intérieur du



Figure 6: Eclairage zénithal de type tabatière Source : www.squ1.com

¹⁰ Mc. Nicholl, A. and Owen L. J. (Eds), (1994). Daylighting in Buildings.

¹¹ L'éclairage naturel dans le bâtiment. Référence aux milieux arides à climat chaud et sec P5

¹² Livre traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques-Alain Liébard, André de Herde

¹³ DELETRE, J.J. Mémento de prises de jour et protections solaires. Grenoble : Ecole d'Architecture de Grenoble, 2003, p 2.

local, sans aucune obstruction et dont la luminance est plus élevée. Elle procure de la même manière, un éclairage intérieur uniforme.

2. Toitures en dents de scie (ou sheds) :¹⁴

Le shed, principalement orienté au Nord, cherche à capter la meilleure lumière possible pour les espaces de travail, tout en les protégeant de la chaleur.

Ce type de couverture à redans partiels, offre une succession de toits à deux versants de pentes différentes, le plus court étant généralement vitré.

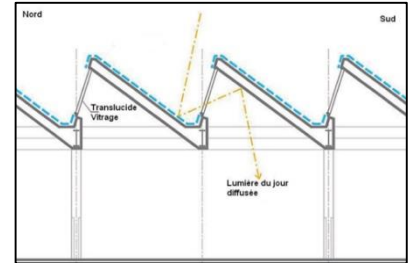


Figure 7: Eclairage zénithal de type Sheds
Source : <http://www.archimedia.ma>

3. Lanterneaux :

Les lanterneaux constituent le type d'éclairage zénithal où l'on trouve une partie de la toiture qui est surélevé sur un matériau translucide. Cette disposition supprime l'effet directionnel des rayons solaires qu'on trouve dans les sheds grâce à la pénétration de la lumière dans deux sens juxtaposés. Un lanterneau peut être de forme : carrée, pyramidale, rectangulaire, circulaire.

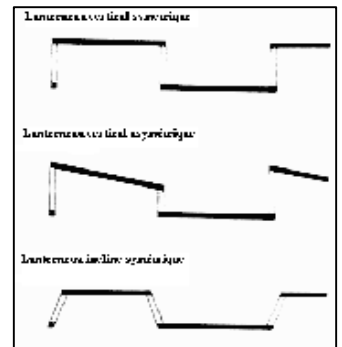


Figure 8: types de lanterneaux
Source : CIBSE, 1987.

4. Les verrières : ¹⁵

Assemblées sur site, les verrières sont constituées d'une structure plane (en acier ou en aluminium) et d'un remplissage (généralement en double vitrage), dont la pose s'effectue toujours avec une pente. Laissant passer beaucoup de lumière naturelle, elles nécessitent une implantation optimale afin d'éviter les zones de sur-éclairage.

5. Les dômes :

Économiques, les dômes ne nécessitent pas de structure lourde et ils permettent d'atteindre l'objectif en termes de facteur de lumière du jour direct.

Pour les deux systèmes (verrière et dôme), on évitera l'éblouissement des occupants en veillant à

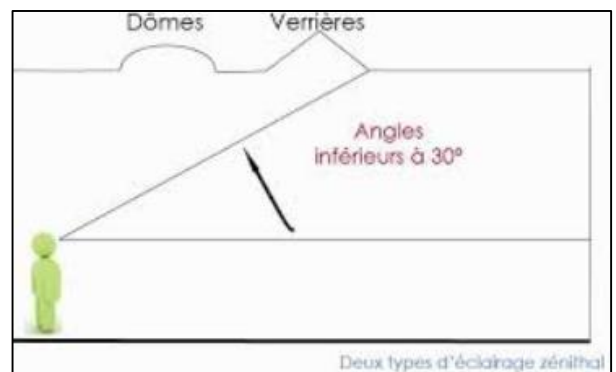


Figure 9: Eclairage zénithal de type verrière - dôme
Source : PDF Utiliser l'éclairage naturel avec succès

¹⁴ www.btb.termiumplus.gc.ca/tpv2alpha/alpha-fra.html?lang=fra&i=1&index=frw&srchtxt=SHEDS Vu 17-02-2019

¹⁵ Le guide de l'éclairage naturel zénithal, p 15

ce que les ouvertures zénithales se trouvent dans un angle de 30° au-dessus du champ de vision horizontal des travailleurs.¹⁶

6. Les puits de lumière :¹⁷

Les puits ou conduits de lumière permettent aux pièces sombres ou sans fenêtre de bénéficier d'une source d'éclairage naturel. Équipés de tubes réfléchissants, ils captent la lumière naturelle en extérieur, qu'ils redistribuent à l'intérieur de locaux par l'intermédiaire de diffuseurs.



Figure 10 Puits de lumière
Source : Le guide de l'éclairage naturel zénithal

VII.10 La translucidité :¹⁸

Un matériau translucide est traversé par la lumière mais diffuse une partie des rayons lumineux, généralement en raison d'irrégularités de la surface. Il est en cela différent des matériaux transparents où la lumière est propagée en ligne droite et des matériaux opaques qui stoppent tous les rayons lumineux.



Figure 11 différence entre verre translucide et transparent
Source : www.filmpourvitrage.com/films-deco-et-intimites/460-581-film-intimite-sable-mat.html

VII.11 Les normes recommandées pour l'éclairage naturel d'un espace bureautique :

VII.11.1 Eclairage :

Ref. no.	Type d'intérieur, tâche ou activité	E_n	UGR _L	R_a	Remarques
3.1	Classement, transcription	300	19	80	
3.2	Écriture, dactylographie, lecture, traitement de données	500	19	80	Pour le travail sur écran, voir 4.11
3.3	Dessin industriel	750	16	80	
3.4	Stations de travail de conception assistée par ordinateur	500	19	80	Pour le travail sur écran, voir 4.11
3.5	Salles de conférence et de réunion	500	19	80	Il est recommandé un contrôle de l'éclairage
3.6	Réception	300	22	80	
3.7	Archives	200	25	80	

Tableau 1 Extrait de la norme NBN EN 12464-1. Source : Code de Bonne Pratique en Eclairage Intérieur

¹⁶ PDF Utiliser l'éclairage naturel avec succès p1

¹⁷ Le guide de l'éclairage naturel zénithal, p 16

¹⁸ www.archi7.net/J34/index.php/notions/153-transparent-translucide-et-opaque-3-facons-de-diffuser-la-lumiere

VII.11.2 FLJ :

Type de bâtiment	Activité	FLJ moyen (%)	FLJ minimum (%)	Endroit de la mesure
Aéroport et station de bus	Zone de réception	2	0.6	Bureaux
	Douane et zone d'immigration	2	0.6	Comptoirs et bureaux
	Zones de circulation, salons	2	0.6	Plan de travail
Salles de concert et de séminaires	Foyer, auditoire	1	0.6	Plan de travail
	Couloir	2	0.6	Sol
	Escaliers	2	0.6	Sol
Banques	Comptoirs, comptabilité, dactylographie	5	2	Bureaux
	Zones de lecture Zones publiques	2	0.6	Plan de travail
Eglises	Corps de l'église	5	1	Plan de travail
	Chaire, cœur	5	1.5	Bureau
	Autel	5	2	Table
Bureaux de dessin	Général	5	2.5	Sur les tables
L'intérieur des bâtiments en général	Hall d'entrée et zones de réception	2	0.6	Plan de travail
Hôpitaux	Réceptions et salles d'attente	2	0.6	Plan de travail
	Salles de consultation	5	1	Hauteur du chevet
	Pharmacies	5	3	Plan de travail
	Salles de lecture	5	1.5	Tables
Bibliothèques	Etagères (rayonnages)	5	1.5	Plan vertical
Musées et galeries d'art	Général	5	1	Plan de travail
Bureaux généraux	Equipement de bureautique, contrôlé manuellement	5	2	Clavier de contrôle
	Ordinateurs	5	2.5	Clavier
Ecoles	Salles de réunion	1	0.3	Plan de travail
	Salles de classe	5	2	Bureaux
	Salles de cours d'art	5	2	Chevalets
	Laboratoires	5	2	Plan de travail
	Salles des professeurs, locaux communs	5	1.5	Plan de travail
Halls de sport	Général	5	3.5	Plan de travail
Chirurgie (médicale et dentaire)	Salles d'attente	2	0.6	Plan de travail
	Salles d'opération	5	2.5	Plan de travail
		5	2	Plan de travail
Piscines	Piscine	5	2	Surface de l'eau
	Espaces environnants	1	0.5	Plan de travail
Habitations	Salon et pièces à multiples activités	1.5	0.5	
	Chambres à coucher	1	0.3	
	Cuisine	2	0.6	

Tableau 2 Normes de flj dans les différents espaces Source: PDF guide d'aide à l'interprétation et l'amélioration des résultats des mesures CSTC.

VII.12 Synthèse

L'architecture met en jeu les ambiances. La lumière révèle les formes, les volumes et les textures des matériaux. L'architecture a la capacité de moduler et moduler les qualités de lumière et d'ombre. Souvent liée à la nature du lieu, la lumière joue un rôle fonctionnel car elle doit répondre à un sentiment de confort et à des usages multiples. Elle participe aussi plus largement au sens donné à l'espace et au bâtiment, à sa symbolique, à ses connotations. Donc, la lumière va partager son rôle avec l'espace pour créer des ambiances lumineuses différentes.

VIII. VOLET 02 : Évaluation numérique du confort visuel :

VIII.1 Etude de cas :

VIII.1.1 Choix de l'espace :

- Le choix s'est fait sur un espace ouvert (bureau open space) orienté Sud-Ouest cette espace est jugé préalablement mal éclairé vu qu'il bénéficie seulement d'un éclairage indirect venant de l'éclairage latéral de l'espace d'expérimentation adjacent.

VIII.1.2 Motivation du choix de l'espace :

-L'organisation spatiale (espace enclavé qui nécessite un éclairage zénithal).

- La durée d'utilisation de l'espace (un espace fréquemment utilisé).

- L'activité qui se déroule au sein de l'espace (recherche, lecture, rencontres, échange).

VIII.1.3 Présentation de cas d'étude :

- Surface : 22.63 m².

- Hauteur sous plafond : 3 m.

- Hauteur faux plafond : 2.80 m.

- Type d'éclairage : Eclairage zénithal.

-Orientation de l'espace : sud-ouest.

VIII.1.3 Les paramètres de simulation :

- Paramètres fixes :

Type d'éclairage zénithal :

- Surface vitrée : 1/8 de la surface du sol.¹⁹

- Forme et dimension d'ouverture : rectangulaire.

- Paramètres variables :

- Translucidité du verre : elle varie de 0.25% à 0.78%.



Figure 12 Présentation de cas d'étude (bureau open space)
Source : Auteur

¹⁹ Neufert 10^e édition Les éléments des projets de construction page 134 éclairage zénithal

VIII.1.4 Périodes de simulation :

- Le 21 Décembre à 09h - 12 :00h - 15 :00h.
- Le 21 Juin à 09h - 12 :00h - 15 :00h.

