



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Amar Thelidji-Laghouat



FACULTE : GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE

DEPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par
BENGUESMIA Mohamed

DOMAINE : ARCHITECTURE ET URBANISME ET METIER DE LA
VILLE

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

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

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

Jury de soutenance :

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



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثلجي – الأغواط

كلية: الهندسة المعمارية و الهندسة المدنية
قسم: الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: هندسة معمارية, عمران ومهن المدينة

الشعبة: هندسة معمارية

التخصص: هندسة معمارية و بيئة

عنوان المذكرة: تقييم راحة البيئات الداخلية وترشيد استهلاك الطاقة خلال مرحلة تصميم مختبر العمارة والهندسة المدنية في مدينة الأغواط.

تقديم الطالب: - بن قسمية محمد

الأستاذ المؤطر: - مقدم محمود

ملخص المذكرة

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

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

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

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



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : D'architecture et génie civil

DEPARTEMENT : Architecture

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture et urbanisme et métiers de la ville.

Filière : Architecture.

Option : Architecture Et Environnement.

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

Présenté par : -Benguesmia Mohamed

Encadré par : - Mr. MOKEDDEM Mahmoud

Résumé :

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

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

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

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

Amar Thelidji University - Laghouat



FACULTY: Architecture and Civil Engineering

DEPARTEMENT: Architecture

ABSTRACT OF MASTER MEMORY

Career: Architecture, Urban and Urban professions.

Option: architecture and environment.

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

Presented by: -Benguesmia Mohamed.

Framed by: -Mr. MOKEDDEM Mahmoud.

Abstract:

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

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

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

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

Remerciement

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

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

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury

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

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

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

Les étudiantes : Bengusemia Mohamed.

DEDICACE

EN PREMIER LIEU, JE DEDIE CE MODESTE
TRAVAIL AUX ETRES QUI ME SONT LES PLUS CHERS AU
MONDE, A MES PARENTS QUI SE SONT TOUJOURS
SACRIFIES POUR MA REUSSITE, POUR LEURS
ENCOURAGEMENTS, LEUR PATIENTCE, LEUR SOUTIEN,
LEURS PRECIEUX CONSEILS ET QUI REPRESENTENT MA
GRANDE SOURCE DE VOLONTE PENDANT TOUT MON
CURSUS UNIVERSITAIRE.

A MES FRERES.

A MES SOEURS.

A L'ENSEMBLE DE MA GRANDE FAMILLE.

A MON CHER BINOME.

A MES AMIS.

A TOUT CE QUI M'ONT AIDE DE PRES OU DE
LOIN.

BENGUSEMIA MOHAMED

Table de matières

Dédicaces.....	I
Remerciement	II
Résumes	III
Liste Des Figures	V
Liste Des Tableaux	VI
Introduction générale	1
1.1 Problématique Générale	2
1.2 Les Hypothèses	2
1.3 Structure du mémoire	2
1.4 Méthodologie	3
2 Partie thématique	5
Introduction	5
2.1 Les définitions et terminologie de partie environnementale	5
2.1.1 Développement durable	5
2.1.2 Architecture durable	5
2.1.3 L'architecture vernaculaire	5
2.1.4 L'architecture écologique	5
2.1.5 L'architecture bioclimatique	6
2.1.6 La démarche bioclimatique	6
2.1.7 Stratégie hivernale	6
2.1.8 Stratégie estivale	7
2.1.9 Les bases de l'architecture bioclimatique	8
2.1.10 La protection solaire.....	8
2.1.11 Couleurs des matériaux	9
2.1.12 La véranda	9
2.1.13 L'enveloppe thermique d'une construction	10
2.1.14 Effet de serre	10
2.1.15 La ventilation	10
2.1.16 Bâtiment zéro-énergie	11
2.1.17 Bâtiment basse consommation	11
2.1.18 Bâtiment à énergie positive	12

2.1.19	La maison passive	12
2.1.20	Les labels	12
2.1.21	Climat	14
2.1.22	La végétation	14
2.1.23	Végétation des zones arides	15
2.2	La recherche scientifique	15
2.2.1	Définition de la recherche scientifique	15
2.2.2	Les types de recherche	15
2.2.3	Définition du laboratoire	16
2.2.4	Classification des établissements de la recherche	16
2.2.5	Définition du laboratoire d'architecture	16
2.2.6	Définition du laboratoire de génie civil	16
2.2.7	Définition du laboratoire d'architecture et de génie civil	16
2.3	Analyse des exemples	18
2.3.1	Exemple 01 : Bâtiment de génie civil UMD Swenson.....	18
2.3.2	Exemple 02 : Centre pour des paysages durables (CSL).....	25
	Synthèse	35
3	Etude contextuelle	37
	Introduction	37
3.1	Présentation de la ville de Laghouat	37
3.1.1	Situation géographique	37
3.1.2	Situation astronomique	37
3.1.3	L'accessibilité de Laghouat	37
3.1.4	Limite communale	37
3.1.5	Les conditions climatiques	38
3.1.6	Diagramme psychrométrique	42
3.2	Analyse du site	43
3.2.1	Situation du terrain	44
3.2.2	La forme du terrain	44
3.2.3	Morphologie du terrain	44
3.2.4	Les limites	45
3.2.5	Les données climatiques de site	46
3.2.6	Voisinage	46
	Synthèse	49
	Synthèse générale	50

4	Etude Programmatique	52
	Introduction	52
4.1	Objectif du programme	52
4.2	Structure de laboratoire	52
4.3	Le programme quantitatif des exemples	52
4.4	Les espaces proposés	54
4.5	Programme qualitatif	54
4.6	L'organigramme fonctionnel	61
4.7	Le programme quantitatif proposé	61
5	Partie conceptuelle	85
5.1	Introduction	85
5.2	L'idée mère du projet	85
5.3	La genèse du projet	86
5.3.1	L'état des lieux	86
5.3.2	Choix des accès et mode d'occupation du terrain	86
5.3.3	Les parcours	87
5.3.4	L'affectation des entités	88
5.3.5	Développement de la forme	89
5.4	Affectation des espaces extérieur	97
5.4.1	Conception des espaces extérieur	98
5.5	Plan de masse	104
5.6	Organisation intérieure	105
5.6.1	La hiérarchisation des espaces	105
5.6.2	Le type d'utilisation	106
5.7	Les plans	106
5.8	Organisation intérieure	110
5.9	Les circuits	111
5.10	La circulation	112
5.11	Les coupes	113
5.12	Les façades et les vue 3d	114
5.13	Technique bioclimatique utilisée	119
6	Partie individuelle.....	122
6.1	Confort visuel	123
6.1.1	Introduction	124
6.1.2	Objectif	125

6.1.3	Problématique	126
6.1.4	Hypothèses	127
6.1.5	Thématique de confort visuel	128
6.1.6	Les normes de confort visuel	129
6.1.7	La simulation	130
6.1.8	Les programmes de simulations	131
6.1.9	Paramètre de cas d'étude	132
6.1.10	Présentation du cas d'étude	133
6.1.11	Les jours de simulation	134
6.1.12	Eclairage recommandé	135
6.1.13	La phase de simulation	136
6.1.14	Besoin mensuel	137
6.1.15	Comparaison entre la consommation d'éclairage	138
6.1.16	Conclusion partielle	139
	CONCLUSION GÉNÉRALE	140
	REFERENCES bibliographiques.....	
	Annexe	

LISTES DES FIGURES

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

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

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

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

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

Figure 5 .51: vue rendu réaliste de l'entrée principale.	
Source Auteur.	94
Figure 5 .52: façade Sud Est au trait.	
Source Auteur.	95
Figure 5 .53: façade Nord Est au trait.	
Source Auteur.	96
Figure 5 .54: façade Sud-Ouest au trait.	
Source Auteur.	97
Figure 5..55: façade Nord-Ouest au trait.	
Source Auteur.	98
Figure 5 .56: les techniques bioclimatiques utilisée.	
Source : Auteur.	99
Figure 6 .26:photo de logiciel REVIT. Source : http://www.prodware-innovation-design.fr	124
Figure 6 .27:photo de logiciel Ecotect analyses. Source : https://fr.calameo.com	124
Figure 6 .28:: photo de logiciel pléiades. Source : http://www.izuba.fr	124
Figure 6 .29:photo de logiciel radiance. Source : www.hollerarchitecture.com	125
Figure 6 .30:espace simulé. Source : Auteur.	125
Figure 6 .31:positionnement d'espace d'étude.	
Source : Auteur.....	126
Figure 6 .32: conteur ligne d'éclairage cas d'été 21 juin 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.	127
Figure 6 .33:conteur ligne d'éclairage cas d'été 21 juin 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.	127
Figure 6 .34:conteur ligne d'éclairage cas d'été 21 juin 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.	128
Figure 6 .35:conteur ligne d'éclairage cas d'été 21 juin 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.	128
Figure 6 .36:conteur ligne d'éclairage cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.	
.....	129
Figure 6 .37:conteur ligne d'éclairage cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.	
.....	129
Figure 6 .38:conteur ligne d'éclairage cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.	
.....	130
Figure 6 .39:conteur ligne d'éclairage cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.	
.....	130
Figure 6 .40:consommation mensuelle d'éclairage cas initial.	
Source : Auteur.....	131
Figure 6 .41:conteur ligne d'éclairage cas d'été 21 juin 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.	131
Figure 6 .42:conteur ligne d'éclairage cas d'été 21 juin 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.	132
Figure 6 .43:conteur ligne d'éclairage cas d'été 21 juin 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.	132
Figure 6 .44:conteur ligne d'éclairage cas d'été 21 juin 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.	133
Figure 6 .45:conteur ligne d'éclairage cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.	
.....	133
Figure 6 .46:conteur ligne d'éclairage cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.	
.....	134
Figure 6 .47:conteur ligne d'éclairage cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.	
.....	134
Figure 6 .48:conteur ligne d'éclairage cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.	
.....	135

Figure 6 .49:contour ligne d'éclairement cas d'été 21 juin 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.	135
Figure 6 .50:contour ligne d'éclairement cas d'été 21 juin 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.	136
Figure 6 .51:contour ligne d'éclairement cas d'été 21 juin 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.	136
Figure 6 .52:contour ligne d'éclairement cas d'été 21 juin 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.	137
Figure 6 .53:contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.	137
Figure 6 .54:contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.	138
Figure 6 .55:contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.	138
Figure 6 .56:contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.	139
Figure 6 .57:consommation mensuelle d'éclairage cas final.	139
Figure 6 .58:comparaison de la consommation mensuelle d'éclairage cas initial et cas finale. Source : Auteur.	140

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 .1:les laboratoires de recherche de génie civil et d'architecture au niveau de la ville du Laghouat. Source : université de Laghouat	2
Tableau 2 .1: coefficient des matériaux et leur coefficient.	9
Tableau 2 .2: Comparaisant entre BREEAM HQE LEED source : http://www.alto2.ca	13
Tableau 3 .1: la vitesse de vent en fonction des nombres de jours. Source : Auteur.	39
Tableau 3 .2: degré du soleil annuel. Source : https://weatherspark.com	41
Tableau 4 .1: tableau de programme quantitatif d'exemple de Centre pour des paysages durables CSL. Source Auteur.	53
Tableau 4 .2 : tableau quantitatif d'exemple de Centre de recherche. Source : Auteur.	53
Tableau 4 .3 : tableau quantitatif d'exemple de Bâtiment de génie civil UMD Swenson. Source : Auteur.	53
Tableau 4 .4: tableau des espaces proposé.	54
Tableau 4 .5: tableau qualitatif . Source : building type basics for research laboratories -Stephen A. Kliment, Series Founder and Editor-JOHN WILEY & SONS, INC. hadi dar nacher-New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto 2001.	60
Tableau 4 .6 : le programme quantitatif proposé. Source : Auteur.	6
	117
Tableau 6 .10 : paramètre de sac d'étude. Source : Auteur.	125
Tableau 6 .11 : tableau représenté les jours de simulation avec leurs caractéristiques. Source : Auteur.	126
Tableau 6 .12: Les résultats du cas 1 21juin 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur.	127
Tableau 6 .13:Les résultats du cas 1 21juin 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur.	127
Tableau 6 .14:Les résultats du cas 1 21juin 9:00h ciel couverte. Source : Auteur.	128
Tableau 6 .15:Les résultats du cas 1 21juin 15:00h ciel couverte. Source : Auteur.	129

Tableau 6 .16:Les résultats du cas 1 21décembre 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur.	129
Tableau 6 .17:Les résultats du cas 1 21décembre 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur.	129
Tableau 6 .18:Les résultats du cas 1 21décembre 9:00h ciel couverte. Source : Auteur.	130
Tableau 6 .19:Les résultats du cas 1 21décembre 15:00h ciel couverte. Source : Auteur.	131
Tableau 6 .20:Les besoins mensuel d'éclairage en (W) cas 1. Source :	131
Tableau 6 .21:Les résultats du cas 2 21juin 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur.	132
Tableau 6 .22:Les résultats du cas 2 21juin 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur	132
Tableau 6 .23:Les résultats du cas 2 21juin 9:00h ciel couverte. Source : Auteur	132
Tableau 6 .24:Les résultats du cas 2 21juin 15:00h ciel couverte. Source : Auteur	133
Tableau 6 .25:Les résultats du cas 2 21décembre 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur	133
Tableau 6 .26:Les résultats du cas 2 21décembre 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur	134
Tableau 6 .27:Les résultats du cas 2 21décembre 9:00h ciel couverte. Source : Auteur	134
Tableau 6 .28:Les résultats du cas 2 21décembre 15:00h ciel couverte. Source : Auteur	135
Tableau 6 .29:Les résultats du cas 3 21juin 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur	135
Tableau 6 .30:Les résultats du cas 3 21juin 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur	136
Tableau 6 .31:Les résultats du cas 3 21juin 9:00h ciel couverte. Source : Auteur	136
Tableau 6 .32:Les résultats du cas 3 21juin 15:00h ciel couverte. Source : Auteur	137
Tableau 6 .33:Les résultats du cas 3 21décembre 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur	137
Tableau 6 .34:Les résultats du cas 3 21décembre 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur	138
Tableau 6 .35:Les résultats du cas 3 21décembre 9:00h ciel couverte. Source : Auteur	138
Tableau 6 .36:Les résultats du cas 3 21décembre 15:00h ciel couverte. Source : Auteur	139
Tableau 6 .37:Les besoins mensuel d'éclairage en (W) cas 3	139
Tableau 6 .38:Les besoins mensuel d'éclairage en (W) pour le cas 1 et cas 3.source : auteur	

INTRODUCTION

GENERALE

Introduction générale :

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

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

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

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

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

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

1.1 Problématique Générale :

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

A cet effet, une allure particulière est venue accorder au secteur de recherche scientifique et technologique à la ville de Laghouat, à cause du manque des laboratoires des recherche scientifique dans cette ville, en raison de la position concentrée du laboratoire au nord du pays. Pour le domaine du bâtiment un grand manque des laboratoires de recherches, surtout dans le domaine de construction par un seul laboratoire de recherche.

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

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

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

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

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

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

Objectifs :

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

1.2 Les Hypothèses :

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

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

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

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

1.3 Structure du mémoire :

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

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

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

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

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

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

1.4 Méthodologie :

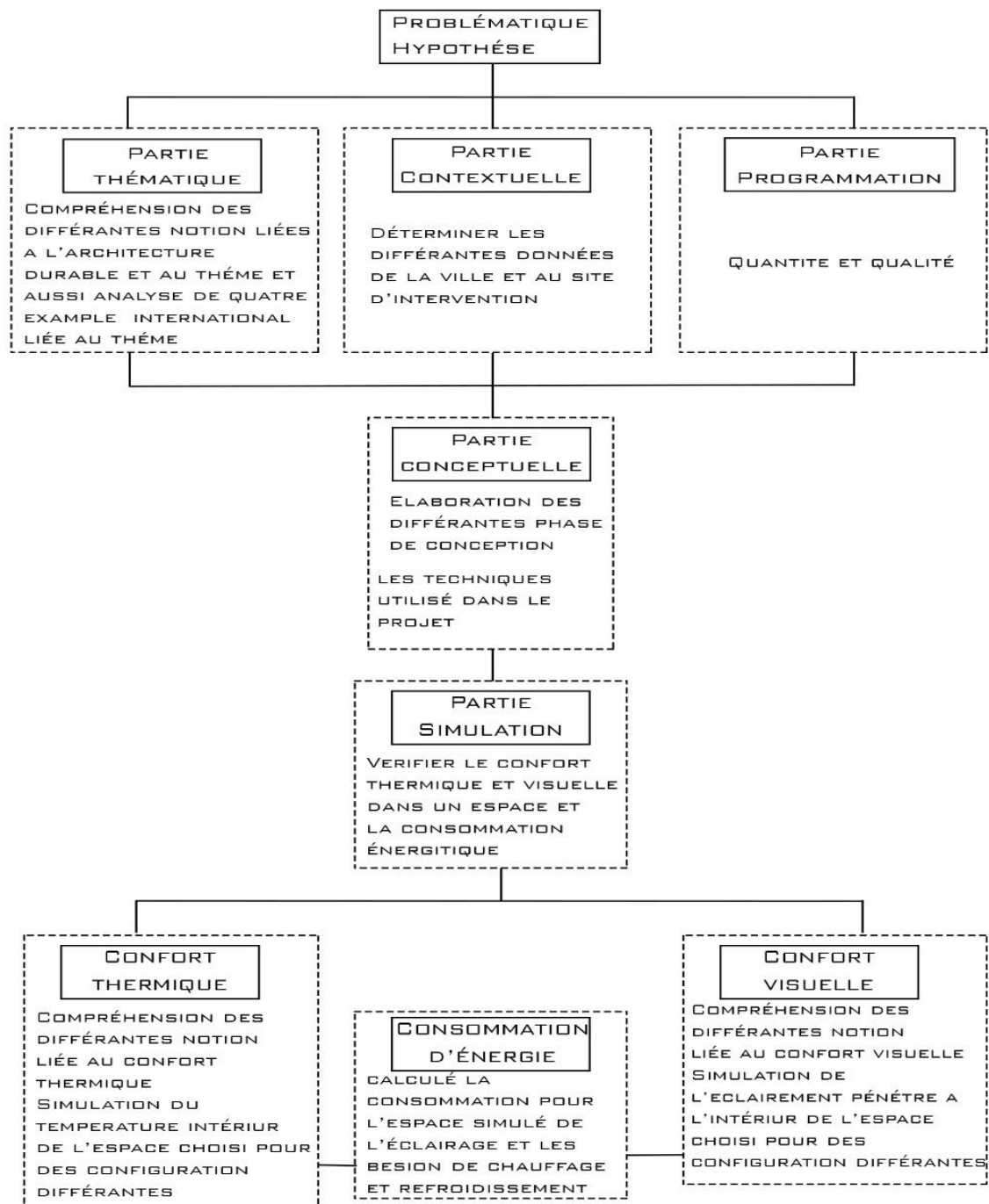


Figure 1. 1: Méthodologie

Source : Autres

CHAPITRE 01
ETUDE
THEMATIQUE

Partie thématique :

Introduction :

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

2.1 Les définitions et terminologie de partie environnementale :

2.1.1 Développement durable :

Le développement durable est un << Développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs >>.