VIII.2 Validation numérique de l'éclairage naturel :

La simulation numérique est effectuée sur les trois logiciels VELUX 3, ECOTECT 10 et RADIANCE 2.0, les simulations des différentes valeurs de translucidité du verre s'est effectuée sur le logiciel velux, le résultat satisfaisant obtenu sera vérifié en utilisant les deux logiciel ECOTECT et radiance pour appuyer le résultat obtenu.

VIII.3 PARTIE 01 : Evaluation numérique avec logiciel VELUX

VIII.3.1 CAS INITIAL :

- Absence d'éclairage direct.
- L'espace bénéficie que de l'éclairage ambiant par l'espace adjacent (espace d'expérimentation).

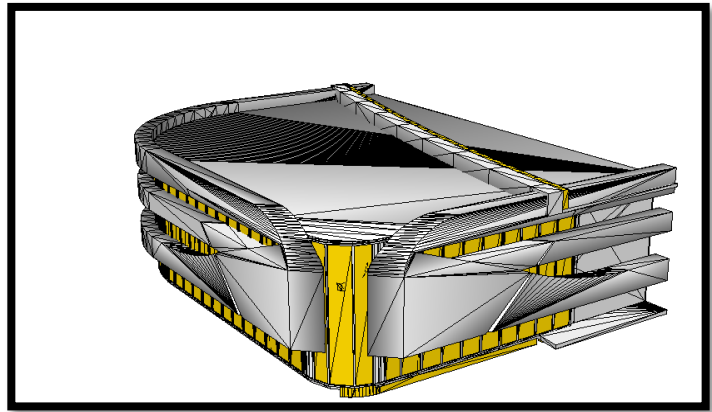


Figure 13 Modèle simplifié avec logiciel velux sans éclairage zénithal Source : Auteur

VIII.3.1.1 En hiver :

Date et heure : 21 décembre à 09h

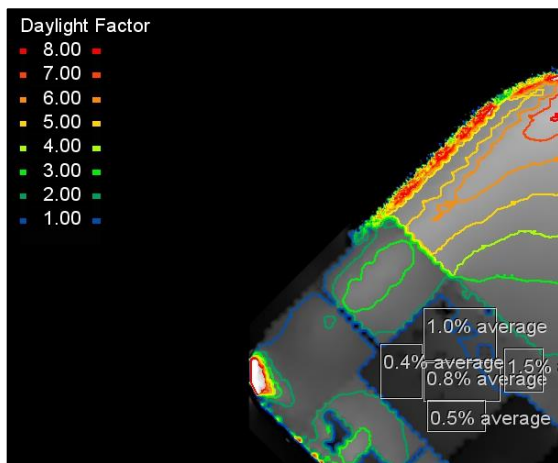


Figure 15 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 9:00 Source : Auteur

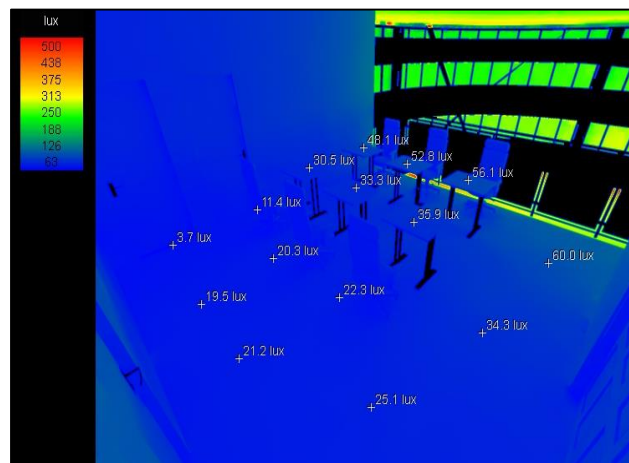


Figure 14 rendu fausse couleur a ciel dégagé le 21/12 à 9:00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 11.4	Max=60.0	Moy = 35.7
FLJ (%)	0.84		
Uniformité	0.319		

Tableau 3 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 décembre à 9h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairément le 21 décembre à 9 h varie de 11.4 à 60 lux avec une moyenne de 35.7 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.319%, et le facteur lumière du jour à 0.84% ces niveaux sont inférieurs aux normes recommandées.

Date et heure : 21 décembre à 12h

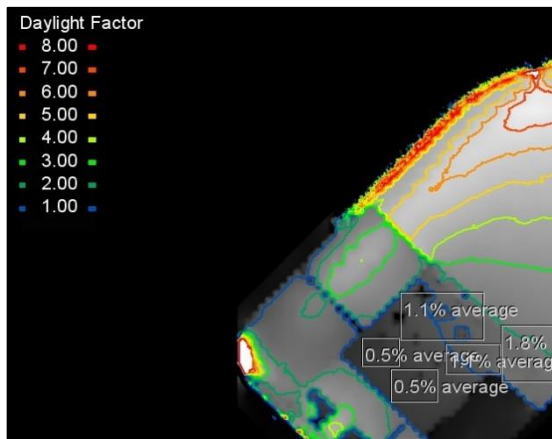


Figure 17 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 12:00 Source : Auteur

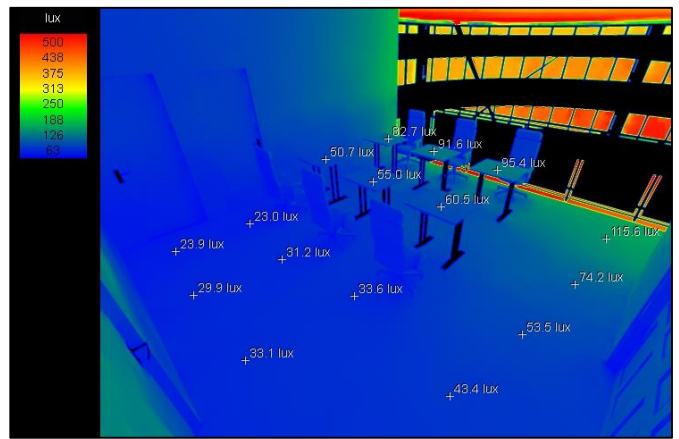


Figure 16 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12:00 Source : Auteur

Eclairément (lux)	Min = 23.0	Max=115.6	Moy = 69.3
FLJ (%)	1		
Uniformité	0.331		

Tableau 4 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 décembre à 12h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairément le 21 décembre à 12 h varie de 23 à 115.6 lux avec une moyenne de 69.3 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.331%, et le facteur lumière du jour à 1% ces niveaux sont inférieurs aux normes recommandées.

Date et heure : 21 décembre à 15h

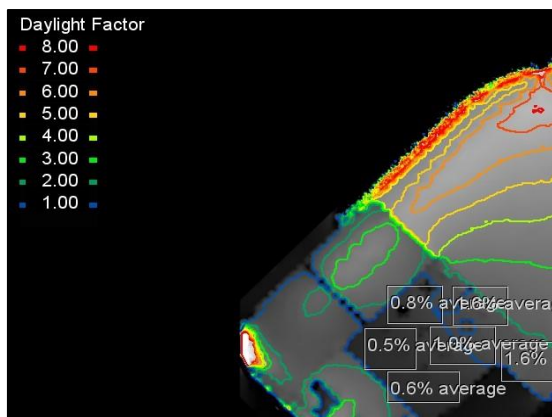


Figure 19 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 15:00 Source : Auteur

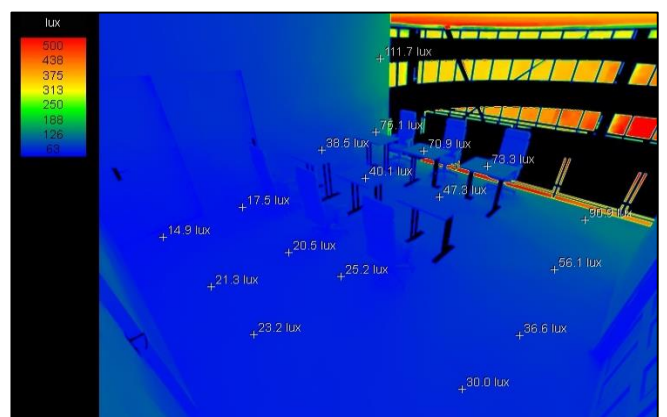


Figure 18 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 15:00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 17.5	Max=90.3	Moy = 53.9
FLJ (%)	0.9		
Uniformité	0.54		

Tableau 5 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 décembre à 15h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairage le 21 décembre à 15h varie de 17.5 à 90.3 lux avec une moyenne de 53.9 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.54, et le facteur lumière du jour à 0.9% ces niveaux sont inférieurs aux normes recommandées.

VIII.3.1.2 En été :

Date et heure : 21 juin à 09 h

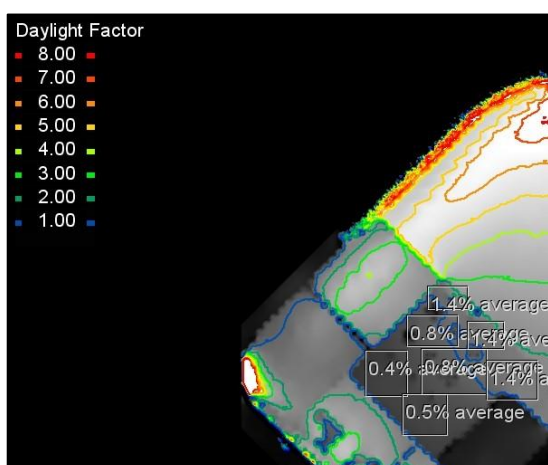


Figure 21 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 09:00 Source : Auteur

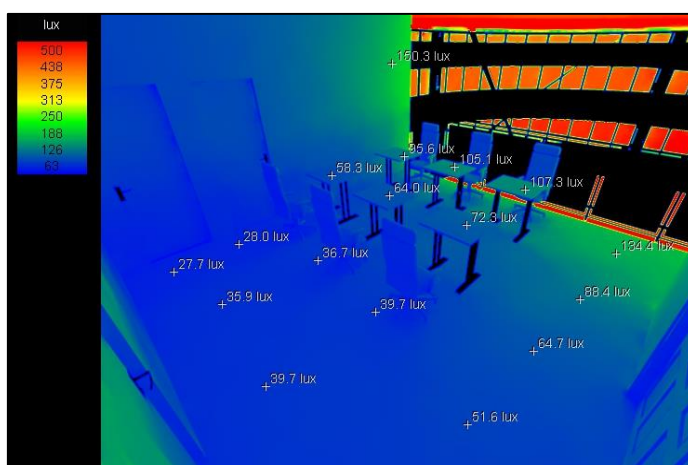


Figure 20 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09:00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 28.0	Max=134.4	Moy = 81.2
FLJ (%)	0.95		
Uniformité	0.344		

Tableau 6 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 juin à 9h

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairage le 21 juin à 09 h varie de 28 à 134.4 lux avec une moyenne de 81.2 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.344, et le facteur lumière du jour à 0.95%, ces niveaux sont inférieurs aux normes recommandées.

Date et heure : 21 juin à 12h

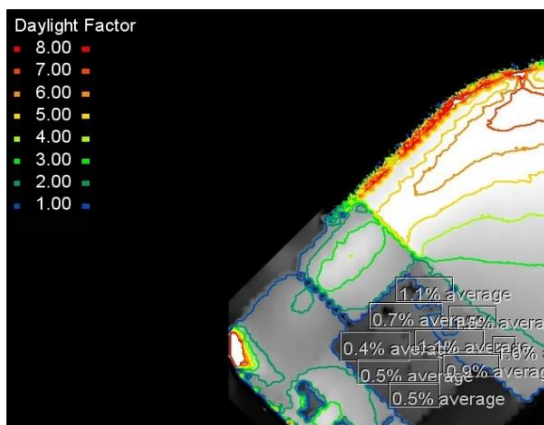


Figure 22 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 12:00 Source : Auteur

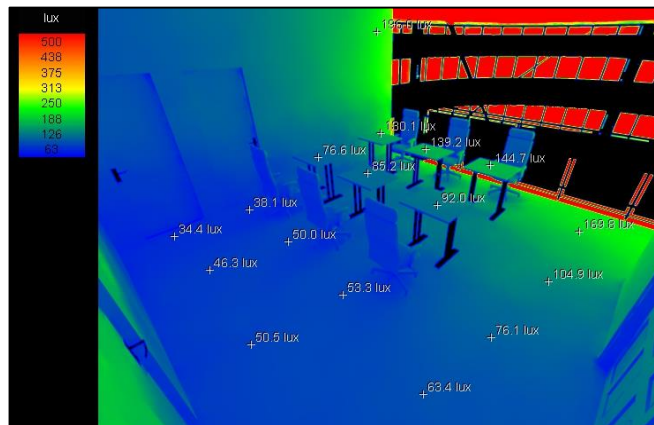


Figure 23 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 012:00 Source : Auteur

Eclaircement (lux)	Min = 38.1	Max=169.8	Moy = 103.9
FLJ (%)	0.93		
Uniformité	0.366		

Tableau 7 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 juin à 12h

Commentaire

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclaircement le 21 juin à 12 h varie de 38.1 à 169.3 lux avec une moyenne de 103.9 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.366, et le facteur lumière du jour à 0.93% ces niveaux sont inférieurs aux normes recommandées.

Date et heure : 21 juin à 15h

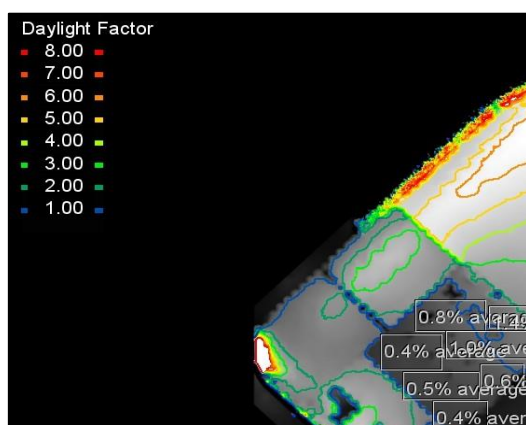


Figure 25 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 15:00 Source : Auteur

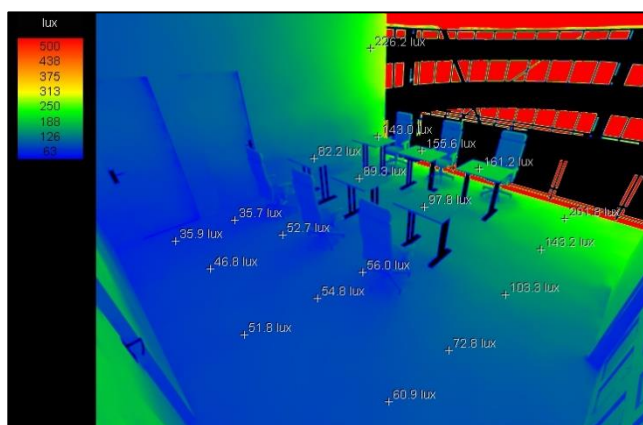


Figure 24 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 15:00 Source : Auteur

Eclaircement (lux)	Min = 35.7	Max=201.8	Moy = 118.75
FLJ (%)	0.68		
Uniformité	0.300		

Tableau 8 Ambiances lumineuses intérieures , cas initial, 21 juin à 15h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairément le 21 juin à 15 h varie de 35.7 à 201.8 lux avec une moyenne de 118.75 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.3, et le facteur lumière du jour à 0.68% ces niveaux sont inférieurs aux normes recommandées.

VIII.3.1.1 Synthèse :

Sur le plan éclairage naturel et pour l'ensemble des dates et heures simulées les résultats obtenus sont hors normes (flj 5% et E moy 500lux) et insuffisants pour obtenir un niveau confort visuel adéquat.

VIII.3.2 CAS AMELIORE : l'ajout d'un éclairage zénithale présent sur le toit

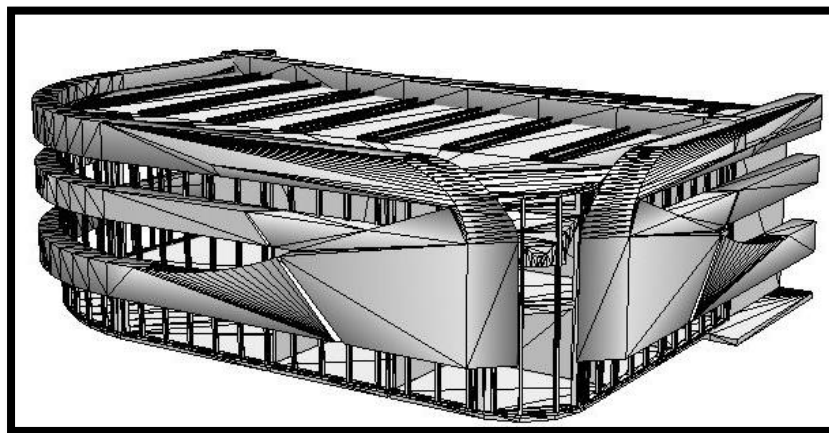


Figure 26 Modèle simplifié du cas amélioré avec logiciel VELUX Source : Auteur

VIII.3.2.1 Cas amélioré avec verre de 0.25% de translucidité

En hiver :

Date et heure : 21 décembre à 09 h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation le niveau d'éclairément le 21 décembre à 09 h varie de 51.9 à 118 lux avec une moyenne de 108.3 lux ce niveaux d'éclairément est inférieur aux normes recommandées qui s'inscrivent dans un intervalle de 300 à 500 lux.

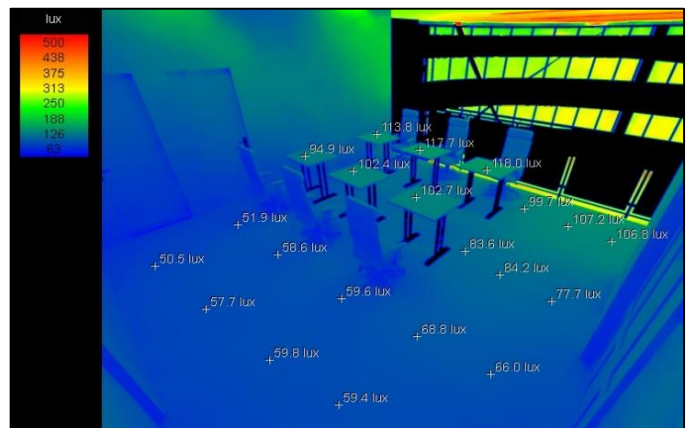


Figure 27 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09 :00 Source : Auteur

Eclairément (lux)	Min = 51.9	Max=118.0	Moy = 108.3
---------------------	------------	-----------	-------------

Tableau 9 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 décembre à 9h .Source Auteur

Date et heure : 21 décembre à 12 h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation le niveau d'éclairage le 21 décembre à 12 h varie de 79.2 à 220.3 lux avec une moyenne de 191.5 lux ce niveau d'éclairage est inférieur aux normes recommandées qui s'inscrivent dans un intervalle de 300 à 500 lux.

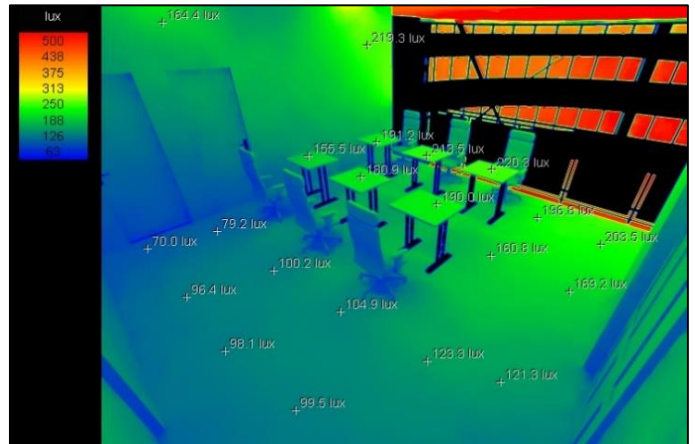


Figure 28 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12 :00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 79.2	Max=220.3	Moy = 191.5
-------------------	------------	-----------	-------------

Tableau 10 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 décembre à 12h .Source Auteur

Date et heure : 21 décembre à 15 h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation le niveau d'éclairage le 21 décembre à 15 h varie de 54.4 à 131.5 lux avec une moyenne de 109.75 lux ce niveau d'éclairage est inférieur aux normes recommandées qui s'inscrivent dans un intervalle de 300 à 500 lux.

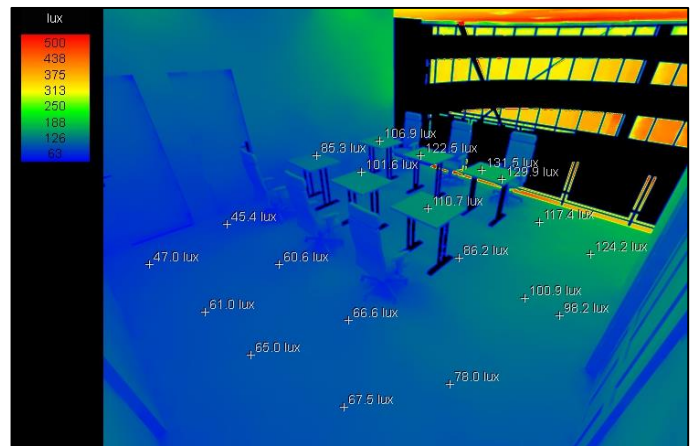


Figure 29 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 15 :00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 54.4	Max=131.5	Moy = 109.75
-------------------	------------	-----------	--------------

Tableau 11 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 décembre à 15h .Source Auteur

Date et heure : 21 juin à 15 h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation le niveau d'éclairément le 21 juin à 15 h varie de 121.3 à 276.5 lux avec une moyenne de 219.66 lux ce niveaux d'éclairément est inférieur aux normes recommandées qui s'inscrivent dans un intervalle de 300 à 500 lux.