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

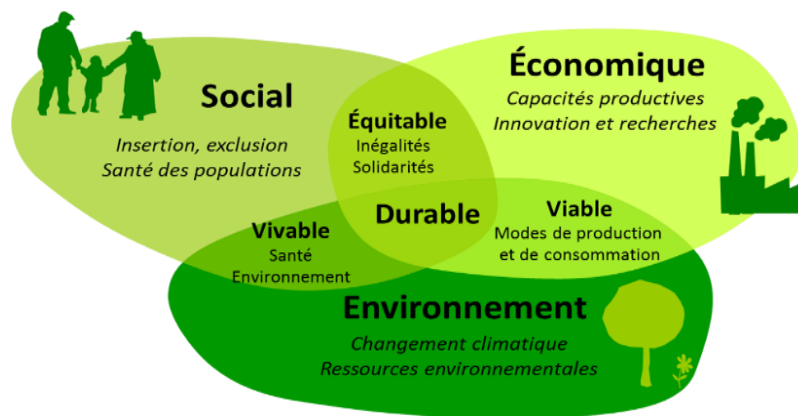


Figure 2. 1: Les piliers du développement durable Source : http://www.bio_a_la_lune.com.

2.1.2 Architecture durable :

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

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

2.1.3 L'architecture vernaculaire :

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

2.1.4 L'architecture écologique :

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

¹ Rapport Brundtland.

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

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

2.1.5 L'architecture bioclimatique :

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

2.1.6 La démarche bioclimatique :

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

2.1.7 Stratégie hivernale :

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

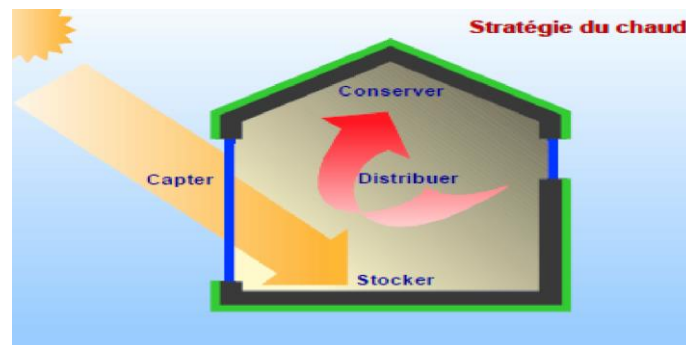


Figure 2. 2 : Les principes du confort d'hiver.
Source : <http://www.lauragais-habitat.com>

Capter :

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

Stocker :

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

Conserver :

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

Distribuer :

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

⁴ La maison écologique, Louise Ranck, Mai 2009, Page 6-7.

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

⁶ <https://www.bioclimatik.pro>.

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

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

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

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

2.1.8 Stratégie estivale :

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

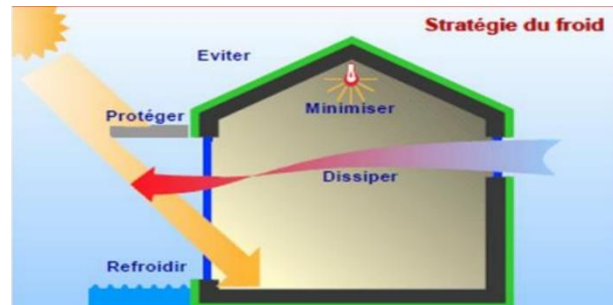


Figure 2. 3: Les principes du confort d'été.
Source : <http://www.lauragais-habitat.com>

Contrôler (Protéger) :

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

Éviter :

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

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

Dissiper (Ventiler) :

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

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

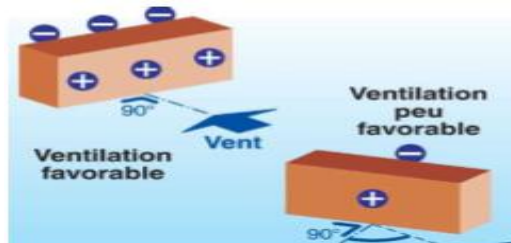


Figure 2. 5: Impact de l'incidence du vent sur l'efficacité de la ventilation traversante.
Source : traité d'architecture et d'urbanisme

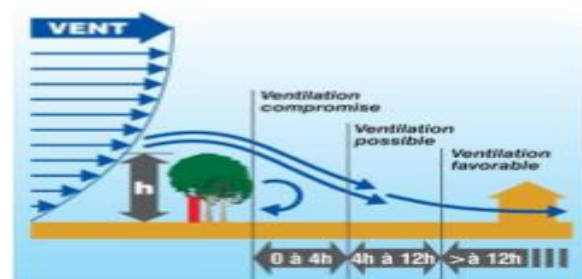


Figure 2. 4: Potentiel de ventilation d'un bâtiment en fonction de l'éloignement d'un obstacle aérodynamique
Source : traité d'architecture et d'urbanisme

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

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

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

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

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

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

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

Rafrachir (Refroidir) :

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

Minimiser :

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

2.1.9 Les bases de l'architecture bioclimatique :

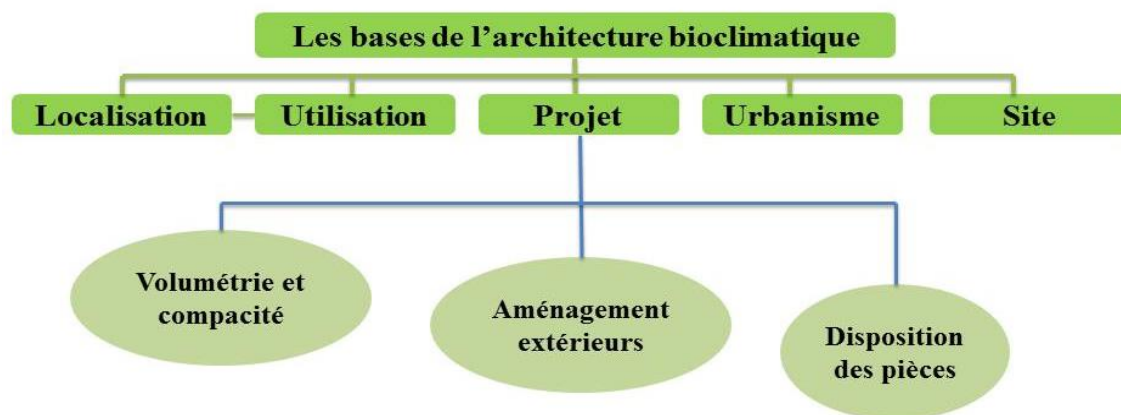


Figure 2. 6: Les bases de l'architecture bioclimatique.

Source ; atba –Stéphane Fuchs architecte et collaborateurs - novembre 2007

2.1.10 La protection solaire

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

La configuration de l'auvent dépend de l'orientation, de la latitude et de la durée pendant laquelle le soleil doit être caché¹⁹

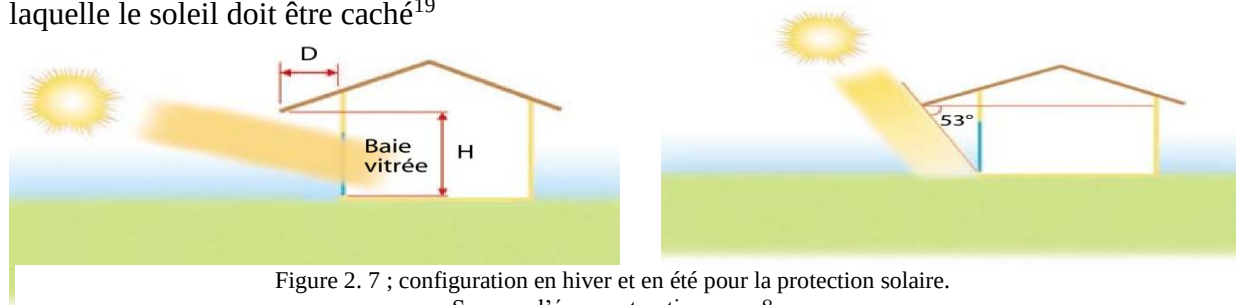


Figure 2. 7 ; configuration en hiver et en été pour la protection solaire.

Source : l'écoconstruction page 8

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

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

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

¹⁹ l'écoconstruction page 8.

2.1.11 Couleurs des matériaux :

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

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

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

2.1.12 La véranda :

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

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

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

²⁰ l'écoconstruction page 5.

²¹ l'écoconstruction page 5.

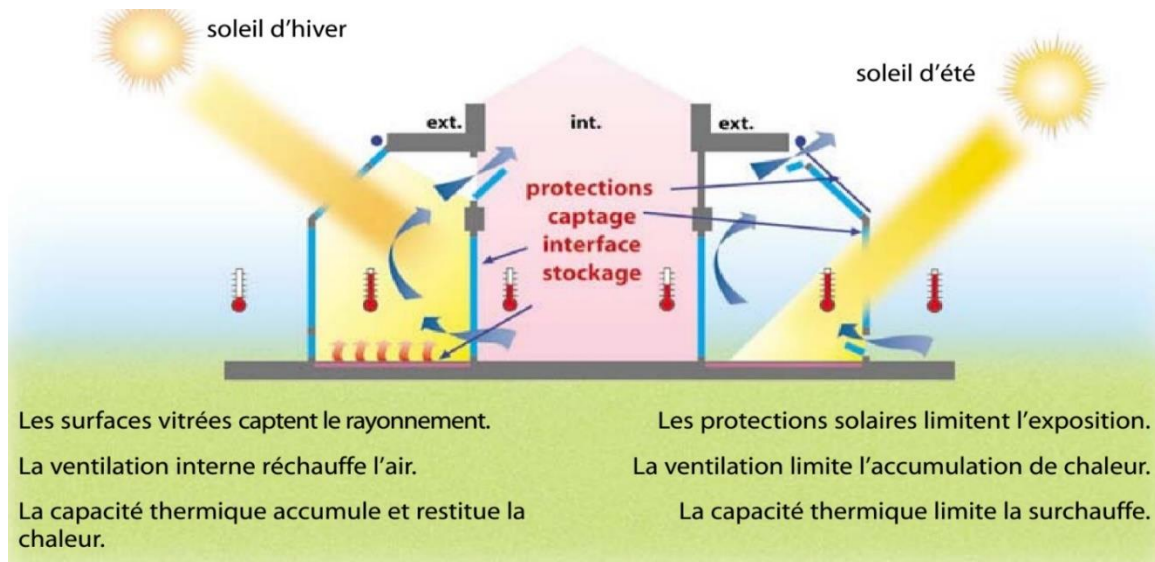


Figure 2. 8:: fonctionnement des serres .

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

2.1.13 L'enveloppe thermique d'une construction :

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

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

2.1.14 Effet de serre :

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

2.1.15 La ventilation :

Ventilation naturelle :

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

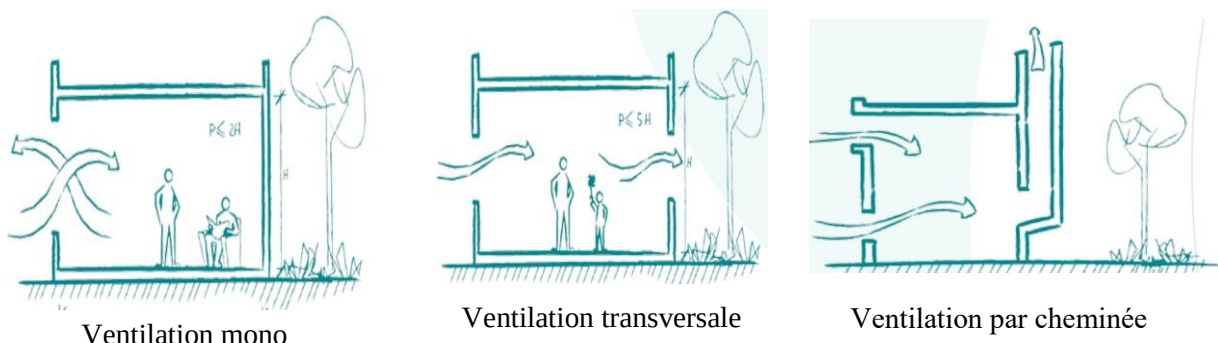


Figure 2. 9: type des ventilations naturel.

Source : <http://www.souchier-boullet.com>.

²² Bernstein, D. et al 1997.

²³ Guignard, S. 2010.

²⁴ Auteur

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

Ventilation Mécanique :

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

On a démontré quelque system de ventilation mécanique qui sont :

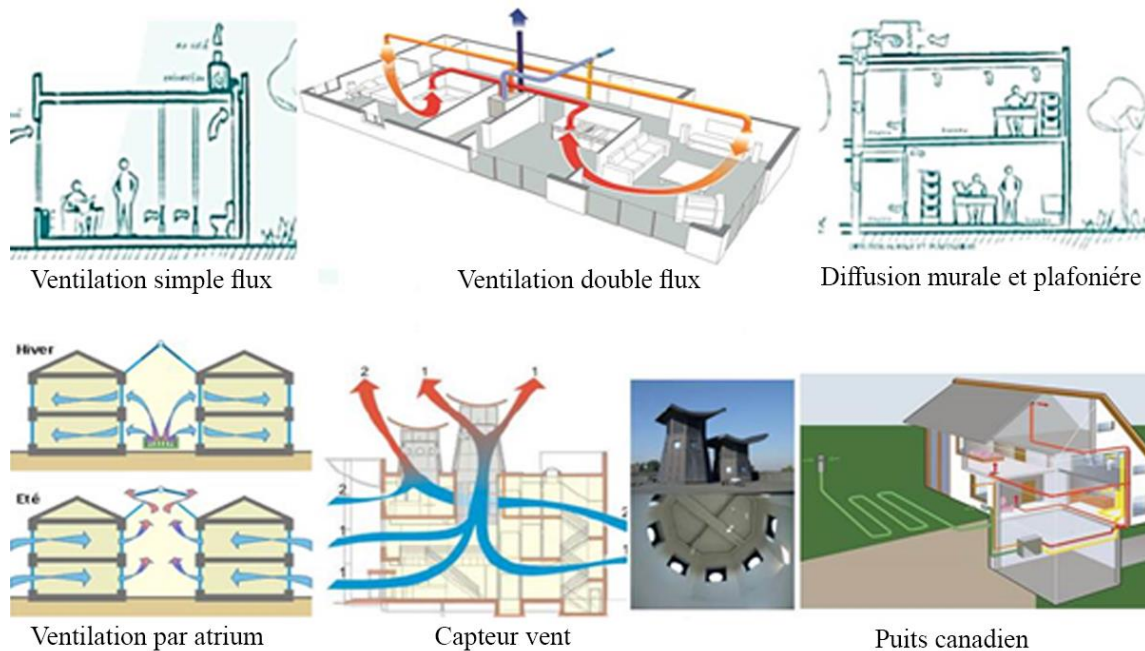


Figure 2. 10: type des ventilations mécaniques.
Source : <https://www.futura-sciences.com>.

2.1.16 Bâtiment zéro-énergie :

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

2.1.17 Bâtiment basse consommation :

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

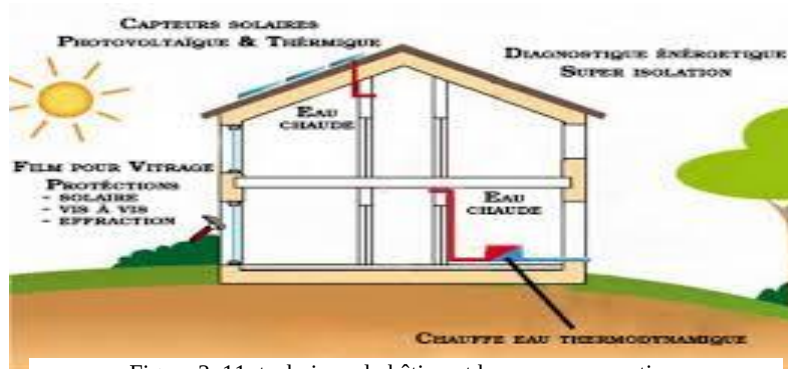


Figure 2. 11: technique du bâtiment basse consommation.
Source : <http://www.construiremamaison.net>.

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

²⁷ energie.wallonie.be.

²⁸ La maison écologique, Louise Ranck, Mai 2009, Page 6.