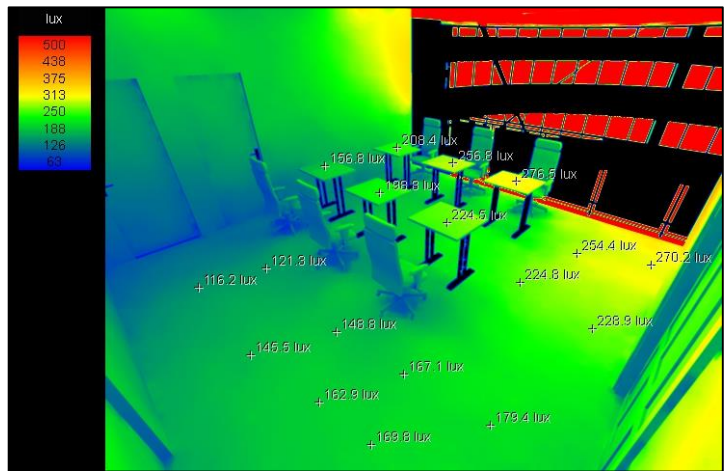


Figure 32 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 15:00
Source Auteur

Eclairément(lux)	Min = 121.3	Max=276.5	Moy = 219.66
--------------------	-------------	-----------	--------------

Tableau 14 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.25% translucidité, 21 juin à 15h .Source Auteur

Synthèse :

21 Décembre	Eclairément (lux)		
	Min	Max	Moy
09 h	51.9	118.0	108.3
12 h	79.2	220.3	191.5
15 h	54.4	131.5	109.75

Tableau 15 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, 21 décembre à 9h-12h-15h

21 Juin	Eclairément (lux)		
	Min	Max	Moy
09 h	172.0	337.3	289.66
12 h	215.7	404.5	353.1
15 h	121.3	276.5	219.66

Tableau 16 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, 21 juin à 9h-12h-15h

Le verre translucide a 0.25 a donné des valeurs pour le mois de décembre qui varie de 108.3 lux a 9 :00 ,191.5 lux à 12 h et 109.75 lux a 15 hces valeurs ne permettent pas d'avoir un confort visuel adéquat car les résultats obtenus sont en dessous des valeurs d'éclairément recommandées à un tel espace de 300 à 500 lux.

Pour le mois de juin les niveaux d'éclairément varient de 289.66 lux à 9 h, 353.1 lux à 12 h et 289.66 lux à 15 h, pour 9 :00 et 15 h le niveau est inférieur au niveau recommandé, mais à 12 h le niveau et dans la limite acceptable.

VIII.3.2.1 Cas amélioré avec 0.5 de translucidité

En hiver :

Date et heure : 21 décembre à 09 h

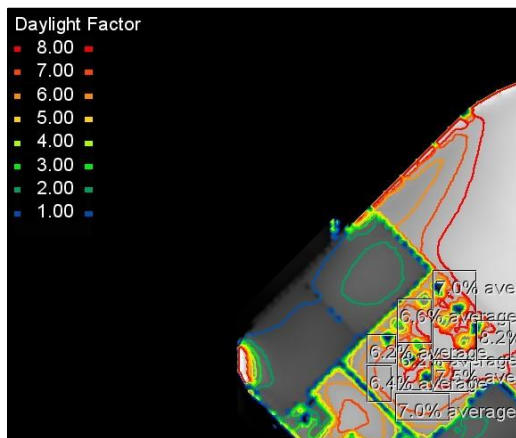


Figure 33 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 09:00 Source : Auteur

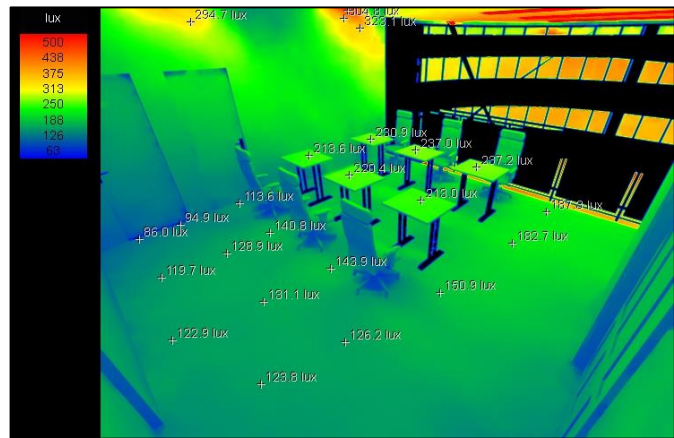


Figure 34 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09:00 Source : Auteur

Eclairément (lux)	Min = 150	Max=237.2	Moy = 225.35
FLJ (%)	7.05		
Uniformité	0.665		

Tableau 17 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 09h .Source Auteur

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairément le 21 décembre à 09 h varie de 150 à 237.2 lux avec une moyenne de 225.35 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.665, et le facteur lumière du jour à 7.05%, ces deux derniers s'inscrivent dans l'intervalle recommandé pour un tel espace, cependant le niveau d'éclairément reste inférieur au niveau requis pour le confort qui est de 300a500lux.

Date et heure : 21 décembre à 12 h

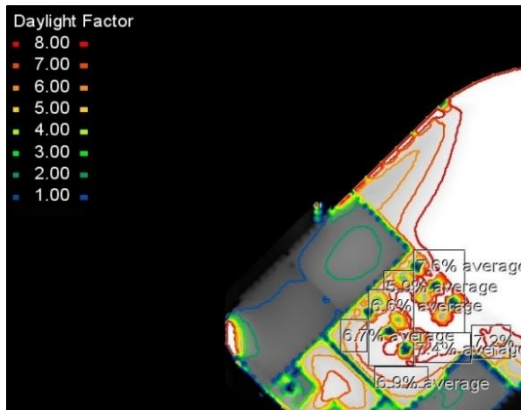


Figure 36 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 12:00 Source : Auteur

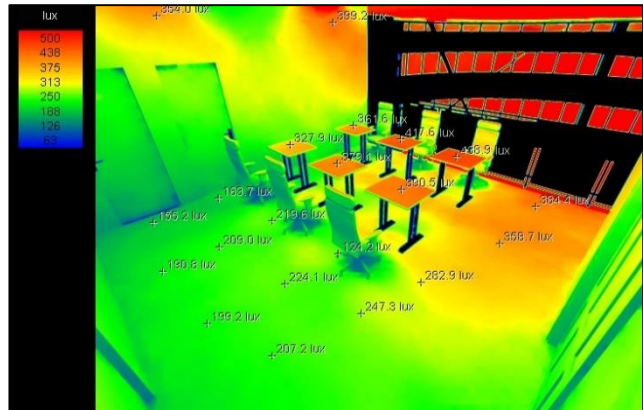


Figure 35 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12:00 Source : Auteur

Eclaircement (lux)	Min = 282	Max=438.9	Moy = 385.93
FLJ (%)	6.66		
Uniformité	0.73		

Tableau 18 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 12h .Source Auteur

Commentaire :

D’après les résultats de la simulation on constate que le niveau d’éclaircement le 21 décembre à 12 h varie de 282 à 438.9 lux avec une moyenne de 385.93 lux, un indice d’uniformité moyen de 0.73, et le facteur lumière du jour à 6.66%, ces valeurs s’inscrivent dans les intervalles recommandés pour un tel espace.

Date et heure : 21 décembre à 15 h



Figure 37 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/12 à 15:00 Source : Auteur

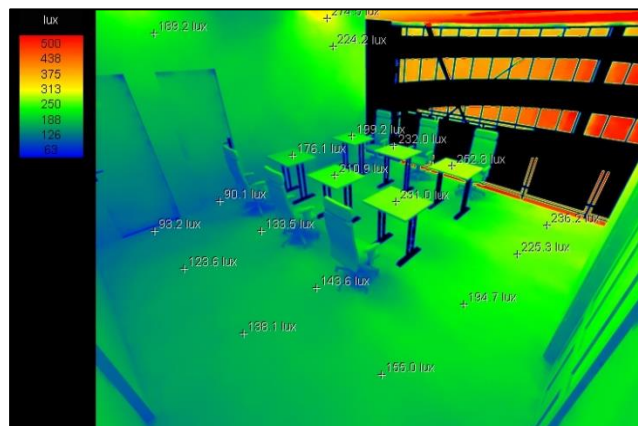


Figure 38 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 15:00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 143.6	Max=252.3	Moy = 216.91
FLJ (%)	7.22		
Uniformité	0.66		

Tableau 19 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 15h .Source Auteur

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairage le 21 décembre à 15 h varie de 143.6 à 252.3 lux avec une moyenne de 216.91 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.66, et le facteur lumière du jour à 7.22%, ces deux derniers s'inscrivent dans l'intervalle recommandé pour un tel espace, cependant le niveau d'éclairage reste inférieur au niveau requis de 300a500lux pour atteindre le confort visuel.

En été :

Date et heure : 21 juin à 09 h

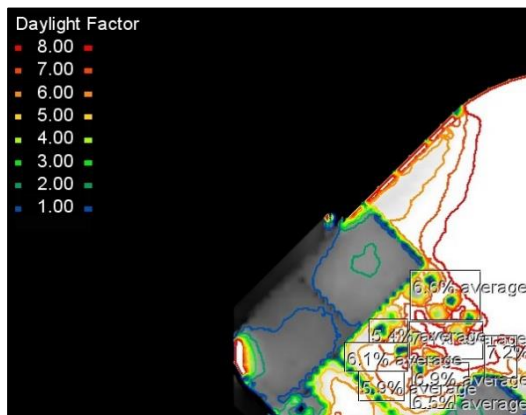


Figure 40 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 09:00 Source : Auteur

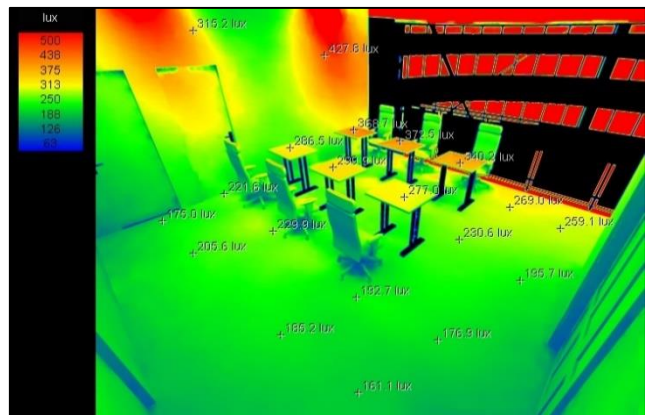


Figure 39 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 09:00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 230.6	Max=372.5	Moy = 324.13
FLJ (%)	6.27		
Uniformité	0.7		

Tableau 20 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 juin à 09h .Source Auteur

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairage le 21 juin à 09 h varie de 230.6 à 372.5 lux avec une moyenne de 324.13 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.7, et le facteur lumière du jour à 6.27%, ces valeurs s'inscrivent dans les intervalles recommandés pour un tel espace.