2.1.18 Bâtiment à énergie positive :

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

2.1.19 La maison passive :

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

Les quatre piliers de Bâtiment passive :

- ✓ La maîtrise de l'énergie.
- ✓ La ventilation.
- ✓ Les ouvertures.
- ✓ L'étanchéité.³¹

2.1.20 Les labels :

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



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

²⁹ Construction écologique quelques définitions, CAUE de la Martinique Page 1.

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

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

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

Comparaissant entre BREEAM HQE LEED :

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

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

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

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

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

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

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

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

³³ Aueur.

2.1.21 Climat :

Ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'atmosphère et son évolution en un lieu donné.³⁴

Climat des zones arides :

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

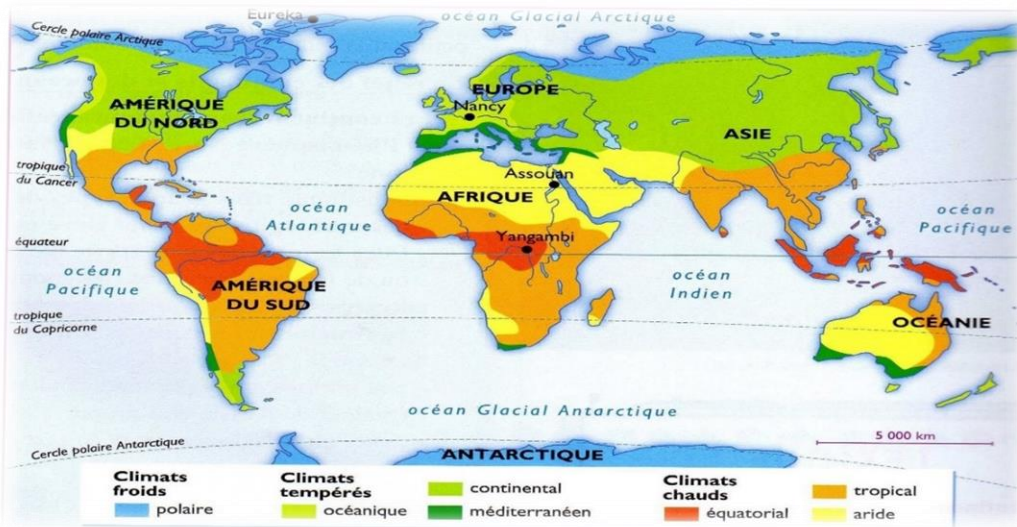


Figure 2. 13: les facteurs climatiques.
Source : <https://science7.blogspot.com>.

2.1.22 La végétation :

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

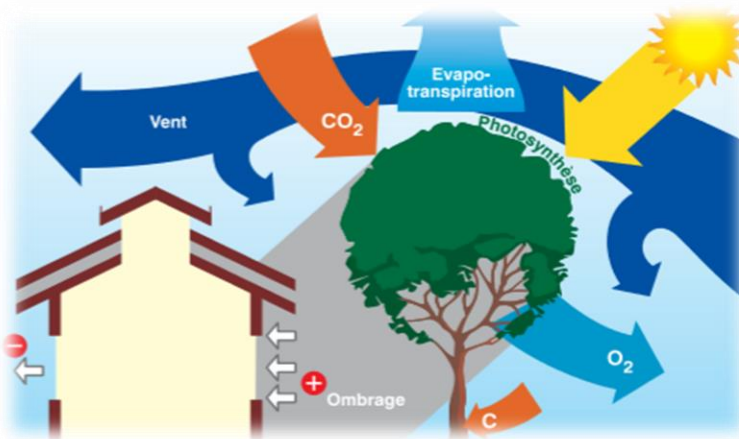


Figure 2. 14: Les différents effets de la végétation
Source : traité d'architecture et d'urbanisme.

³⁴ Dfinition_du_climat.<http://www.cndp.fr>.

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

³⁶ Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Alain Liébard et André De Herde, 2005 Page 77a.

2.1.23 Végétation des zones arides :

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

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

2.2 La recherche scientifique :

2.2.1 Définition de la recherche scientifique :

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

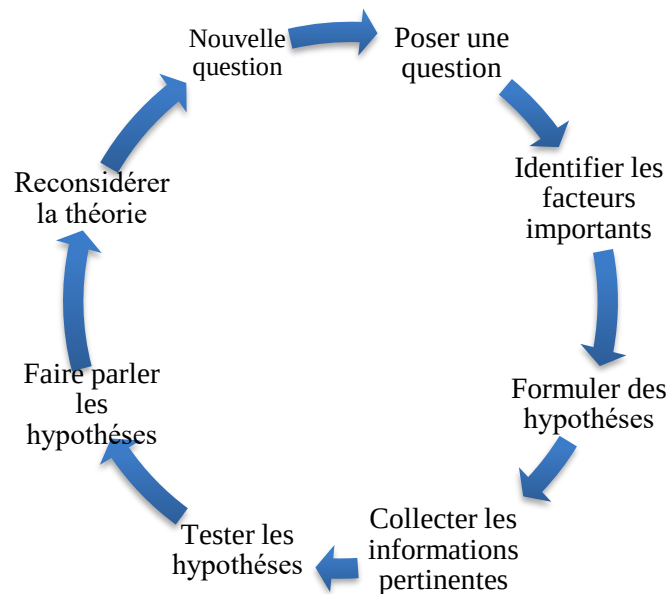


Figure 2. 15: Recherche par où commencer ?
Source : <http://www2.ift.ulaval.ca>

2.2.2 Les types de recherche :

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

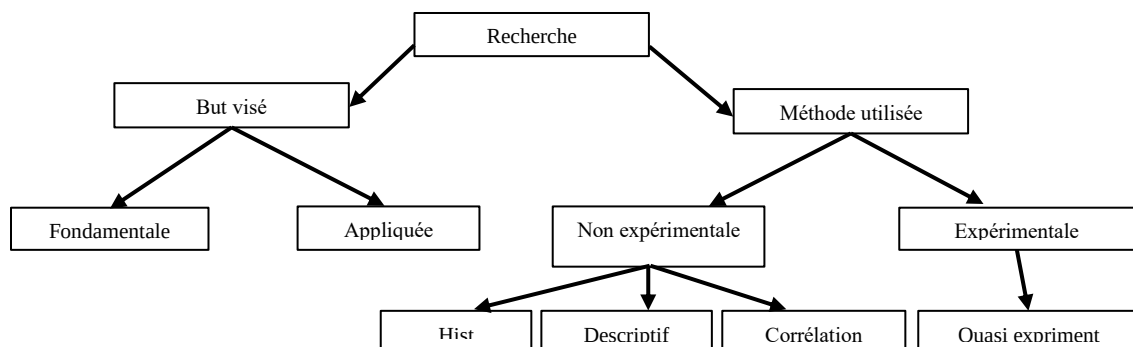


Figure 2. 16: les types de la recherche scientifique.
Source : Auteur

³⁷ <https://explorable.com/fr>.

³⁸ <http://www2.ift.ulaval.ca>.

2.2.3 Définition du laboratoire :

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

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

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

Unité de recherche :

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

Centre de la recherche :

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

Agence de recherche :

C'est un établissement qui finance les projets de la recherche scientifique.⁴³

2.2.5 Définition du laboratoire d'architecture :

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

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

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

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

2.2.6 Définition du laboratoire de génie civil :

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

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

³⁹ <http://www.cpp-sudmed2.fr>.

⁴⁰ <http://www.dgrsdt.dz>.

⁴¹ <http://www.dgrsdt.dz>.

⁴² <http://www.dgrsdt.dz>.

⁴³ <http://www.dgrsdt.dz>.

⁴⁴ Bechara Helal and Enrique Ramirez- Recent Mutations of the Architectural Laboratory

⁴⁵ <https://fr.scribd.com>.

CHAPITRE 02
ETUDE
ANALYTIQUE

Introduction :

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

2.3 Analyse des exemples :**2.3.1 Exemple 01 : Bâtiment de génie civil UMD Swenson****Swenson****2.3.1.1 Fiche technique :**

- ✓ **Architectes** : Architectes Ross-Barney.
- ✓ **Emplacement** : Duluth, MN, États-Unis.
- ✓ **Architecte** : Architectes Ross-Barney.
- ✓ **Chef de projet** : Carol Ross Barney, FAIA.
- ✓ **Architecte de record** : SJA Architectes.
- ✓ **Surface** : 35300.0 m².⁴⁶



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

2.3.1.2 Plan de situation :

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



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

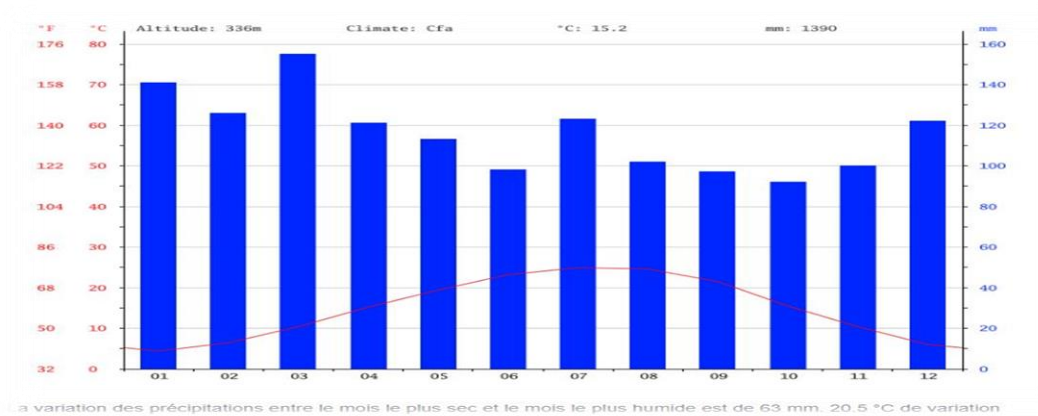
2.3.1.3 Climat :

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

⁴⁶ <https://www.archdaily.com>.

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

2.3.1.4 L'accessibilité et les axes mécanique :

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

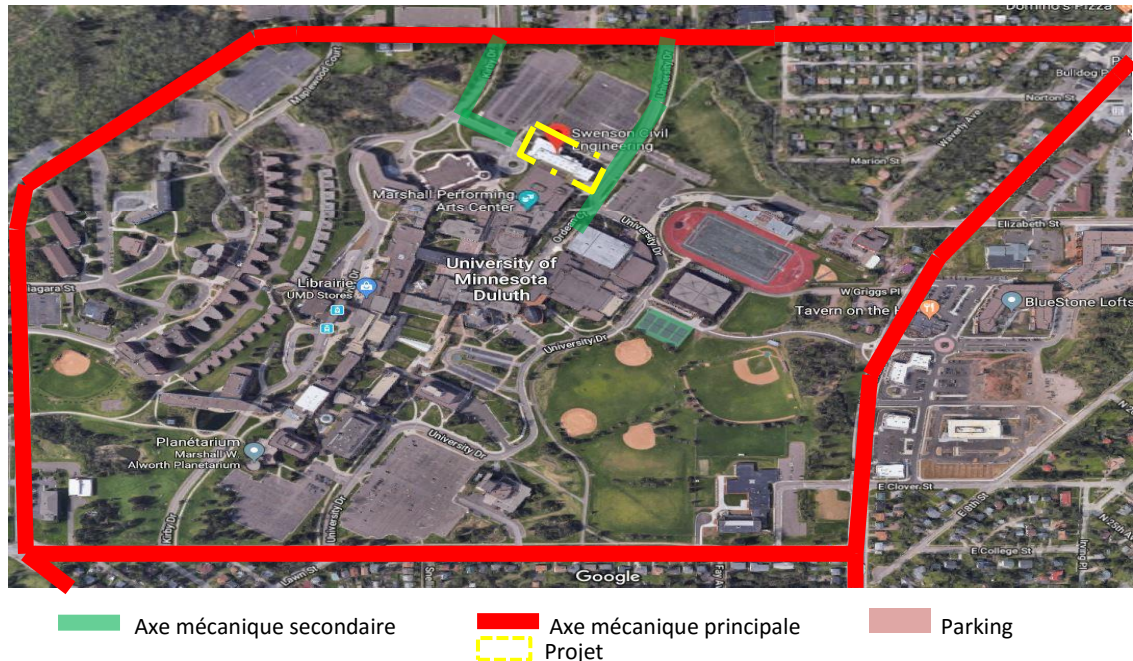


Figure 2. 20: l'accessibilité de l'Université du Minnesota Duluth a états- unis.
Source : Google earth.

2.3.1.5 Limite et voisinage proche :

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

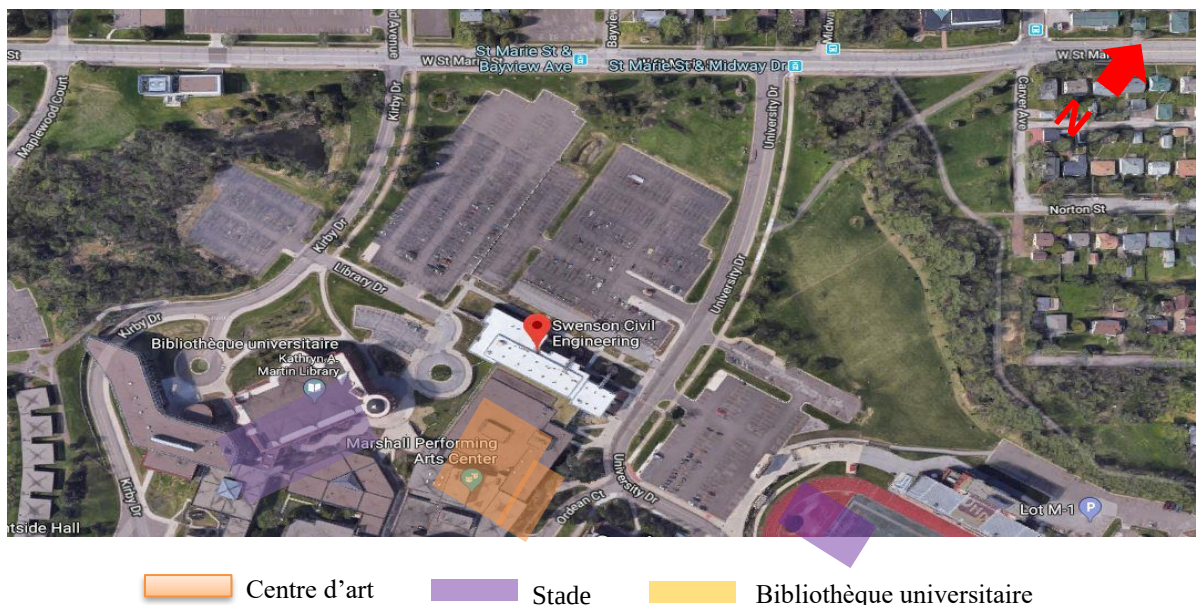


Figure 2. 21: limite et voisinage proche de bâtiment de génie civile UMD Swenson.
Source : Google earth.

⁴⁷ <https://fr.climate-data.org>.

2.3.1.6 Orientation de projet :

Le projet orienté vers Nord-Est Sud-Est

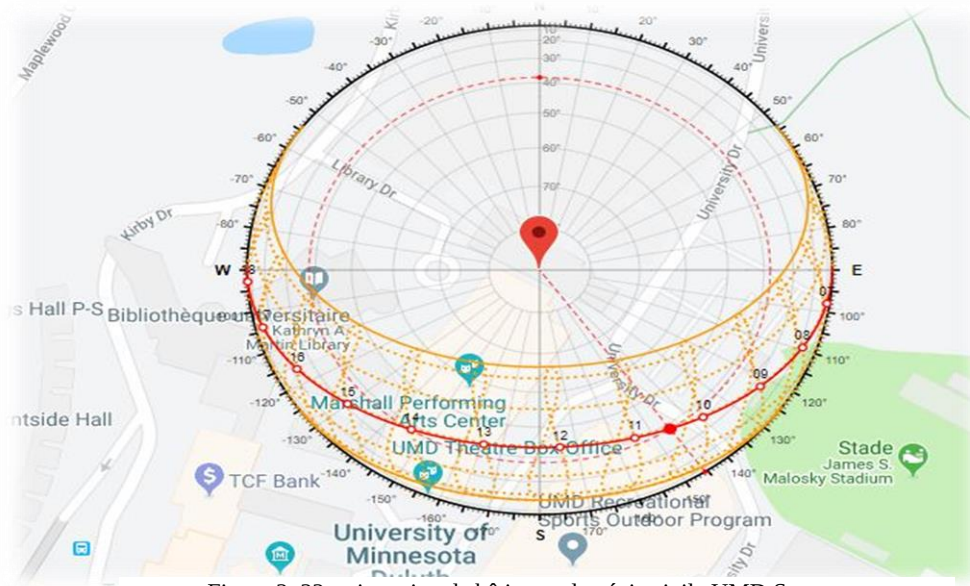


Figure 2. 22: orientation de bâtiment de génie civile UMD Swenson.

Source : Google maps..