Date et heure : 21 juin à 12 h

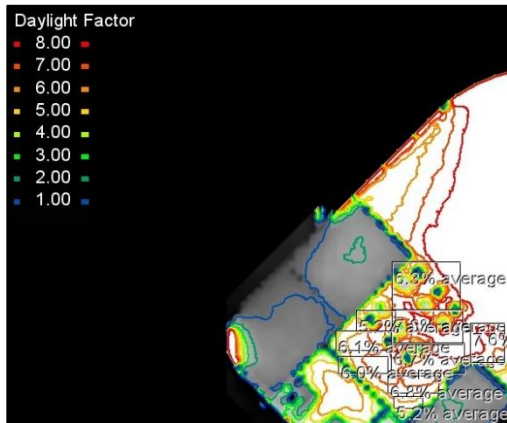


Figure 41 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 12:00 Source : Auteur

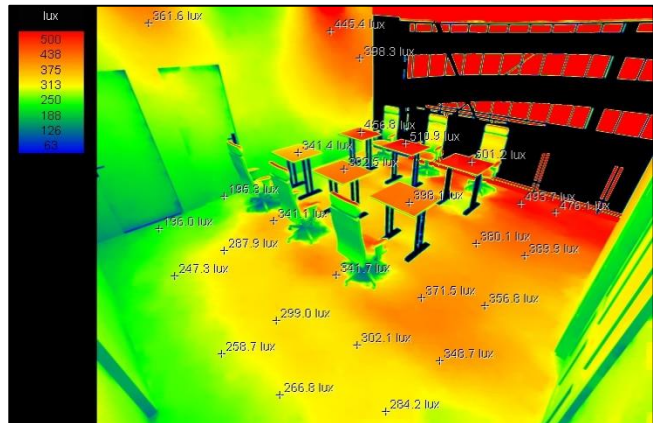


Figure 42 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 12:00 Source : Auteur

Eclaircement (lux)	Min = 341.1	Max=510.9	Moy = 433.48
FLJ (%)	7.57		
Uniformité	0.78		

Tableau 21 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 juin à 12h .Source Auteur

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclaircement le 21 juin à 12 h varie de 341.1 à 510.9 lux avec une moyenne de 433.48 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.78, et le facteur lumière du jour à 7.57%, ces valeurs s'inscrivent dans les intervalles recommandés pour un tel espace.

Date et heure : 21 juin à 15 h

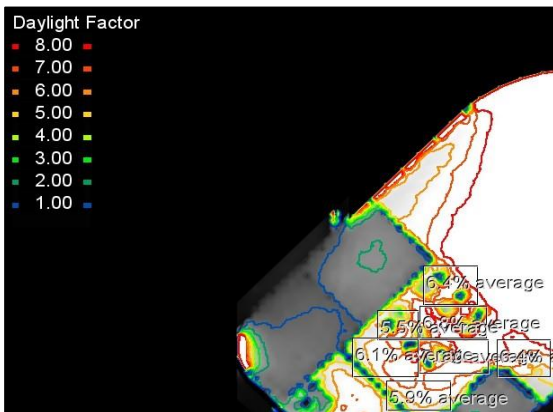


Figure 44 Contour du FLJ à ciel couvert le 21/06 à 15:00 Source : Auteur

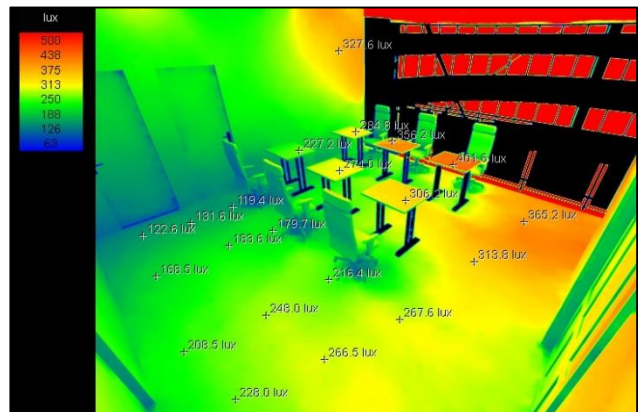


Figure 43 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 15:00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 216.4	Max=401.6	Moy = 308.33
FLJ (%)	6.08		
Uniformité	0.7		

Tableau 22 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.5% translucidité, 21 juin à 15h .Source Auteur

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairage le 21 juin à 15 h varie de 216.4 à 401.6 lux avec une moyenne de 308.33 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.7, et le facteur lumière du jour à 6.08%, ces valeurs s'inscrivent dans les intervalles recommandés pour un tel espace.

Synthèse :

Le verre translucide a 0.5 a permis d'avoir des résultats satisfaisants, et il a permis d'avoir un confort visuel acceptable notamment pour le mois de juin aux différentes heures simulées car le niveau d'éclairage, l'indice d'uniformité et le facteur lumineuse du jour s'inscrivent dans l'intervalle favorable à l'obtention d'un bon confort visuel.

Pour le mois de décembre le facteur lumière du jour et l'indice d'uniformité atteignent un bon résultat cependant le niveau d'éclairage pour 9 h et 12 h reste inférieur à la norme recommandée, à midi le niveau d'éclairage est suffisant pour un tel espace.

VIII.3.2.1 Cas amélioré avec 0.78 de translucidité

En hiver :

Date et heure : 21 décembre à 09 h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation le niveau d'éclairage le 21 décembre à 09 h varie de 225.6 à 466.6 lux avec une moyenne de 440.7 lux ce niveau d'éclairage s'inscrit dans l'intervalle recommandé pour un tel espace.

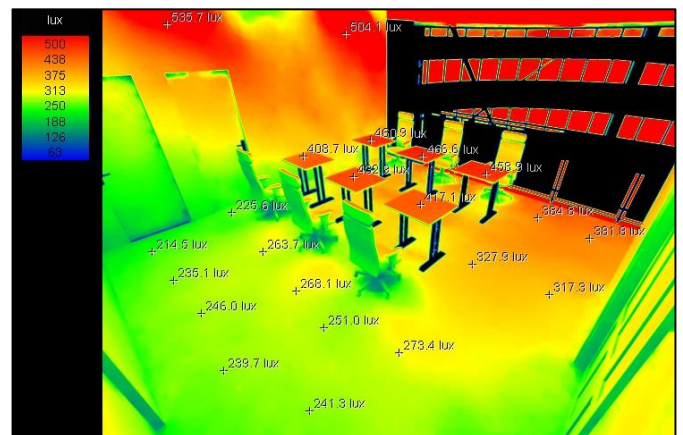


Figure 45 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09 :00
Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 225.6	Max=466.6	Moy = 440.7
-------------------	-------------	-----------	-------------

Tableau 23 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.78% translucidité, 21 décembre à 09h .Source Auteur

Date et heure : 21 décembre à 12 h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation le niveau d'éclairément le 21 décembre à 12 h varie de 403.7 à 876.8 lux avec une moyenne de 768.76 lux ce niveau d'éclairément est supérieur aux normes recommandées qui s'inscrivent dans l'intervalle de 300 à 500 lux.

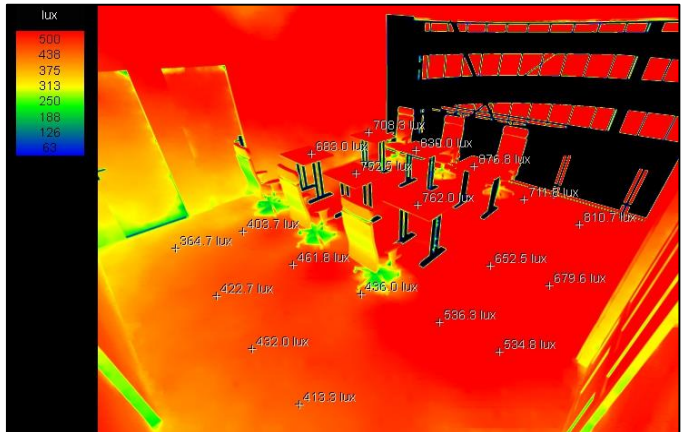


Figure 46 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12 :00
Source : Auteur

Eclairément (lux)	Min = 403.7	Max=876.8	Moy = 768.76
---------------------	-------------	-----------	--------------

Tableau 24 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.78% translucidité, 21 décembre à 12h .Source Auteur

Date et heure : 21 décembre à 15 h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation le niveau d'éclairément le 21 décembre à 15 h varie de 240 à 501 lux avec une moyenne de 426.08 lux ce niveau d'éclairément s'inscrit dans l'intervalle recommandé pour un tel espace.

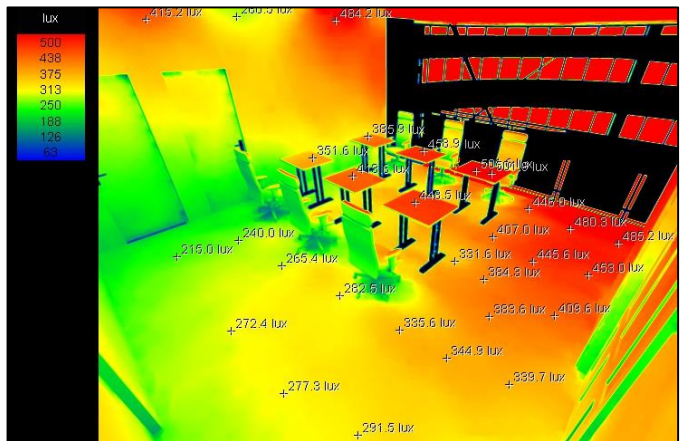


Figure 47 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 15 :00
Source : Auteur

Eclairément(lux)	Min = 240	Max=501	Moy = 426.08
--------------------	-----------	---------	--------------

Tableau 25 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, avec 0.78% translucidité, 21 décembre à 15h .Source Auteur

En été :

Date et heure : 21 juin à 09 h

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation le niveau d'éclairément le 21 juin à 09 h varie de 754.8 à 1481.4 lux avec une moyenne de 1260.6 lux ce niveau d'éclairément est supérieur aux normes recommandées qui s'inscrivent dans un intervalle de 300 à 500 lux.