2.3.1.7 L'analyse du plan de masse :

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

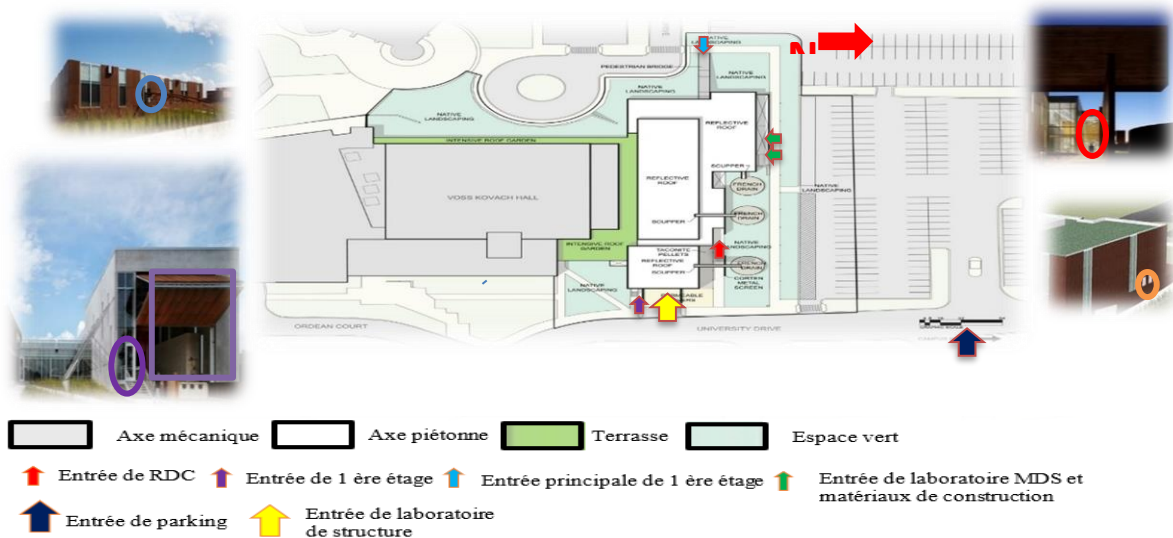


Figure 2. 23: plan de masse.

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

2.3.1.8 La volumétrie :

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

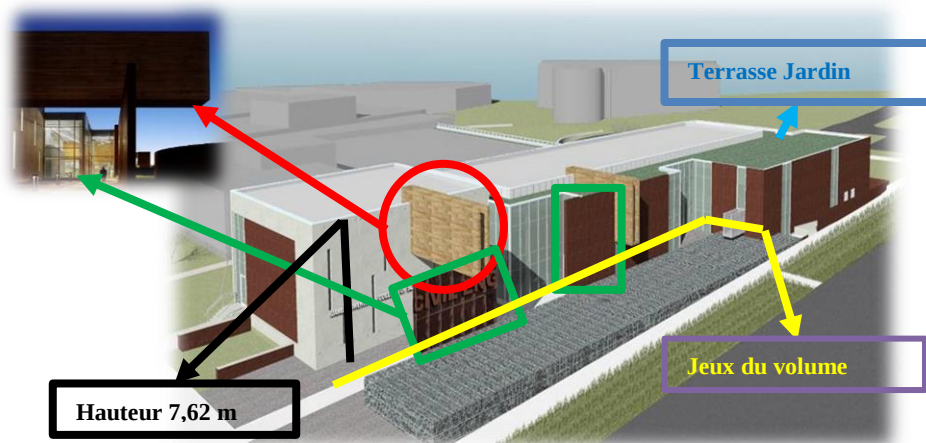


Figure 2. 24: la volumétrie de bâtiment génie civile UMD.
Source : <https://www.archdaily.com>.

2.3.1.9 Analyse architecturale :

2.3.1.9.1 Organisation intérieure :

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

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



Plan de RDC

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

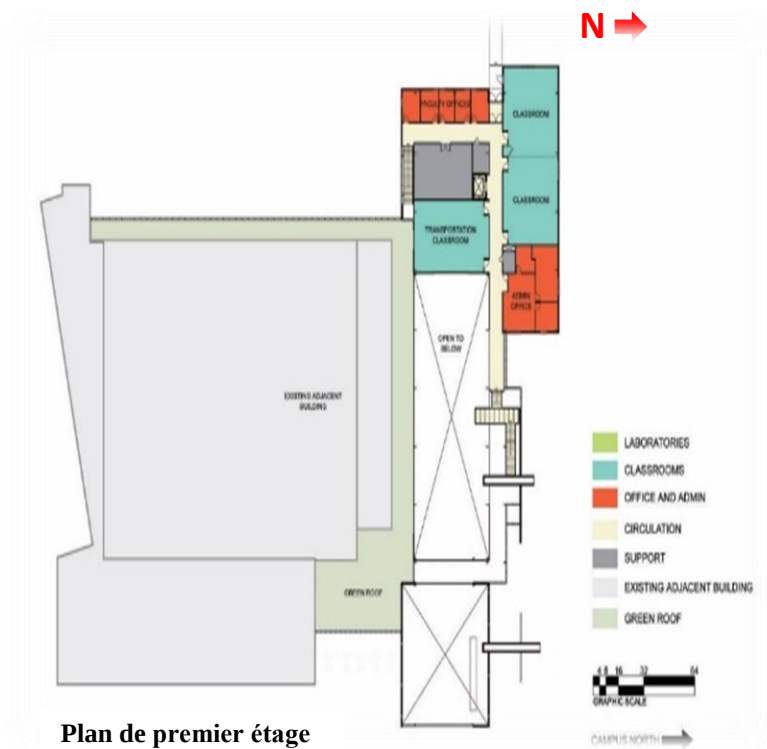


Figure 2. 25 : Plan de premier étage de bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source : <https://www.archdaily.com>.

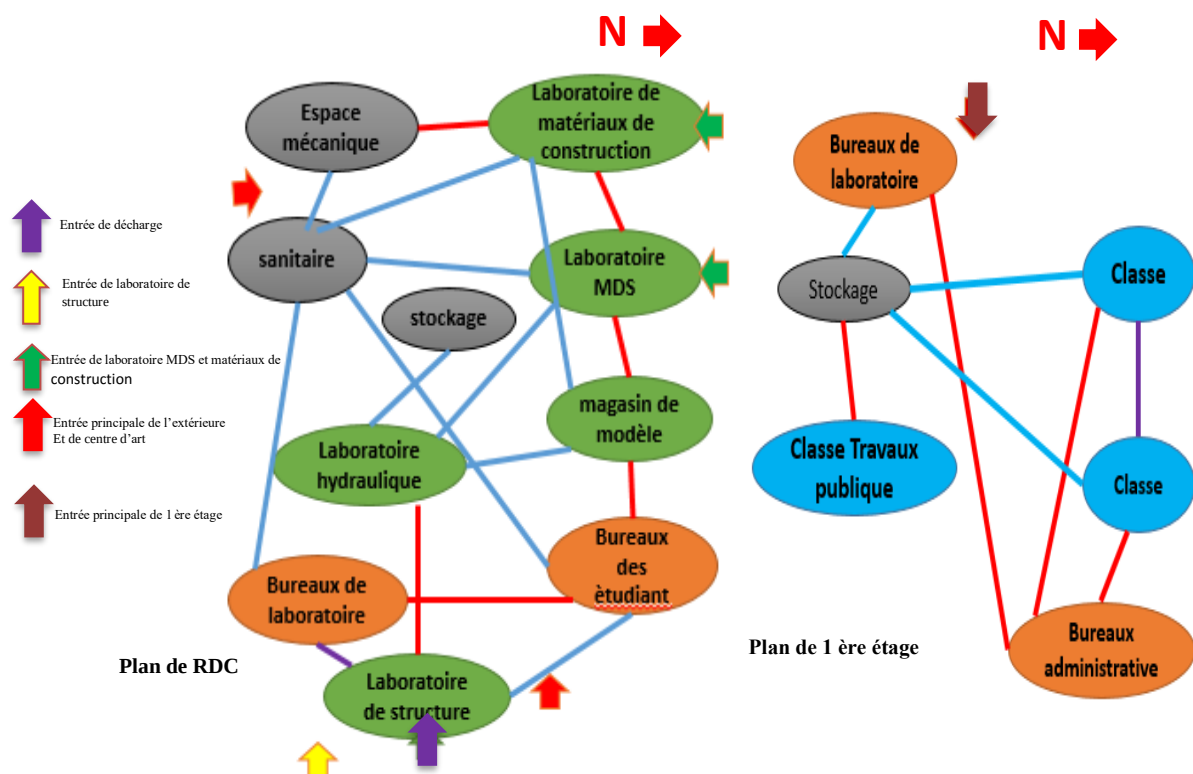


Figure 2. 26: organisation intérieure de bâtiment de génie civile UMD Swenson. Source : Auteur

2.3.1.9.2 Circulation :

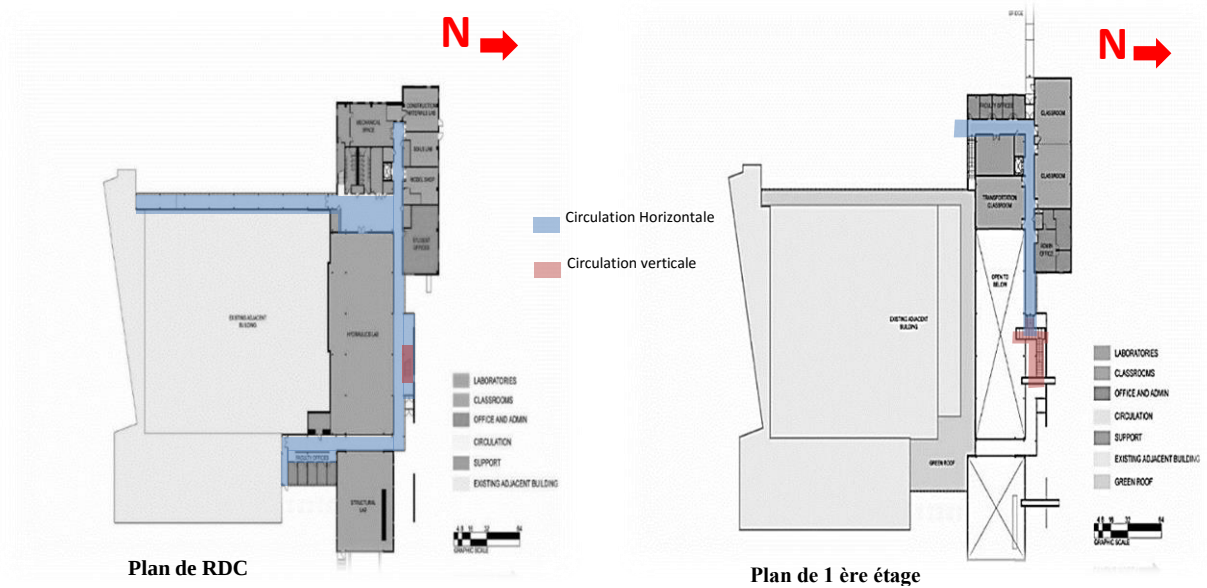


Figure 2. 27: circulation verticale et horizontale de bâtiment de génie civile UMD Swenson.
Source : <https://www.archdaily.com>.

2.3.1.9.3 Analyse des façades :

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

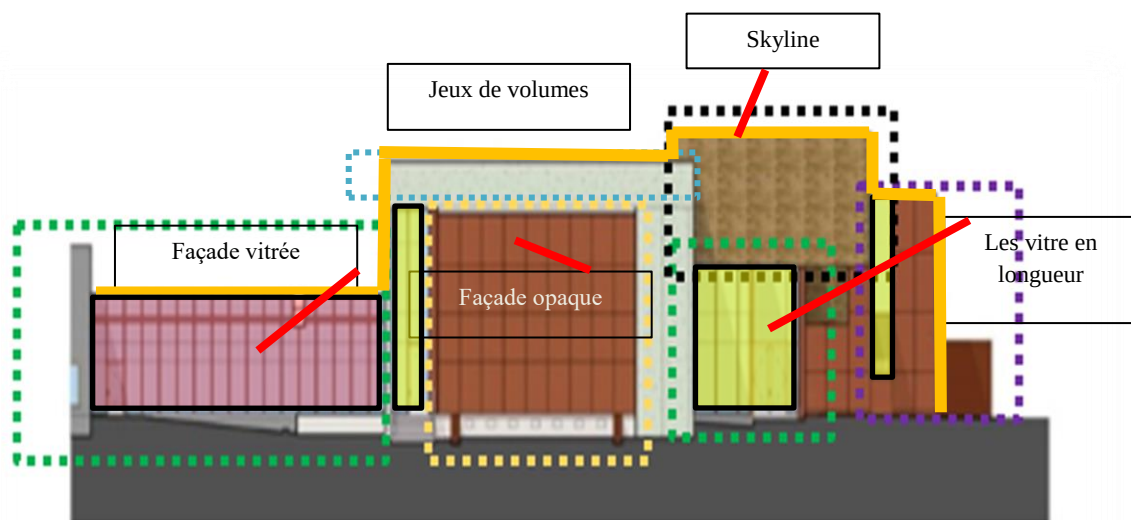


Figure 2. 28: Façade Est de bâtiment de génie civile UMD Swenson.
Source : <https://www.archdaily.com>.

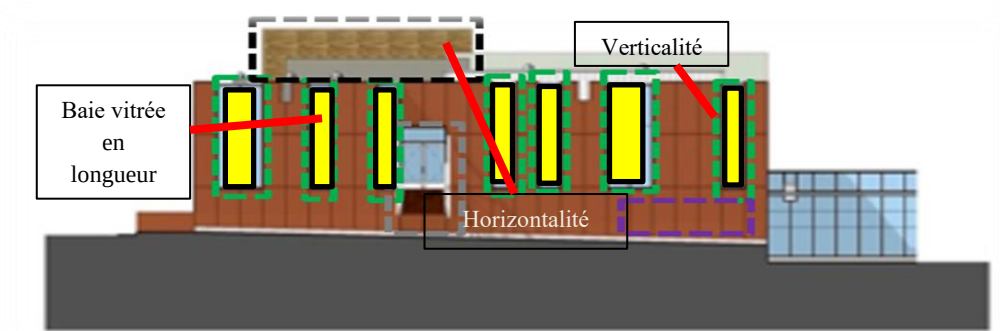


Figure 2. 29: façade Ouest de bâtiment de génie civile UMD Swenson.
Source : <https://www.archdaily.com>.

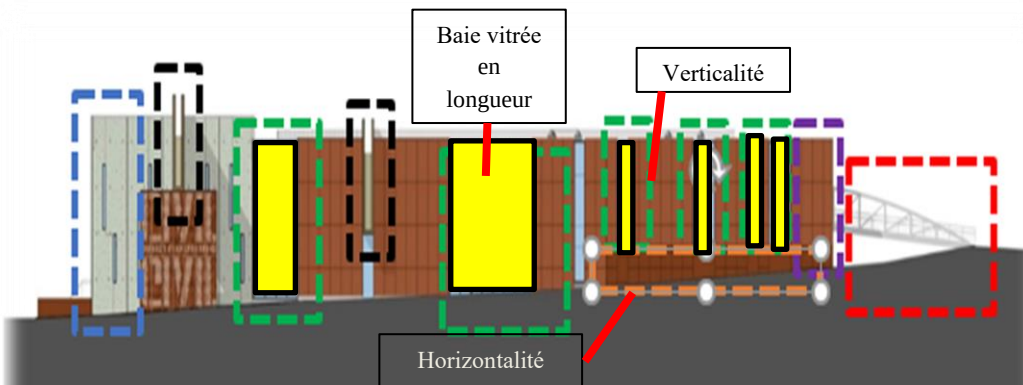


Figure 2. 30: façade Nord de bâtiment de génie civile UMD Swenson.
Source : <https://www.archdaily.com>.

2.3.1.9.4 Les techniques et les solutions bioclimatiques :

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

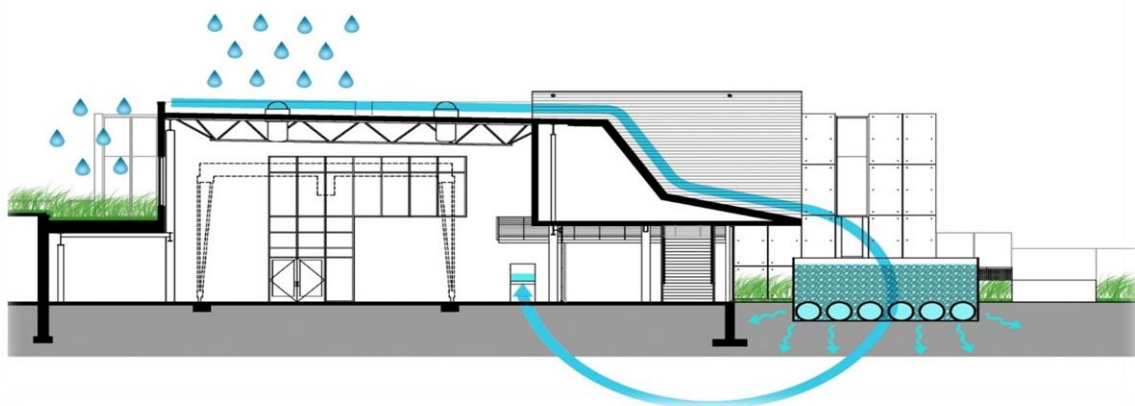


Figure 2. 31: système bioclimatique de bâtiment de génie civile UMD Swenson.
Source : <https://www.archdaily.com>

⁴⁸ <https://www.archdaily.com>.

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

2.3.2.1 Fiche technique :

- ✓ **Nom** : Phipps Conservatoire, Centre pour des paysages durables (CSL).
- ✓ **Localisation** : Pittsburgh, Pennsylvanie, États-Unis.
- ✓ **Occupant** : Phipps Employés / Chercheurs Universitaires.
- ✓ **Fonction** : salle de classe / bureau / conférence/Education / Administration / Recherche.
- ✓ **Superficie** : Surface totale : 10724,17 m², superficie du bâtiment : 994 m², Surface de plancher brute du projet : 2262.2 m².
- ✓ **Étages** : 3 étages.
- ✓ **Construction** : déc. 2010 - avril 2012.
- ✓ **Coût** : 20 millions de dollars.
- ✓ **Contexte** : Urbain / Site de friches contaminées.
- ✓ **Objectifs de durabilité** :
 1. Bâtiment à consommation énergétique nette zéro.
 2. LEED Platine.
 3. Défi du bâtiment vivant.
 4. Certification des sites pour les paysages.⁴⁹



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

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

2.3.2.2 Plan de situation :

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



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

Source : Google earth.

2.3.2.3 Climat :

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

⁴⁹ <https://www.engr.psu.edu>.

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

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

Météo annuelle à proximité de Pittsburgh

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

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

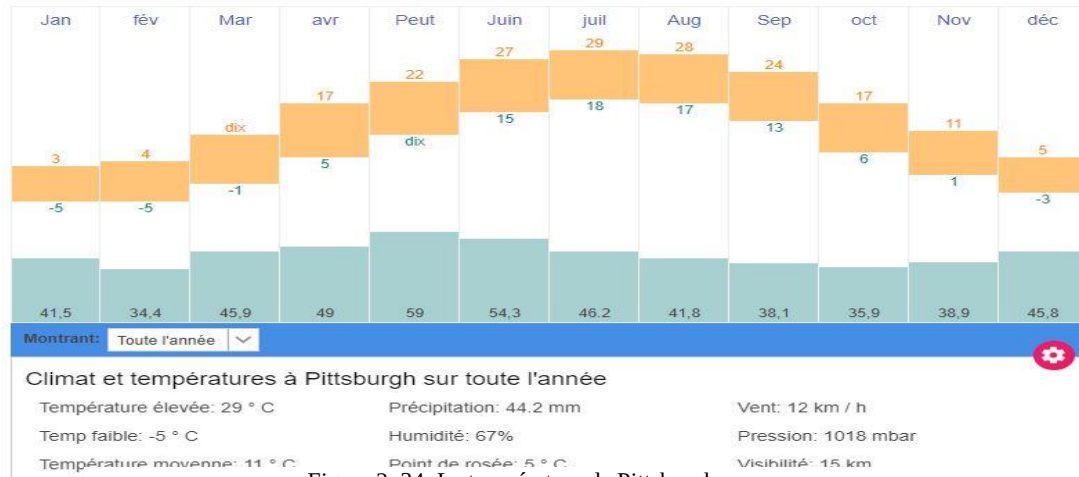


Figure 2. 34: Le température de Pittsburgh.

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

2.3.2.4 L'accessibilité et les axes mécaniques :

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

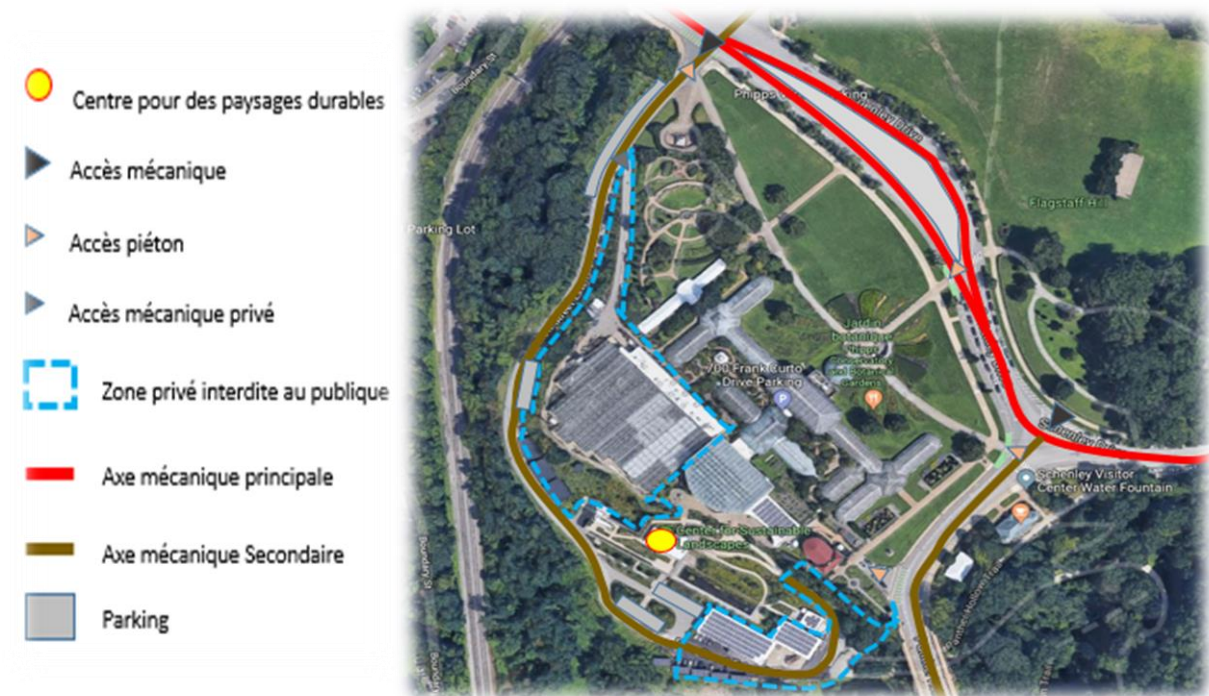


Figure 2. 35: l'accessibilité de Centre pour des paysages durables (CSL).

Source : Google earth.

⁵⁰ <https://www.quora.com>.

2.3.2.5 L'analyse du plan de masse :

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

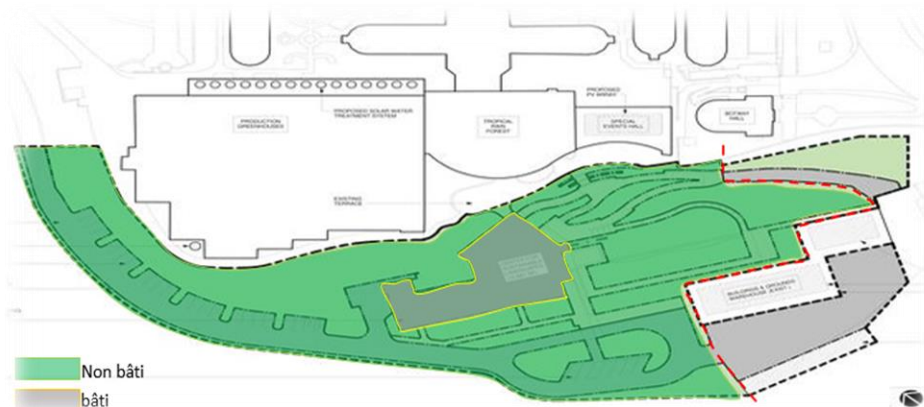


Figure 2. 36: la surface bâti et non bâti de Centre pour des paysages durables (CSL).
Source : <https://fr.inforandum.com>.

2.3.2.6 Limite et voisinage proche :

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



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

2.3.2.7 Orientation de projet :

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



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

2.3.2.7.1 Etude des plans :

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

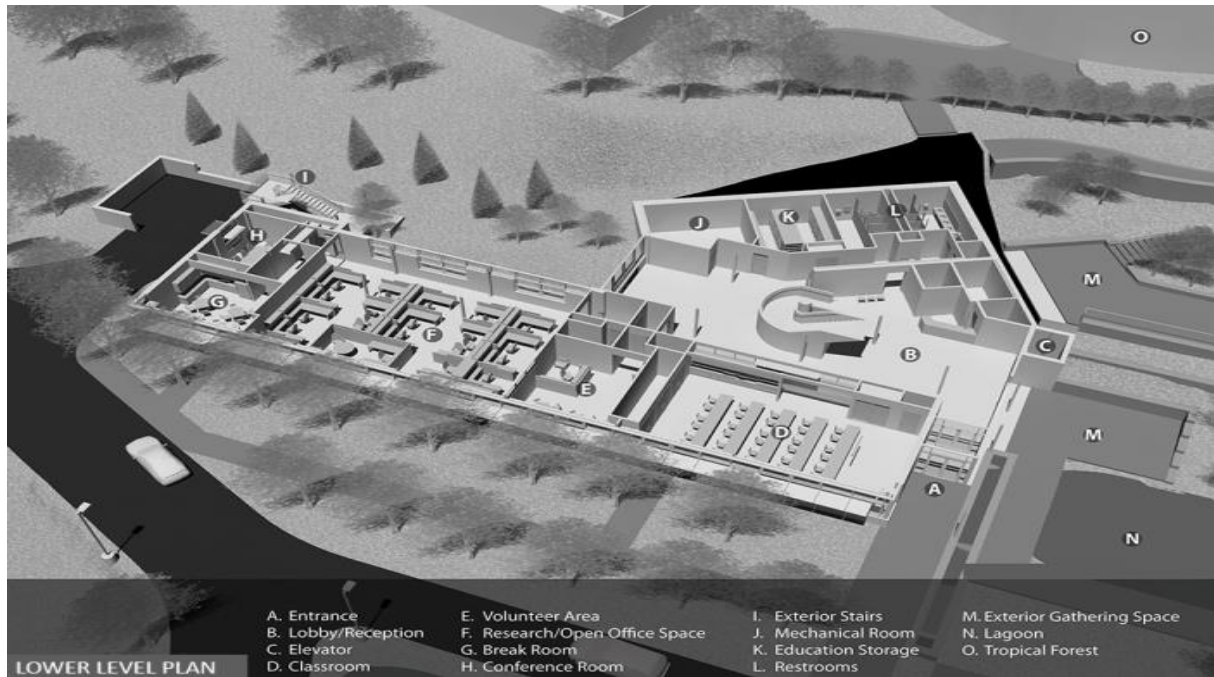


Figure 2. 39: plan de Rez de chaussée.
Source : <https://fr.inforandum.com>.

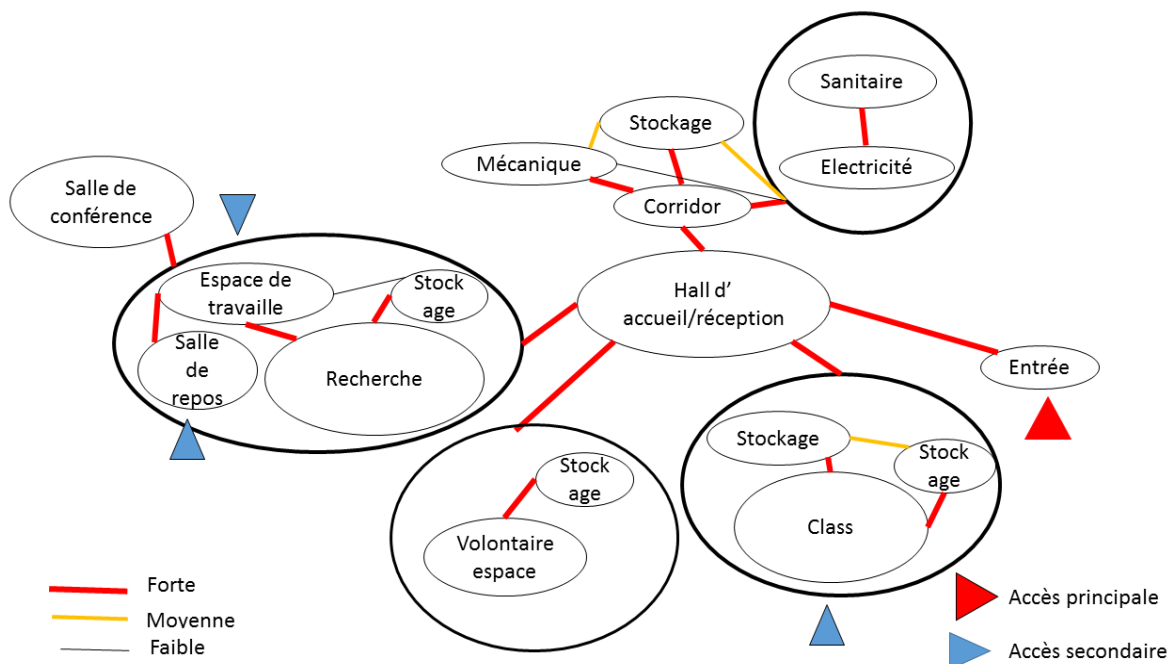


Figure 2. 40: organisation intérieure de rez de chaussée.
Source : Auteur.

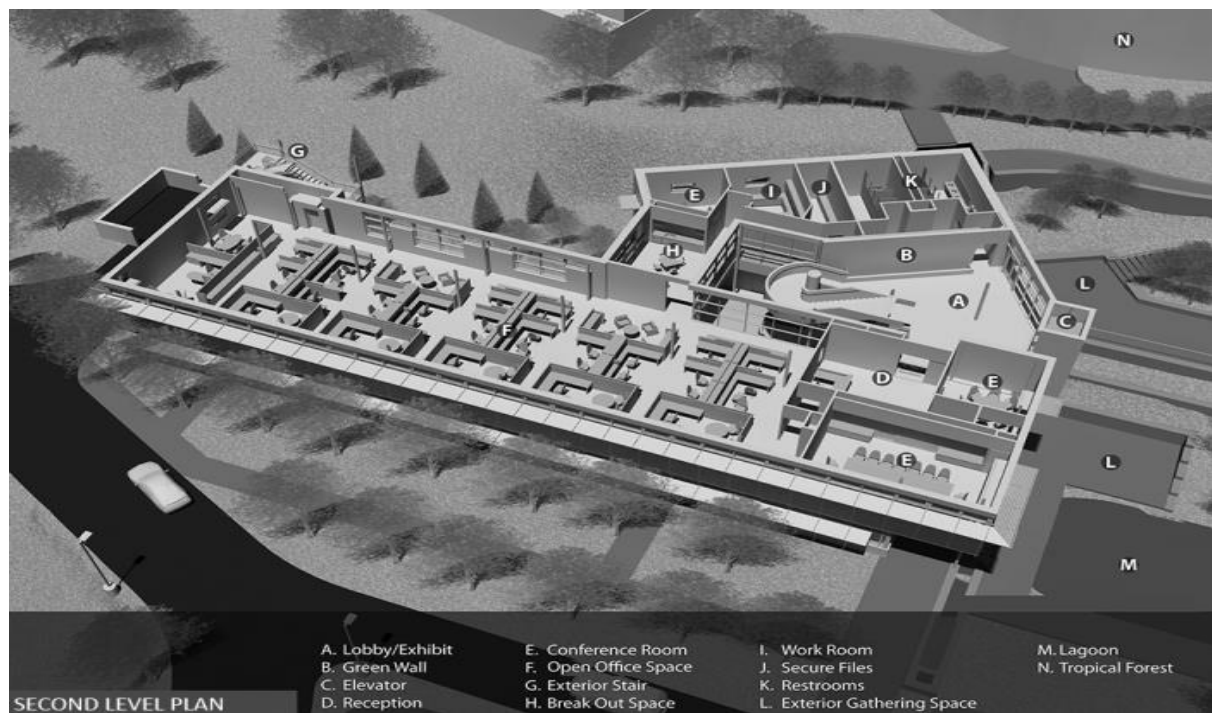


Figure 2. 42: plan de 1er étage.
Source : <https://fr.inforandum.com>.

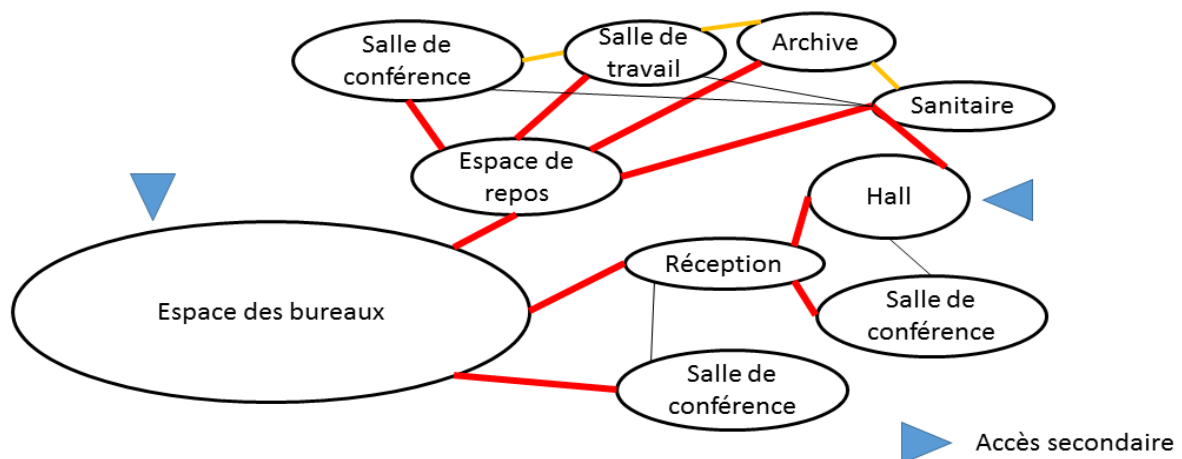


Figure 2. 41: organisation intérieure de 1er étage.
Source : Auteur.

2.3.2.7.2 Circulation :

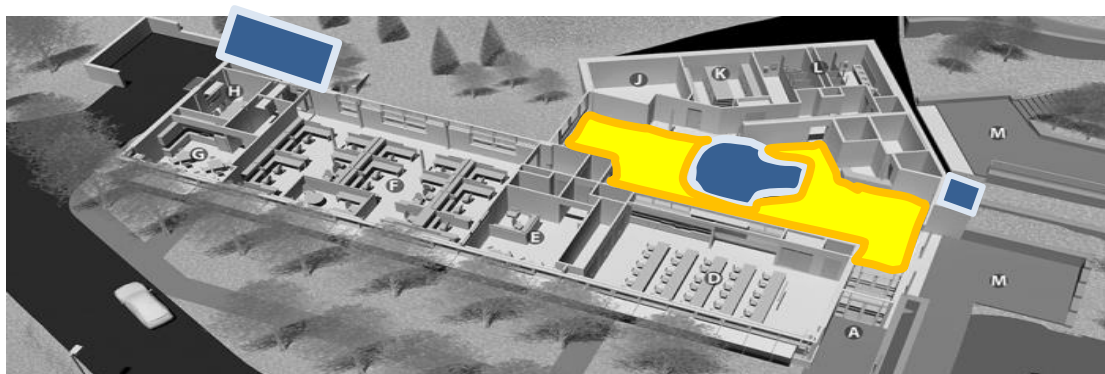


Figure 2. 43: circulation verticale et horizontale du rez de chaussée.
Source : <https://fr.inforandum.com>.