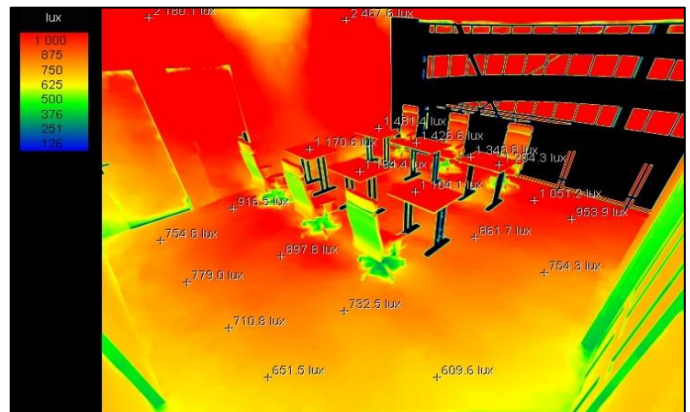


Figure 48 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 09:00
Source : Auteur

Synthèse :

21 Décembre	Eclairage (lux)		
	Min	Max	Moy
09 h	225.6	466.6	440.7
12 h	403.7	876.8	768.76
15 h	240	501	426.08

Tableau 29 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, 21 décembre à 9h-12h-15h

21 Juin	Eclairage (lux)		
	Min	Max	Moy
09 h	754.8	1481.4	1260.6
12 h	1037.7	1922.2	1340.35
15 h	481.3	1521.8	1147.3

Tableau 30 Ambiances lumineuses intérieures , cas amélioré, 21 juin à 9h-12h-15h

Pour le verre translucide à 0.78, les valeurs du niveau d'éclairage obtenues sont supérieures à la norme recommandée pour un tel espace qui peut présenter une gêne est provoqué un inconfort visuel.

VIII.3.3 Discussions :

D'après la simulation effectuée on conclue que la translucidité du verre adaptée pour un tel système qui est l'éclairage zénithal dans le contexte de la ville Laghouat correspond à un verre translucide a 0.5 cependant un appui par éclairage artificiel est a préconisé notamment pour le mois de décembre pour un appoint.

VIII.4 Partie 2 vérification du résultat obtenue pour le verre de 0.5 par le logiciel ECOTECT

Verre translucide a 0.5

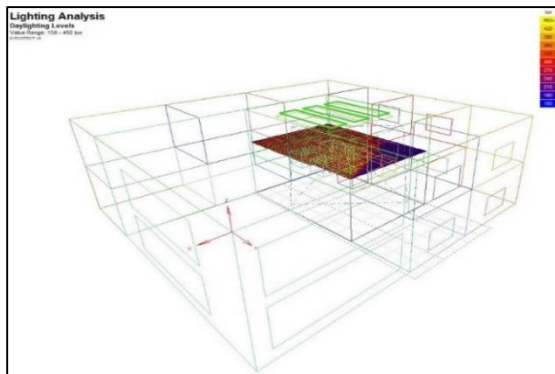


Figure 51 Modèle simplifié avec ECOTECT Source : Auteur

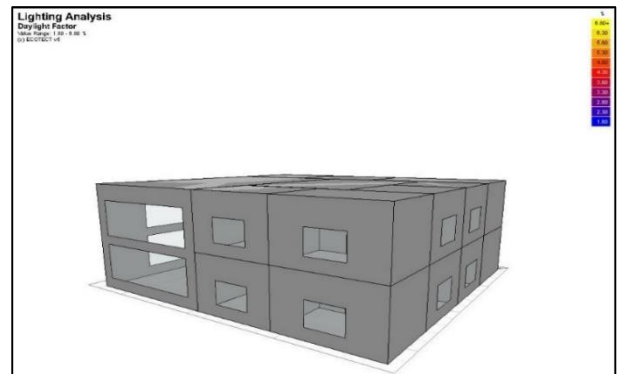


Figure 52 Modèle simplifié avec ECOTECT Source : Auteur

VIII.4.1 En hiver :

Date et heure : 21 décembre à 09 h

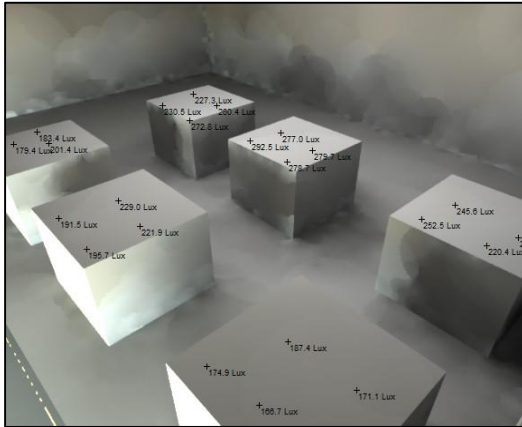


Figure 54 rendu radiance niveau d'éclairément à ciel dégagé le 21/12 à 09:00 Source : Auteur

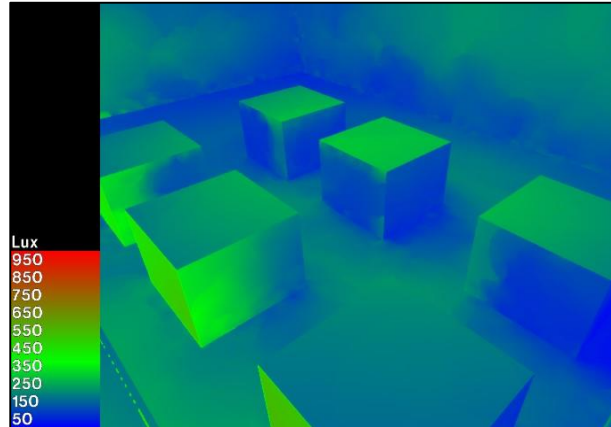


Figure 53 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 09:00 Source : Auteur

Eclairément (lux)	Min = 166.7	Max=292.5	Moy = 259.98
FLJ (%)	7.22		
Uniformité	0.64		

Tableau 31 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 décembre à 09h.Source Auteur

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairément le 21 décembre à 09 h varie de 166.7 à 292.5 lux avec une moyenne de 259.98 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.64 et le facteur lumière du jour a 7.22, ces deux derniers s'inscrivent dans l'intervalle recommandé pour un tel espace, cependant le niveau d'éclairément reste inférieur au niveau requis de 300a500lux pour atteindre le confort visuel.

Date et heure : 21 décembre à 12 h

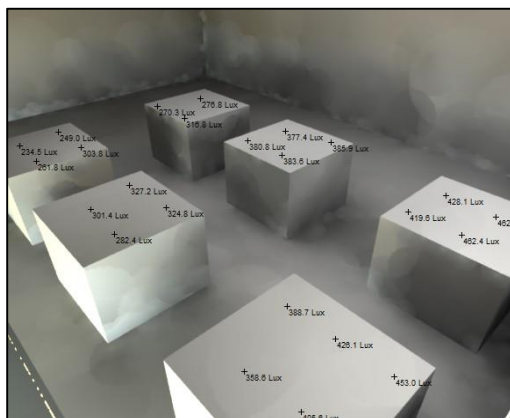


Figure 56 rendu radiance niveau d'éclairément à ciel dégagé le 21/12 à 12:00 Source : Auteur

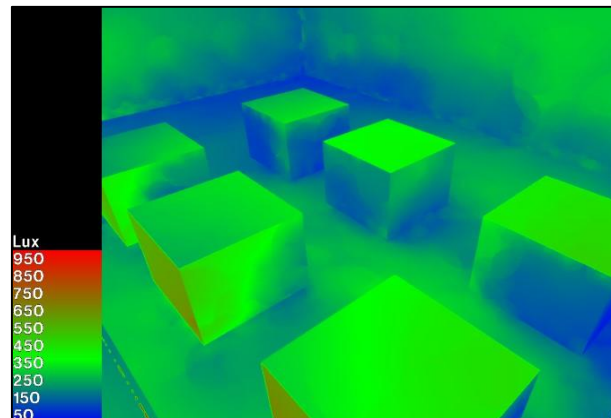


Figure 55 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/12 à 12:00 Source : Auteur

VIII.4.2 En été :

Date et heure : 21 juin à 09 h

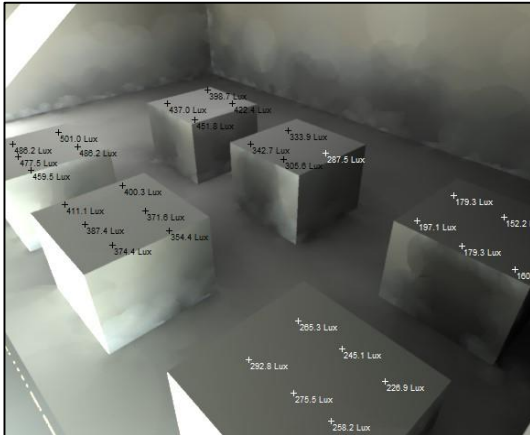


Figure 59 rendu radiance niveau d'éclairément à ciel dégagé le 21/06 à 09:00 Source : Auteur

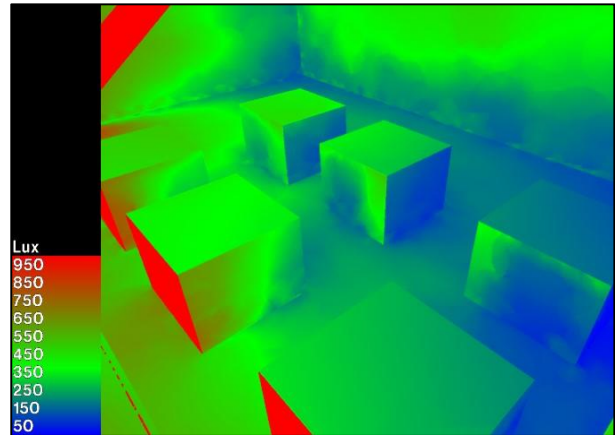


Figure 60 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 09:00 Source : Auteur

Eclairément (lux)	Min = 245	Max=486.2	Moy = 346.73
FLJ (%)	6.85		
Uniformité	0.7		

Tableau 34 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 juin à 09h.Source Auteur

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairément le 21 juin à 09 h varie de 245 à 486.2 lux avec une moyenne de 346.73 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.7, et le facteur lumière du jour à 6.85%, ces valeurs s'inscrivent dans les intervalles recommandés pour un tel espace.

Date et heure : 21 juin à 12 h

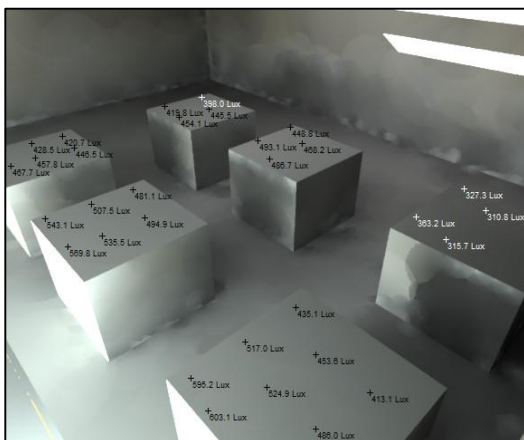


Figure 62 rendu radiance niveau d'éclairément à ciel dégagé le 21/12 à 12 :00 Source : Auteur

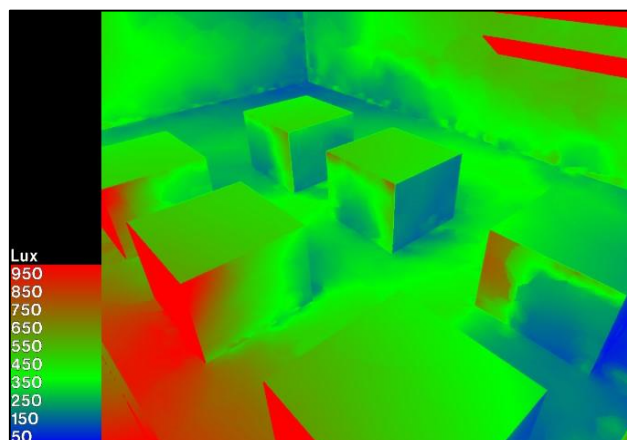


Figure 61 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 12:00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 327.3	Max=524.9	Moy = 461.68
FLJ (%)	7.86		
Uniformité	0.7		

Tableau 35 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 juin à 12h.Source Auteur

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairage le 21 juin à 12 h varie de 327.3 à 524.9 lux avec une moyenne de 461.68 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.7, et le facteur lumière du jour à 7.86%, ces valeurs s'inscrivent dans les intervalles recommandés pour un tel espace.

Date et heure : 21 juin à 15 h

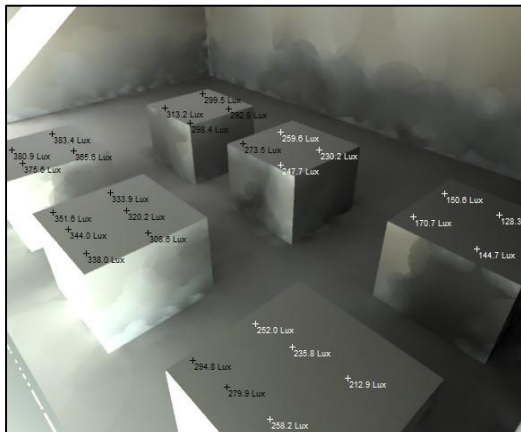


Figure 64 rendu radiance niveau d'éclairage à ciel dégagé le 21/12 à 15:00 Source : Auteur

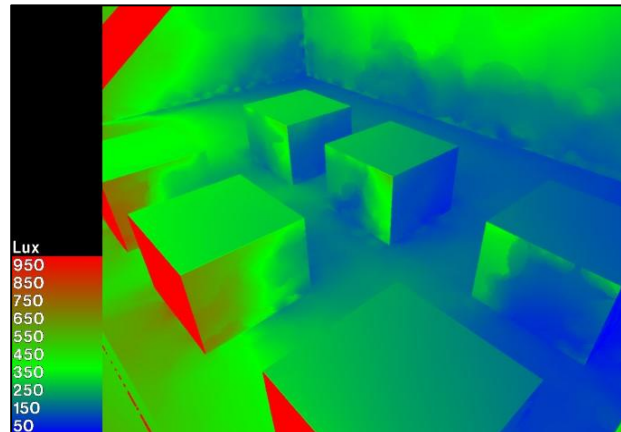


Figure 63 rendu fausse couleur à ciel dégagé le 21/06 à 15:00 Source : Auteur

Eclairage (lux)	Min = 212.9	Max=383.4	Moy = 280.16
FLJ (%)	6.08		
Uniformité	0.7		

Tableau 36 Ambiances lumineuses intérieures , vérification par ECOTECT avec 0.5% translucidité, 21 juin à 15h.Source Auteur

Commentaire :

D'après les résultats de la simulation on constate que le niveau d'éclairage le 21 juin à 15 h varie de 212.9 à 383.4 lux avec une moyenne de 280.16 lux, un indice d'uniformité moyen de 0.7, et le facteur lumière du jour à 6.08%, ces valeurs s'inscrivent dans les intervalles recommandés pour un tel espace.

VIII.4.3 Synthèse :

La simulation avec le logiciel ECOTECT a permis d'avoir des résultats proches de celle obtenue avec le logiciel velux ce qui confirme l'amélioration apportée à cet espace- là grâce à l'intégration d'un éclairage zénithal.

IX. Conclusion et recommandations :

L'évaluation numérique a permis de connaître les différentes valeurs de l'éclairage du Facteur lumineux du jour et du taux d'uniformité pour chaque type de verre utilisé pour l'éclairage zénithale ,le verre à faible translucidité obtient un niveau d'éclairage faible en dessous de la moyen recommandé pour la totalité des heures simulé pour le 21 décembre et 21 juin , pour le verre à forte translucidité (78%) les valeurs de l'éclairage dépasse de loin les valeur recommandé pour la quasi-totalité des heures simulé pour le 21 décembre et le 21 juin , le résultat le plus satisfaisant est obtenue par le verre de translucidité moyenne (50%) le niveau d'éclairage d'uniformité et de Facteur lumineux du jour sont plus au moins proche des normes recommandé pour un telle espace notamment pour le 21 juin et la mi-journée du 21 décembre , et a fin d'assuré un bon confort visuelle au sein de l'espace (bureau open space) en recommande :

- Choisir un éclairage zénithal équipé d'une plaque de réflexion de la lumière du soleil sur le plafond et les murs à fin d'évité les taches solaires et de garantir une bonne répartition de la lumière naturelle.
- Un bon dimensionnement de la surface vitré par-rapporte à la surface plancher de l'espace dans notre cas le rapporte entre surface vitré et surface plancher est de 1/8.
- Une bonne distribution des surfaces vitré et leur orientation par rapport au plan de travail de sorte qu'elle soit juste au-dessus de celui –ci.
- Choisir le verre adéquat suivant le climat lumineux extérieur, un verre de translucidité moyenne est favorable pour le climat lumineux de la ville de Laghouat et avec une orientation sud-ouest.
- Comme la surface vitré est importante, un verre avec une faible conductivité thermique est préférable-t-elle un verre à double vitrage ou plus.
- Prendre en compte la couleur et le facteur de réflexion des parois intérieurs et du plan fond.

Tout fois et afin de garantir un bon confort visuel pour les occupants notamment pour les journées à ciel couvert et de faible niveau d'éclairage, l'ajout d'un système d'éclairage artificiel utilisent des lampes à faible consommation et couplé à des capteurs du niveau d'éclairage pour régulé le niveau d'éclairage est nécessaire pour garantir un confort visuelle adéquat, et de réduire la consommation d'énergie pour l'éclairage.

A decorative graphic on the left side of the page consists of a 4x2 grid of squares. The top-left square is light blue. The second row has a dark teal square on the left and a light blue square on the right. The third row has a light blue square on the left and a dark teal square on the right. The bottom-right square is light blue. The rest of the grid cells are empty.

CONCLUSION

GENERALE

CONCLUSION GENERALE :

Le choix de la conception d'un laboratoire d'architecture et de génie civil vient pour répondre au manque recensé en ce domaine au niveau de la ville de Laghouat et pour encourager l'état algérien de prendre en compte l'importance des laboratoires de recherche et d'agir en conséquence pour pallier le manque au niveau national.

Les laboratoires existants délaissent le côté durable et économique au profit des bâtiments consommateurs d'énergie qui ne répondent pas aux directives du développement durable.

Le laboratoire d'architecture et de génie civil résultant répond à la double problématique de création et d'intégration et la problématique environnementale, notamment par la prise en considération des deux aspects dès la première phase de conception, par l'introduction de l'aspect durable dès le départ en tirant avantage du climat de la ville et en concevant avec les principes de base dans un tel environnement à titre d'exemple l'orientation favorable de la masse bâtie, la forme compacte, la création d'un microclimat en utilisant la trame verte est bleue et bien d'autres principes, ajoutant à cela des techniques passives notamment la façade double-peaux, les panneaux photovoltaïques, les matériaux innovants, les systèmes de récupération et de traitement d'eau, et bien d'autres systèmes pour réduire la consommation d'énergie et d'eau.

La conception du laboratoire doit aussi prendre en compte l'aspect fonctionnel et social, grâce à l'élaboration d'un riche programme qui introduit le côté social et humain dans les espaces en réservant des lounges, et des espaces de communication et d'échange dans chaque étage afin d'apaiser les chercheurs de la charge du travail et par conséquent d'avoir un meilleur rendement.

Ce travail reste automatiquement à parfaire car un projet d'architecture ne peut pas être conclu à cause des changements des besoins et des exigences.

Par ce travail nous avons essayé d'apporter une attention à la ville de Laghouat, par la conception d'un équipement qui participera à promouvoir le secteur de la recherche scientifique et participe à son développement.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages :

- Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques 2005, A.DE HERDE, A. LIEBARD. Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005.
- Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition JEAN PASSINI.
- L'homme, l'architecture et le climat, Editions des Moniteurs, Paris 1978, B, GIVONI.
- Éléments de conception architecturale. Paramètres conceptuels. OPU. Alger.2001, Mazouz, S.
- L'architecture écologique. Edition le Moniteur, Paris, Gauzin-Müller D. 2002-
- Le climat et l'environnement, les facteurs locaux du climat. Edition Masson, Paris. Escourrou, G. 1983
- L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE conférence-débat du 14 novembre 2007
- Livre RECOMMANDATIONS ARCHITECTURALES Ministère de l'habitat ENAG Editions
- Bâtiment de laboratoire par la KBOB. Édition 1 / Jan 2000 P
- Confort thermique à l'intérieur d'un établissement \ p.12 - PDF Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004
- PDF DÉFINITION DES CATÉGORIES D'ESPACE 20\08\10.
- Confort thermique à l'intérieur d'un établissement
- Cahier technique LUX n° 228 - Mai/Juin 2004\ Guide Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées
- Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments. Ontario. SCHLCMHC.2003, Robertson, K.
- Mc. Nicholl, A. and Owen L. J. (Eds), (1994). Daylighting in Buildings.
- Le guide de l'éclairage naturel zénithal
- Neufert 10^e édition Les éléments des projets de construction page 134 éclairage zénithal.

Mémoires de Magister :

- L'occupation de l'îlot en zone aride pour une protection contre le rayonnement solaire direct"". Cas de la ville de LAGHOUAT. Université Ammar Thelidji. Laghouat.2007, BENARFA.
- Modèle de conception de la fenêtre dans l'espace bureau faces aux facteurs soleil et vent en zones arides cas de la ville de Laghouat, Rapporteur : ROUAG-SAFFIDINE Djamila, département d'architecture, université de Laghouat 2012, M. MOKEDDEM.
- Daylight optimisation for energy conservation in building: with reference Algeria, University of bath.
- School of architecture and building engineering, 1987, N. ZEMMOURI.