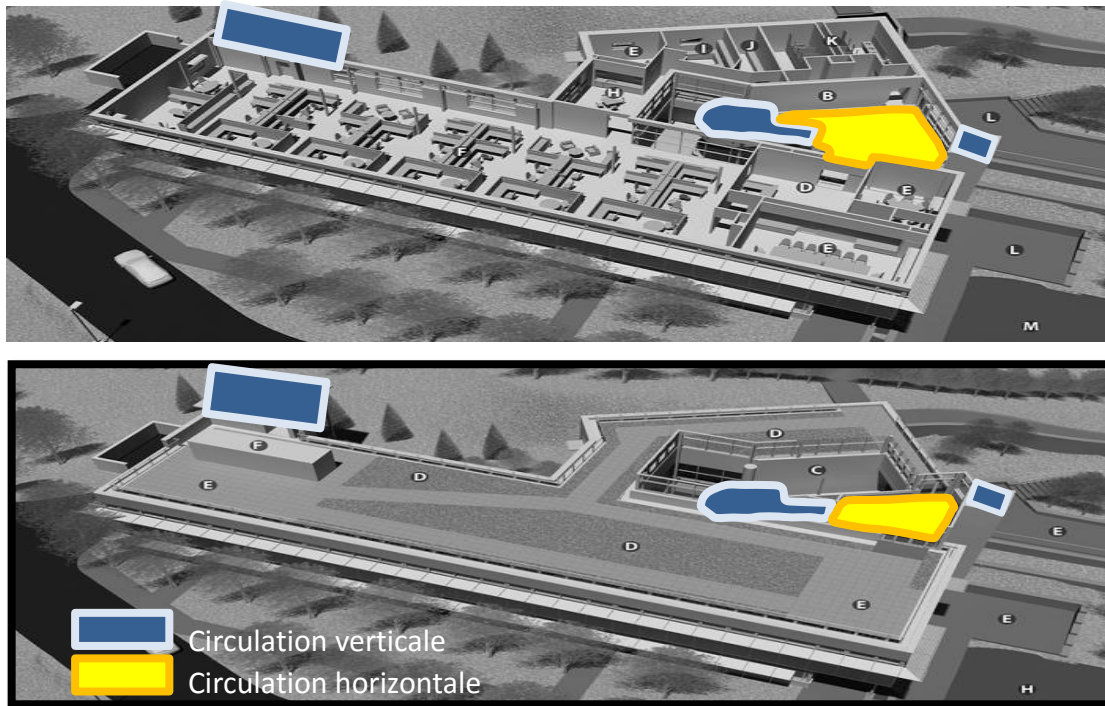


Figure 2.43 : circulation verticale et horizontale du premier étage et deuxième étage.
Source : <https://fr.inforandum.com>.

2.3.2.7.3 Les façades :

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



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

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



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

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

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



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

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

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

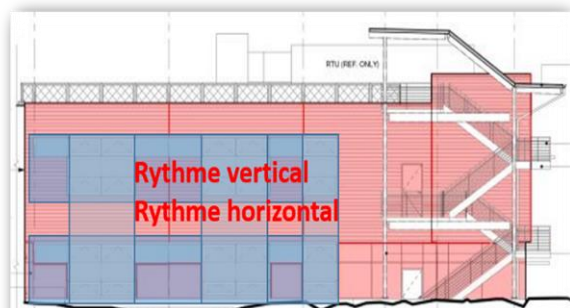


Figure 2. 47: façade technique Nord de Centre pour des paysages durables (CSL).

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



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

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

2.3.2.7.4 Le systeme constructif :

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

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

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

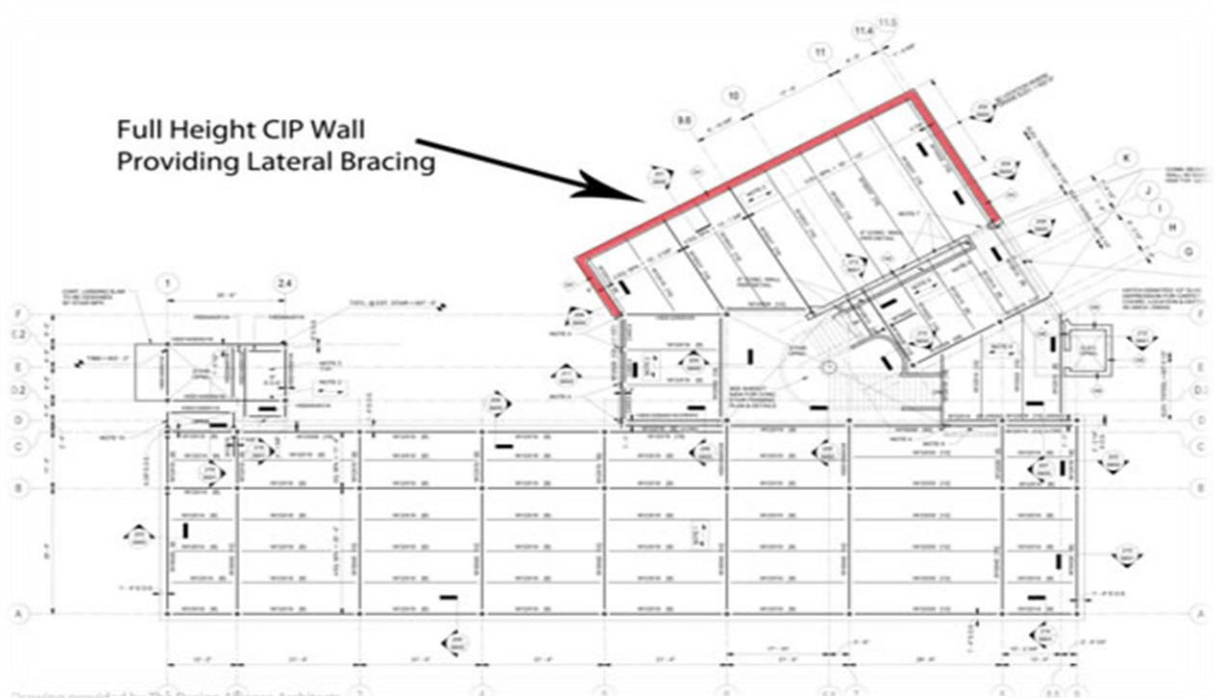


Figure 2. 49: Les charges latérales sont réacheminées vers mur de soutènement.

Source : <https://fr.inforandum.com>

2.3.2.7.5 Les techniques et les solutions bioclimatiques :

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



Figure 2. 51: les capteurs solaires photovoltaïques.

Source : <https://www.blog-habitat-durable.com>.



Figure 2. 50: les éoliennes a axe verticale.

Source : <https://www.blog-habitat-durable.com>.

⁵¹ <https://fr.inforandum.com>.

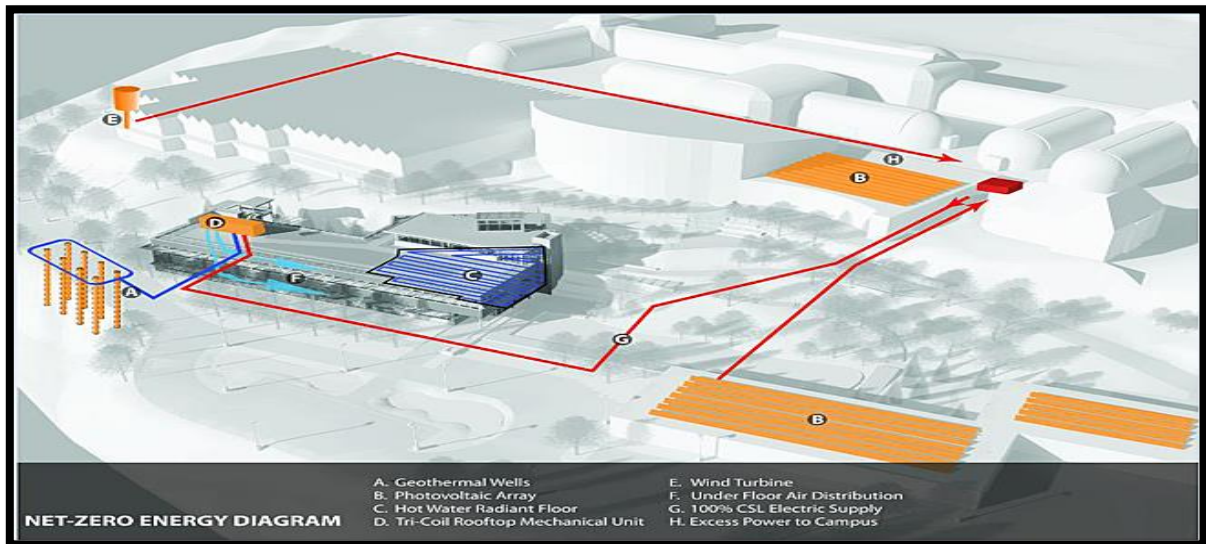


Figure 2. 52: diagramme d'énergie.

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

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

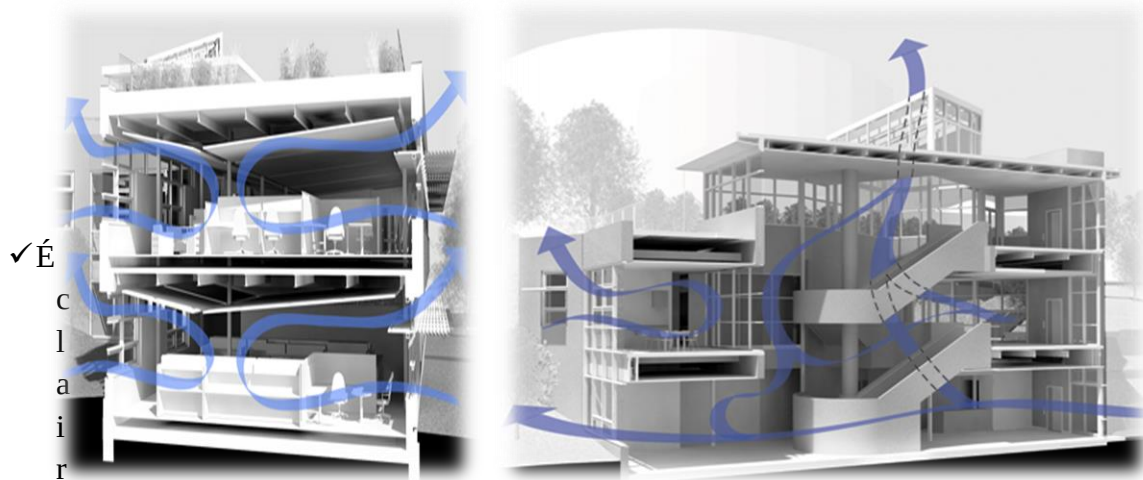


Figure 2. 53: système de ventilation naturelle.

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

e

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

Figure 2. 54: lighty sheleve.
Source : <https://www.engr.psu.edu>.⁵² <https://www.engr.psu.edu>.

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

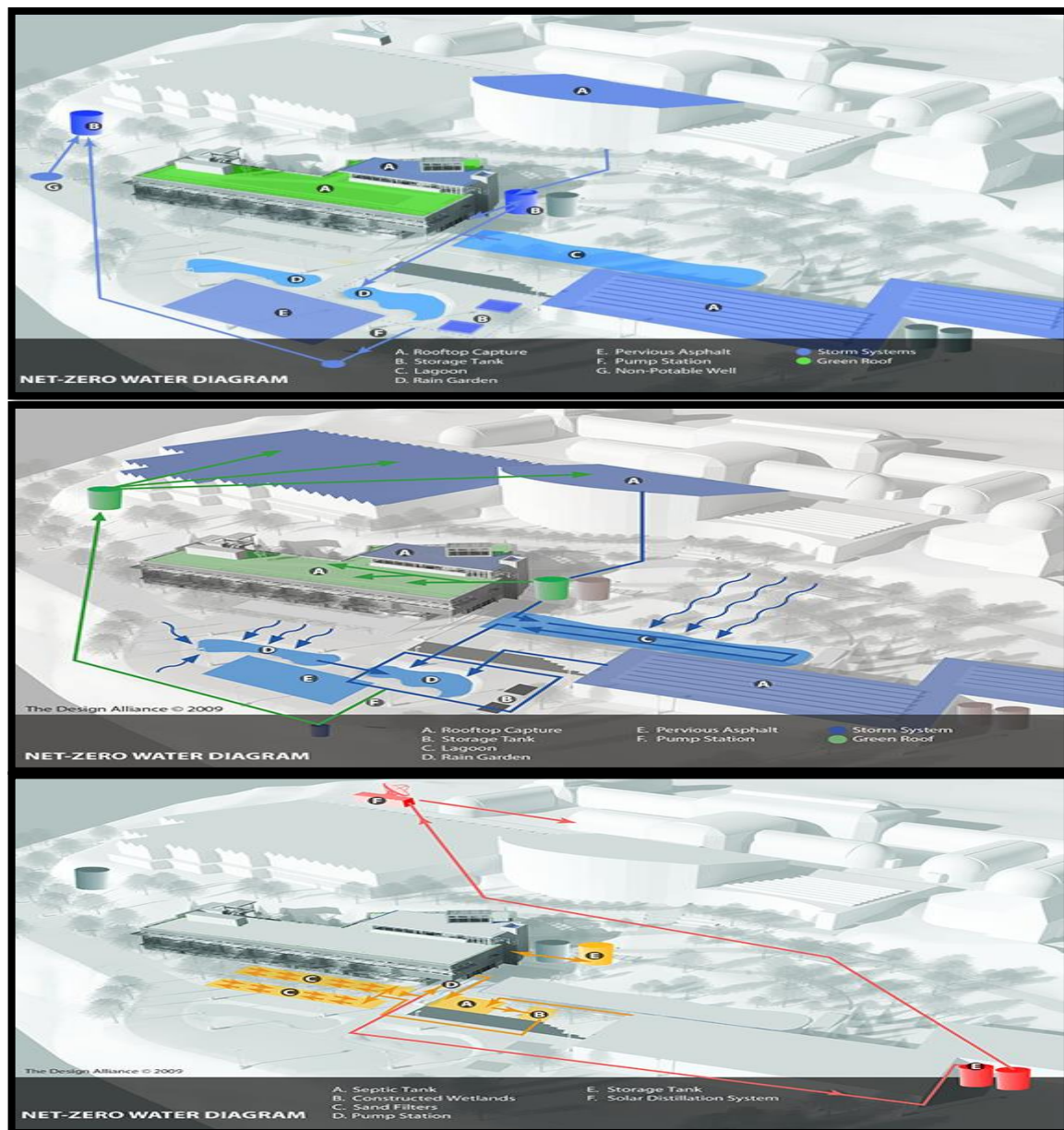


Figure 2. 55: diagramme d'eau.
Source : <https://www.engr.psu.edu>.

Et concernant les deux autres exemples voir annexe 1.

Synthèse :**Situation et accessibilité :**

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

L'orientation :

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

Plans de masse :

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

Volume et façade :

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

Organisation intérieure :

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

Matériaux :

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

Gestion :

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

CHAPITRE 03
ETUDE
CONTEXTUELLE

Etude contextuelle :

Introduction :

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

3.1 Présentation de la ville de Laghouat :

3.1.1 Situation géographique :

La wilaya de LAGHOUAT est une subdivision administrative algérienne ayant pour chef-lieu la ville du même nom. La ville de Laghouat se trouve au cœur du pays à 410 Km de la capitale ALGER, elle s'étend sur une superficie 400 Km² avec une population de 202665 elle est située à l'EST de la wilaya.

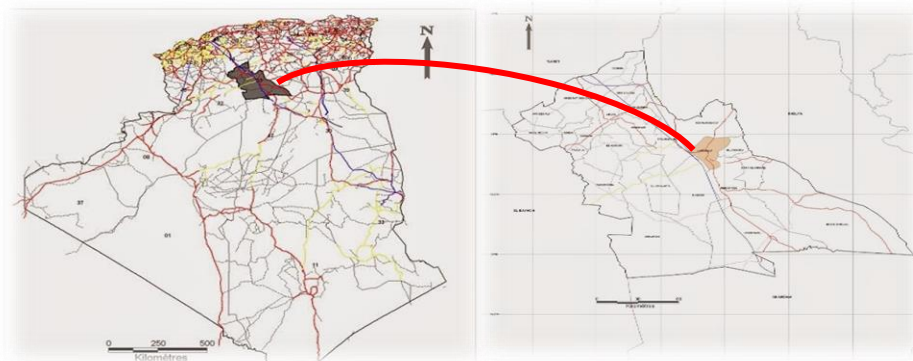


Figure 3. 1: Situation de Laghouat dans l'Algérie.

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

3.1.2 Situation astronomique :

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

3.1.3 L'accessibilité de Laghouat:

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



Figure 3. 2: Réseau des voiries à Laghouat.

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

3.1.4 Les conditions climatiques :

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

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



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

3.1.4.1 La température :

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

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

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

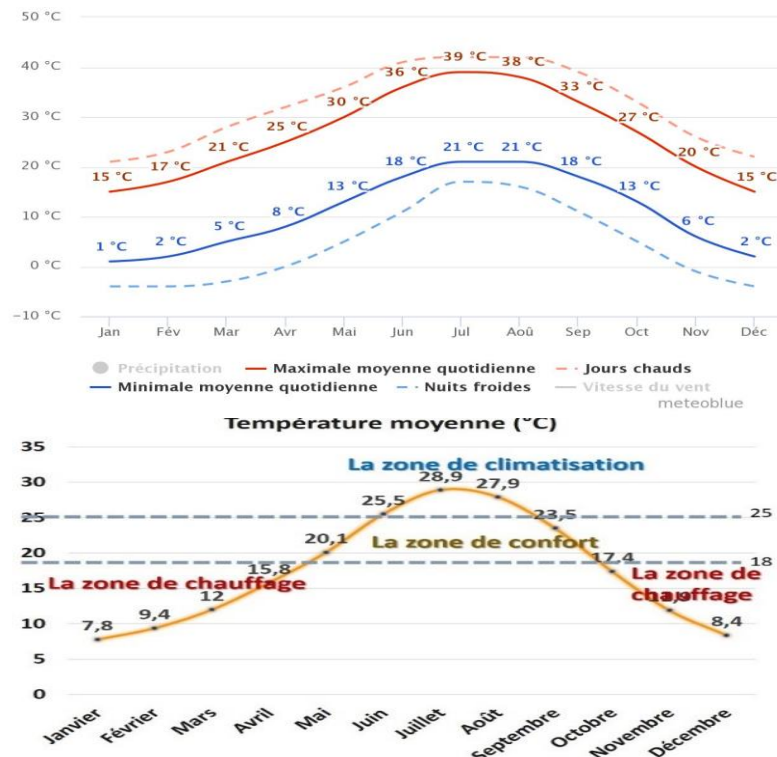


Figure 3. 4: Variations de la température de l'air extérieur.
Source : <https://weatherspark.com>.

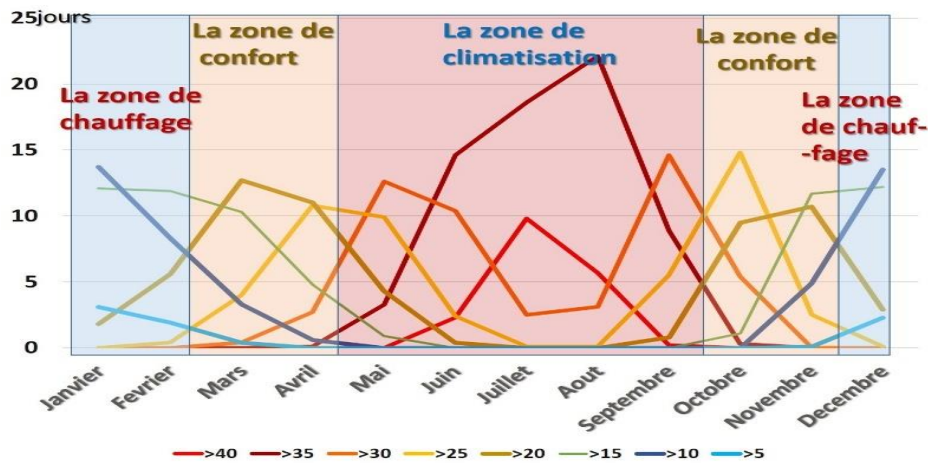


Figure 3. 5: Détermination des zones / confort / chauffage / climatisation.
Source : <https://weatherspark.com>.

3.1.4.2 Le vent :

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

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

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

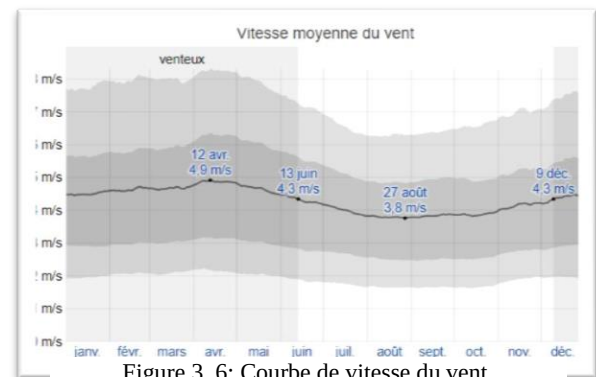


Figure 3. 6: Courbe de vitesse du vent.
Source : <https://weatherspark.com>.

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

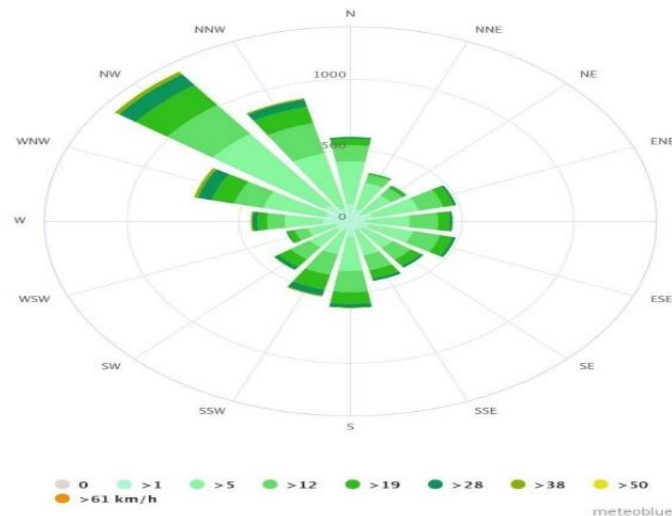


Figure 3. 7: rose du vent de Laghouat. Source : <https://weatherspark.com>.

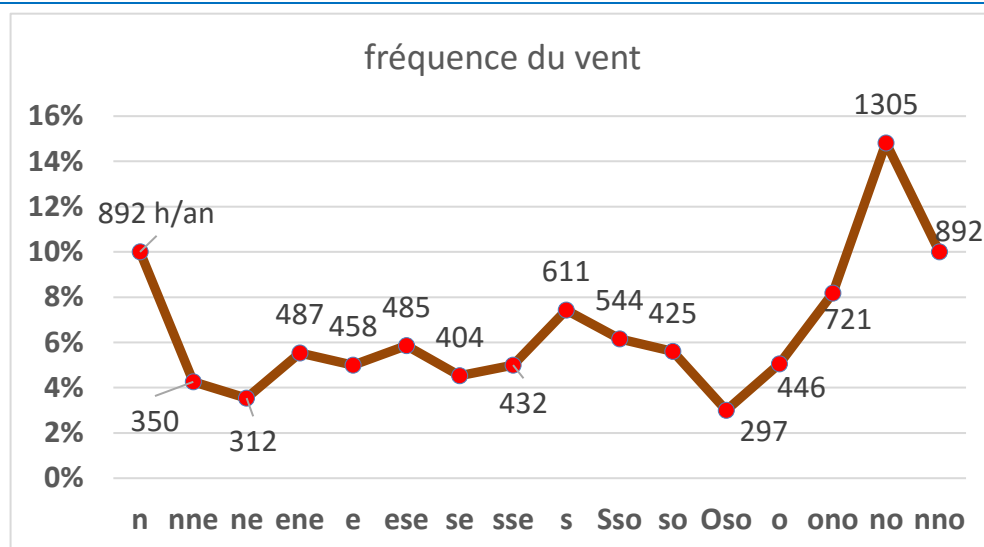


Figure 3. 8: fréquence du vent de Laghouat.
Source : <https://weatherspark.com>.

3.1.4.3 Type de ciel :

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

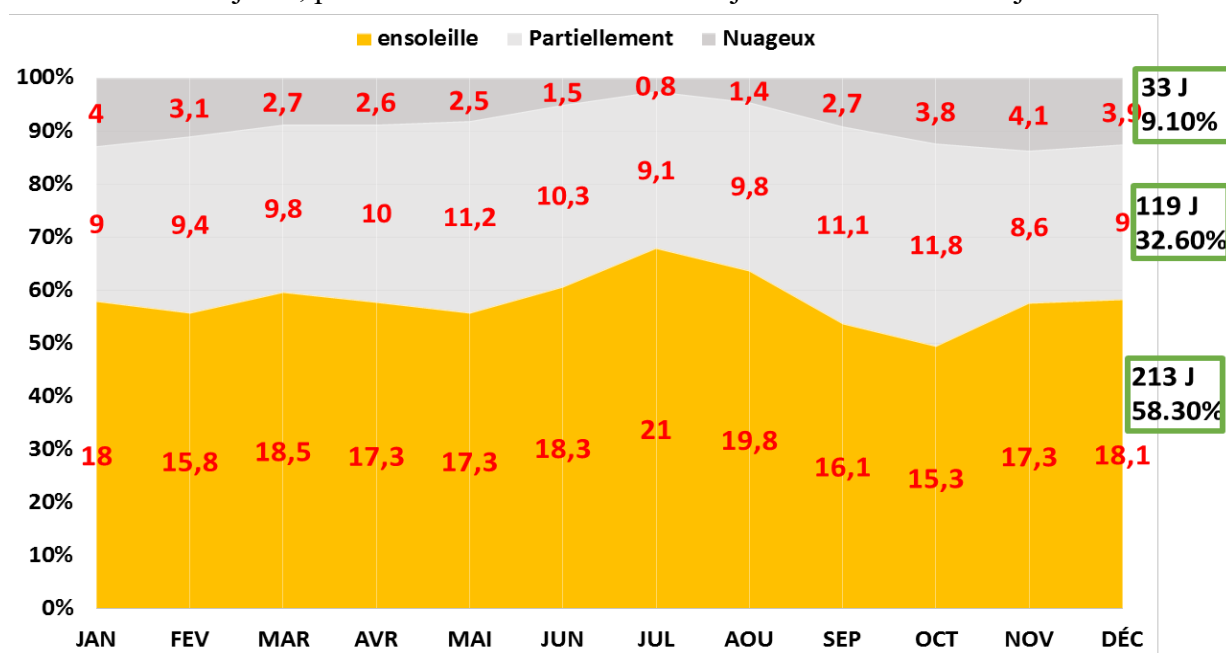


Figure 3. 9: Nébulosité de Laghouat.
Source : <https://weatherspark.com>.

3.1.4.4 Les fréquences mensuelles d'ensoleillement :

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

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

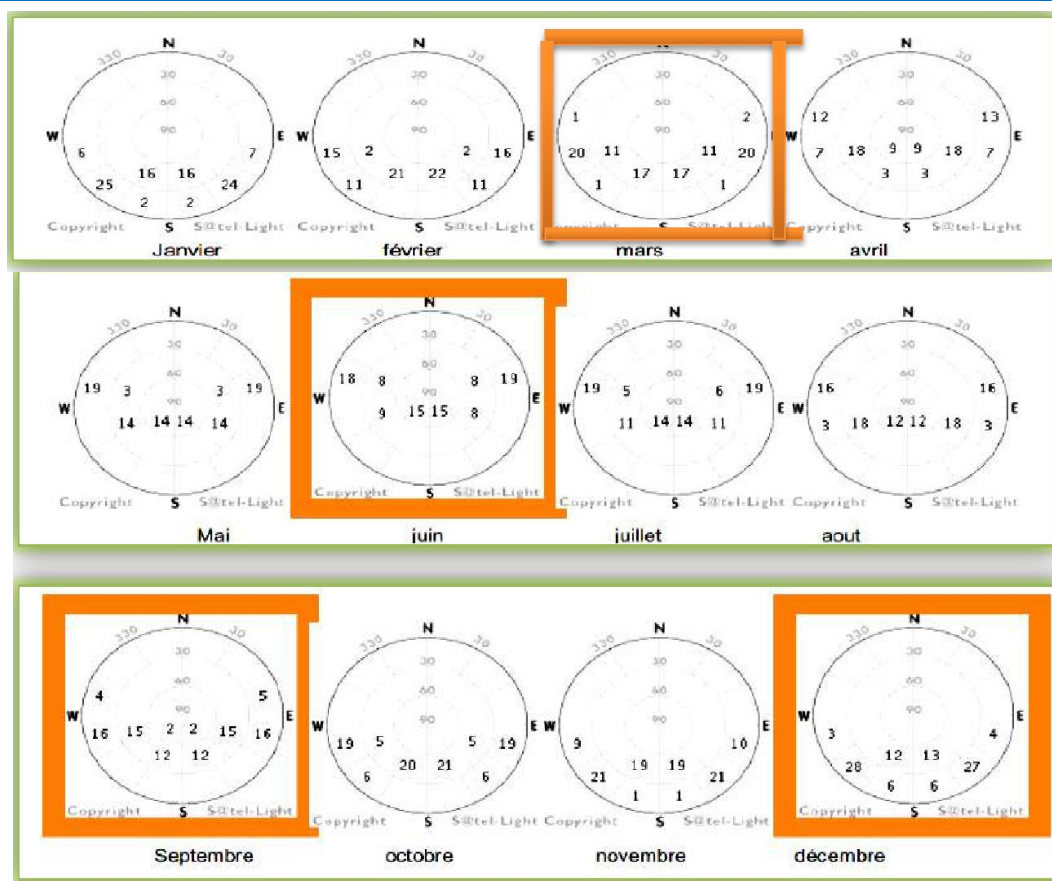


Figure 3. 10: Les fréquences mensuelles d'ensoleillement par le changement saisonnier.

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

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

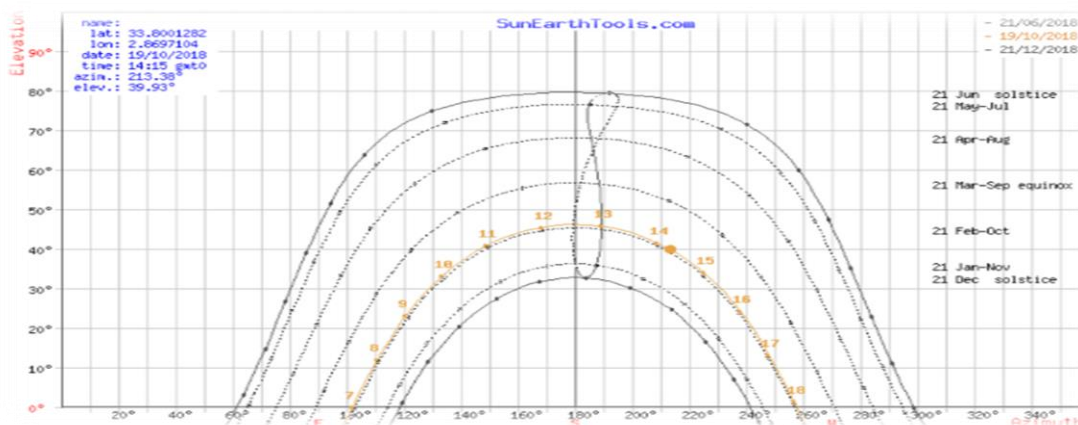
Tableau 3. 2: degré du soleil annuel. Source : <https://weatherspark.com>.

Figure 3. 11: digramme solaire.

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

3.1.4.5 Précipitation :

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

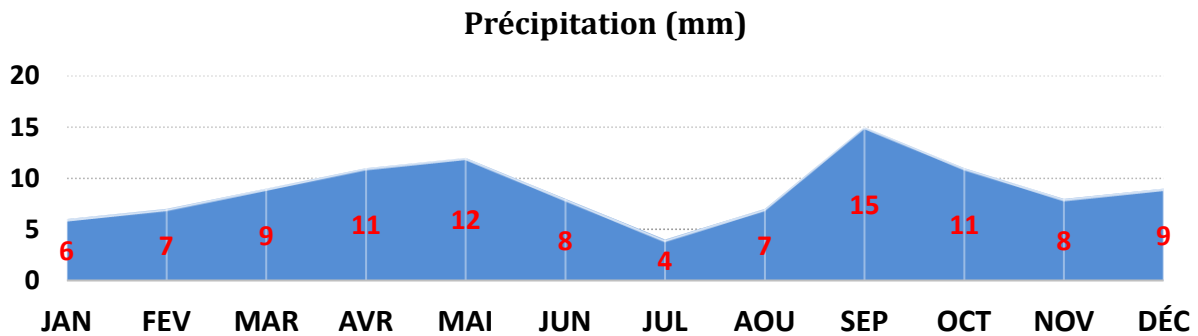


Figure 3. 12: graphe de précipitation annuelle.
Source : <https://weatherspark.com>.

3.1.4.6 Humidité :

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

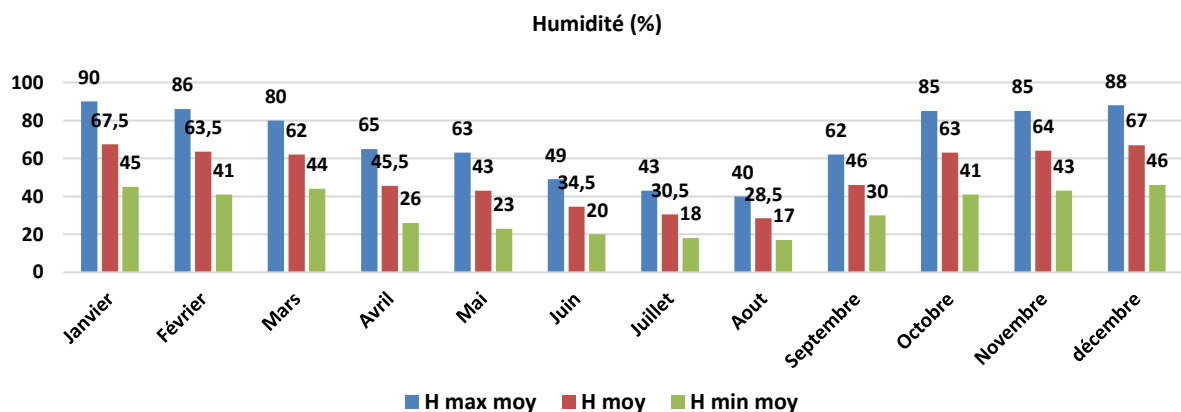


Figure 3. 13: graphe de l'humidité. Source : graphe de précipitation annuelle.
Source : <https://weatherspark.com>.