Revues et articles scientifiques :

- Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique NOTE RELATIVE AUX LABORATOIRES DE RECHERCHE
- Maghreb Review of Economic and Management Vol 03 - N° 01 March 2016
- P.B. Vose et A. Cervellin AIEA BULLETIN, VOL.25, no 2
- Energie, Conception et rénovation énergétiques des bâtiments tertiaires, Ministère de la région de Wallonne. Architecture et climat, <http://-energie2.Arch.ucl.ac.be/>, 01/2007.
- ROBERTSON, KEITH. Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments, Ontario : SCHL-CMHC, 2003
- Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique- Direction de la Programmation de la Recherche de l'Evaluation et de la Prospective
- S.M, HOCINE S.M-ILES. *Quand la structure devient une architecture*. s.n.,2017.
- Eclairage et vision \ Robert Floru
- « Le confort visuel ». Université Catholique de Louvain La [67] Neuve. Belgique [En ligne]. - -- www-energie.arch.ucl.ac.be, (DE HERDE, A & al).
- Le confort visuel et l'ambiance lumineuse dans l'espace architecturale
- L'éclairage naturel dans le bâtiment. Référence aux milieux arides à climat chaud et sec

Sites internet :

- www.e-marketing.fr
- www.explorable.com
- www.explorable.com
- www.universalis.fr
- www.univ-nantes.fr
- www.ediss.universite-lyon.fr/
- www.fao.org
- www.clausarchitecture.be
- www.architecte-batiments.fr
- www.archdaily.com
- www.mem-algeria.org
- www.meteoblue.com
- www.satellite.com.
- www.cnrtl.fr
- www.quelleenergie.fr

BIBLIOGRAPHIE

www.cahiers-techniques-batiment.fr

www.construction21.org

www.ecohabitation.com

www.jeuxsauerlaplanete.fr

www.velux.com

www.logiciels.i3er.org

www.logiciels.i3er.org/ecotect.html

Autres sources :

- Google Earth Pro.
- Invest in Alegria wilaya de Laghouat.
- PDAU POS de Laghouat.
- Station météo Laghouat.
- VELUX 3.
- Autodesk Ecotect 2011. Autodesk Inc 2011.
- Radiance β2.0. Desktop radiance beta 2.0 version 2008.

A decorative graphic consisting of seven teal squares arranged in two columns. The left column has four squares, and the right column has three squares. The squares in the second row of each column are a darker shade of teal, while the others are a lighter shade.

ANNEXES

ANNEXE 01 :

Vues globales du projet.

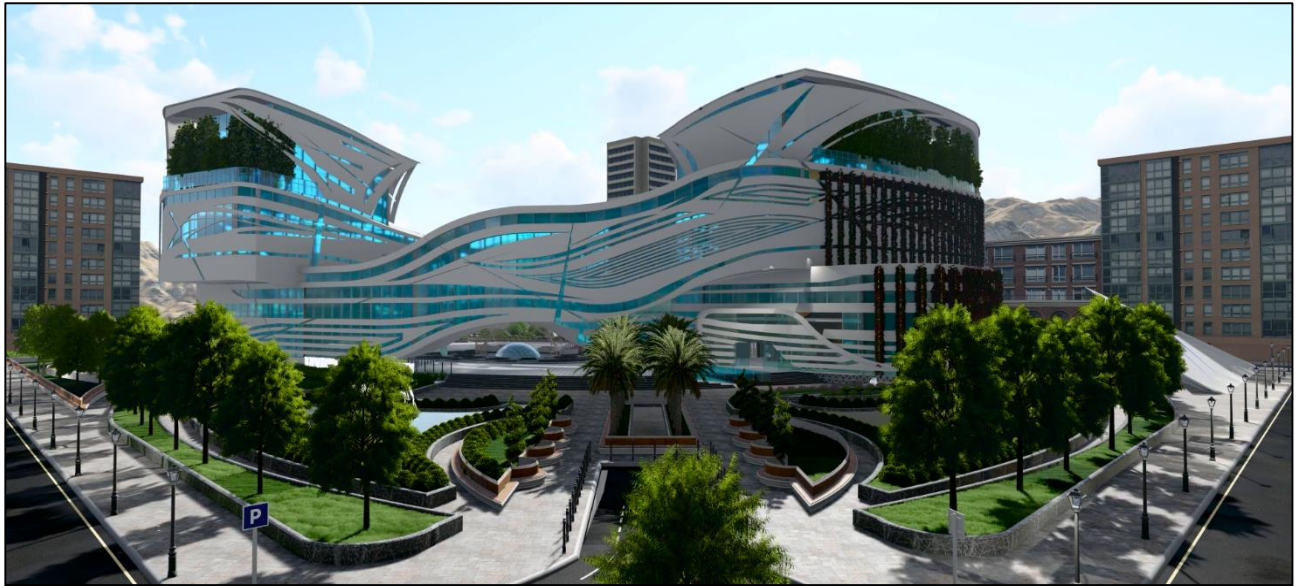


Figure 15 : Vue du côté nord du projet

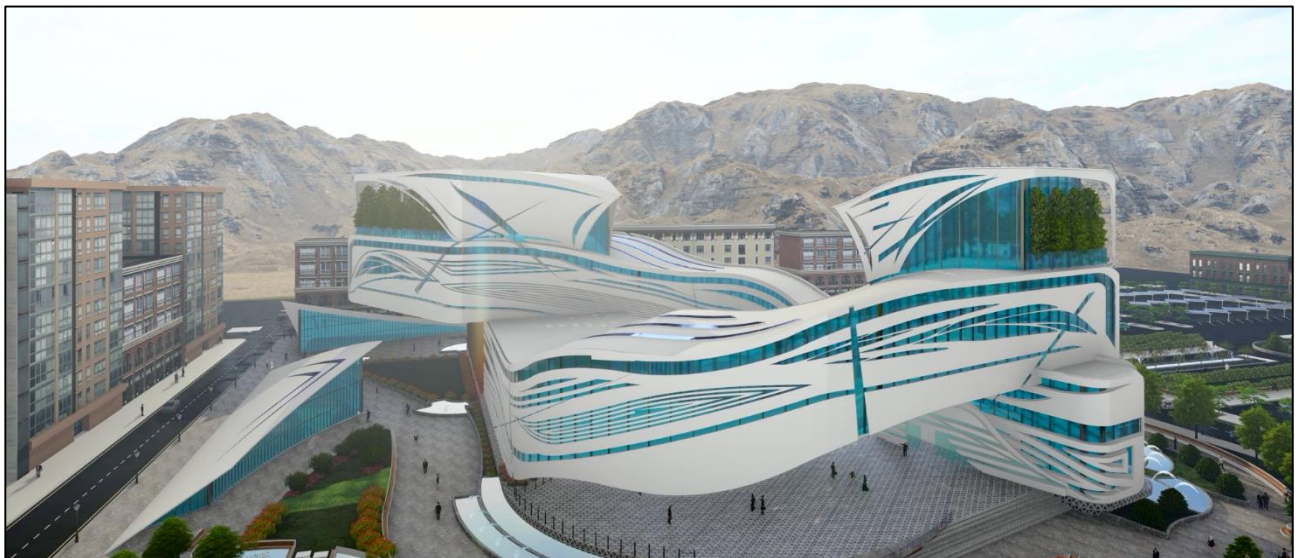


Figure 16 : Vue sur la façade principale du projet



Figure 17 : Vue d'angle du projet



Figure 18 : Vue du côté nord du projet



Figure 19 : Vue sur la façade nord complète



Figure 20 : Vue sur accès sous-sol du projet



Figure 21 : Vue sur l'entrée principale du projet



Figure 22 : Vue sur l'espace de vulgarisation



Figure 23 : Vue sur l'entrée secondaire du projet



Figure 24 : Vue sur parcours du projet

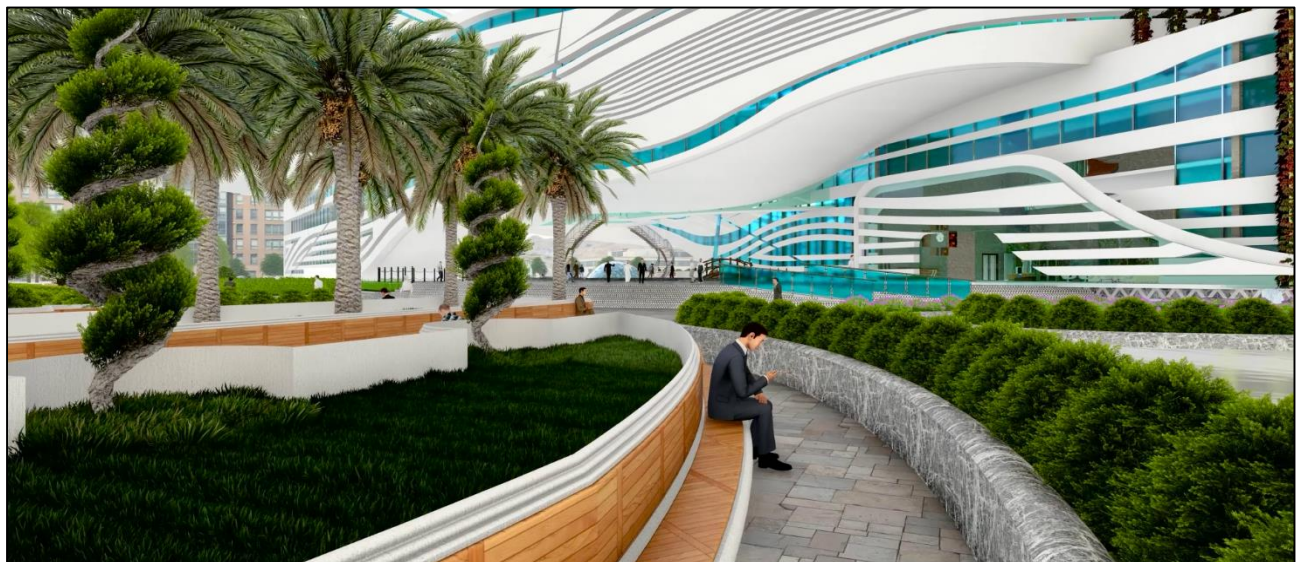


Figure 25 : Vue sur l'espace extérieur du projet



Figure 26 : Vue sur l'entrée du projet



Figure 27 : Vue intérieure du projet (réception)



Figure 28 : Vue intérieure du projet



Figure 29 : Vue intérieure du projet



Figure 30 : Vue du projet depuis le parking



Figure 31 : Vue sur le parking



Figure 32 : Vue de nuit du projet

ANNEXE 02 :

*Plans architecturales
et Structure du projet.*