3.1.5 Diagramme psychrométrique :

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

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

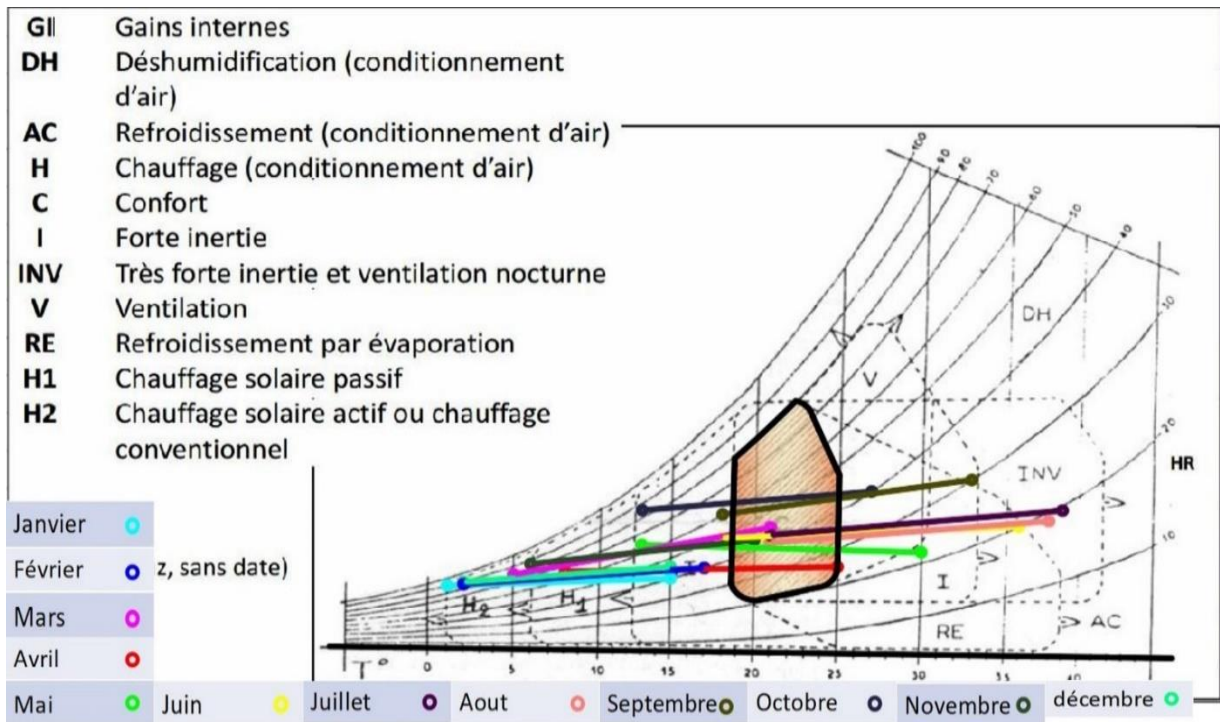


Figure 3.15: Diagramme de Givoni sur la ville de Laghouat.

Source : Auteur

3.2 Analyse du site :

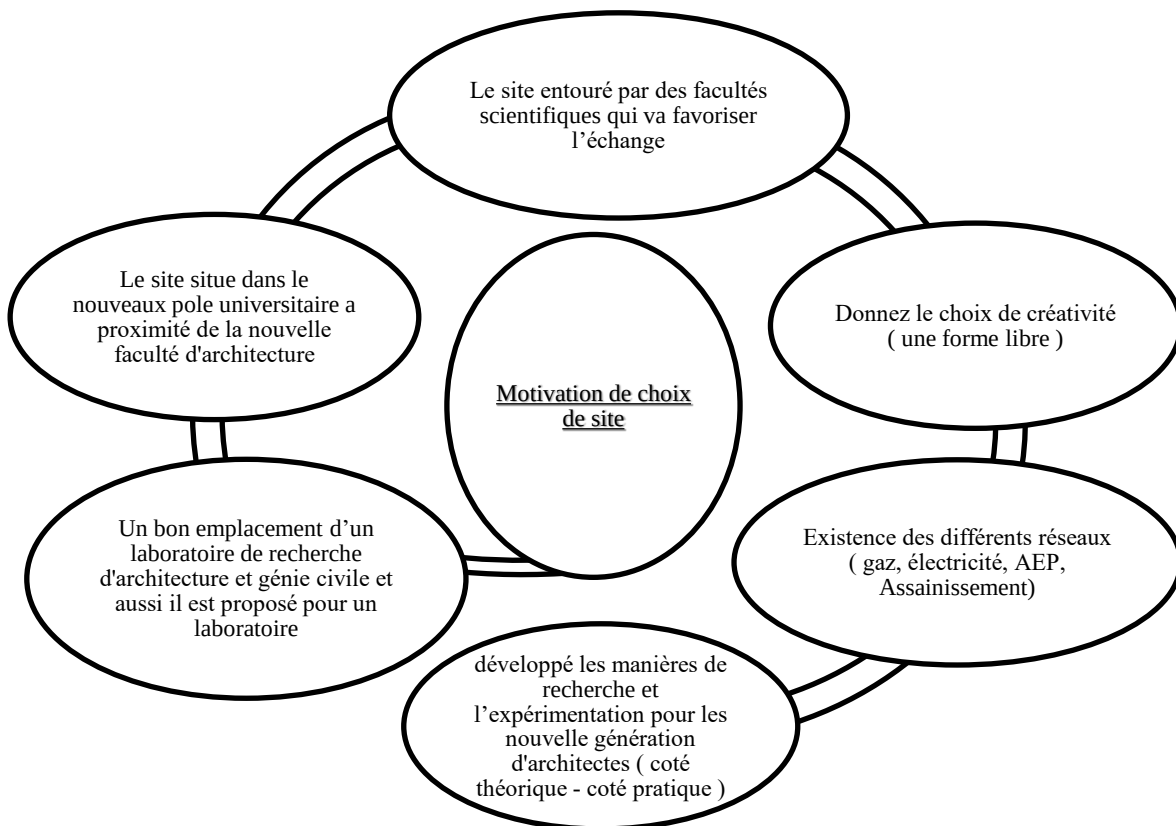


Figure 3.14: motivation de choix de site.

Source : Auteur.

3.2.1 Situation du terrain :

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

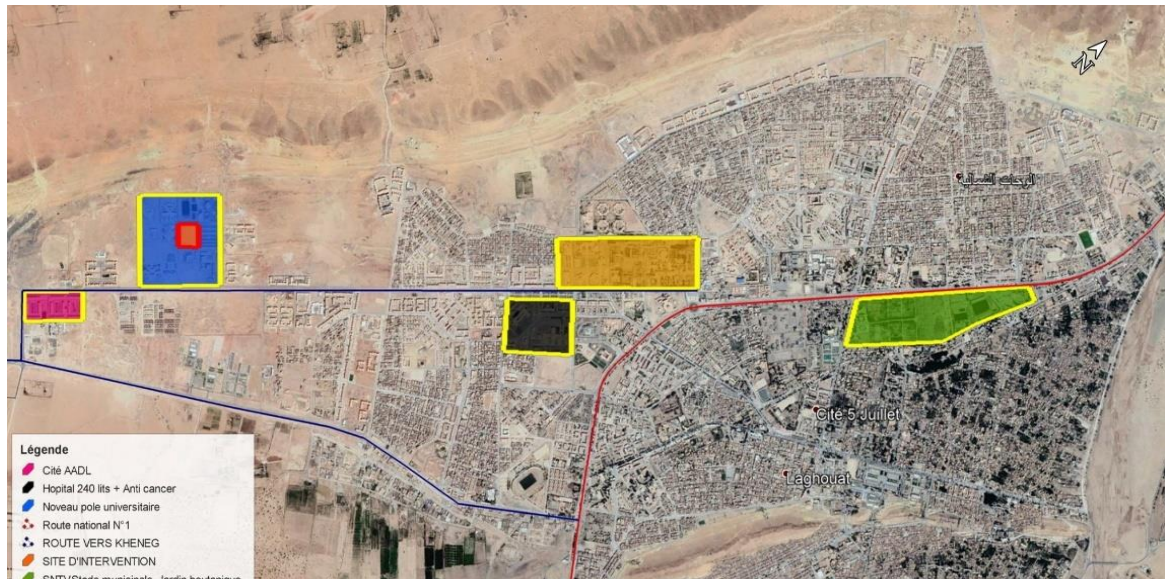


Figure 3. 16: situation de site.
Source : Google earth.

3.2.2 La forme du terrain :

Le terrain du projet eu une forme rectangulaire et une surface de 23360 m² (160m*146m).



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

3.2.3 Morphologie du terrain :

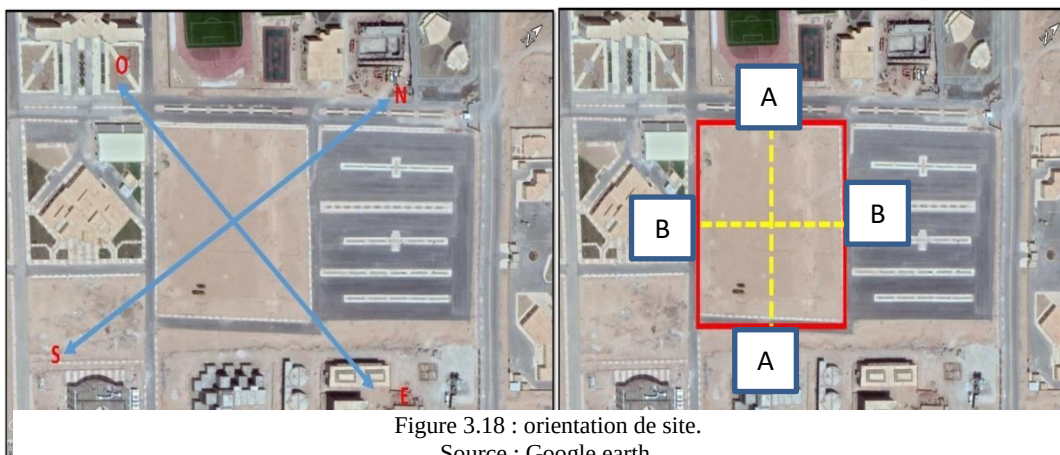


Figure 3.18 : orientation de site.
Source : Google earth.

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

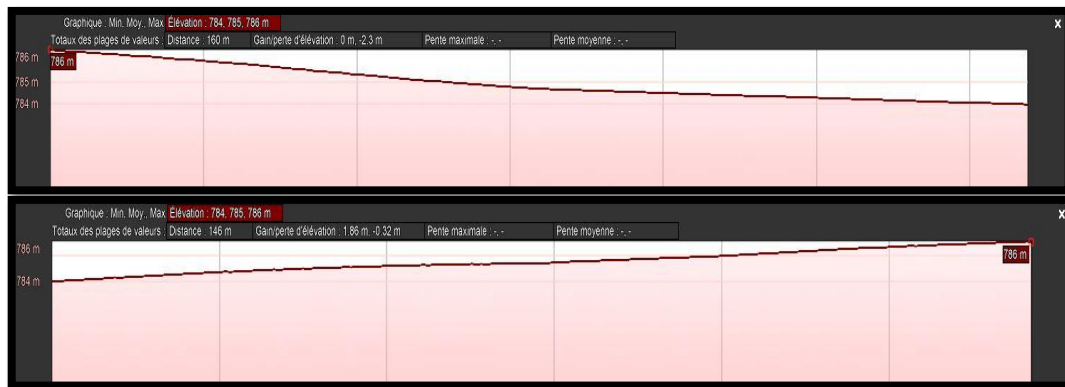


Figure 3. 18: topographie de site.
Source : Auteur.

3.2.4 Les limites :

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

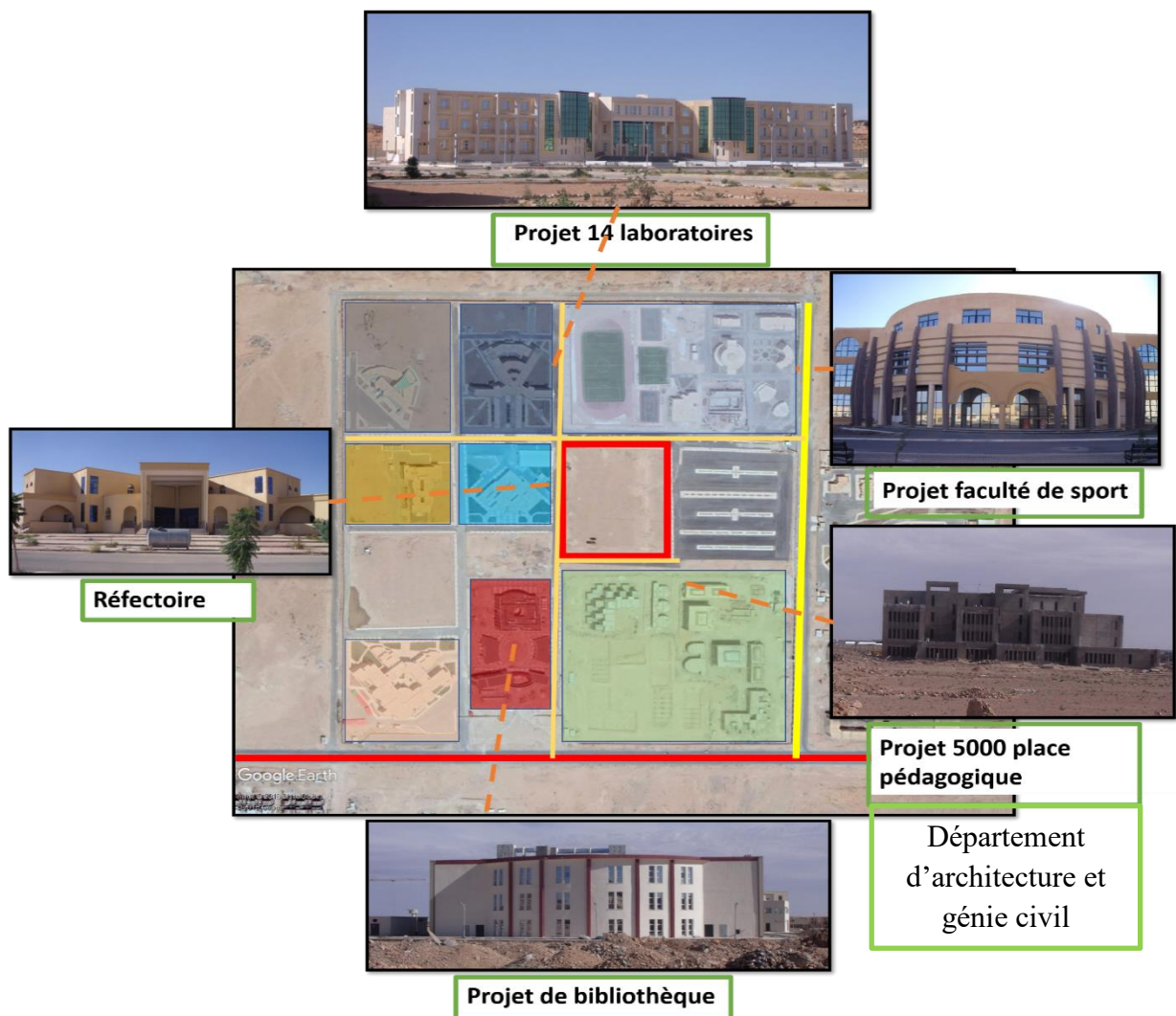


Figure 3. 19: les limites de site.
Source : Google earth.

3.2.5 Les données climatiques de site :

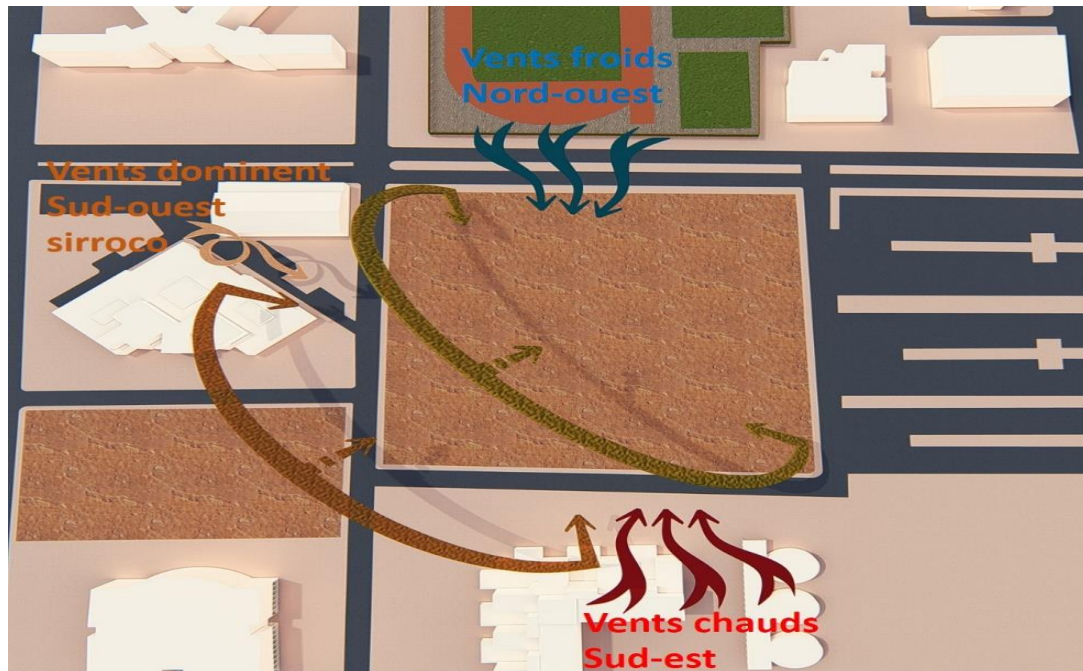


Figure 3. 20: les données climatiques de site.
Source : Auteur.

3.2.6 Voisinage :

3.2.6.1 Projet de 14 laboratoires :

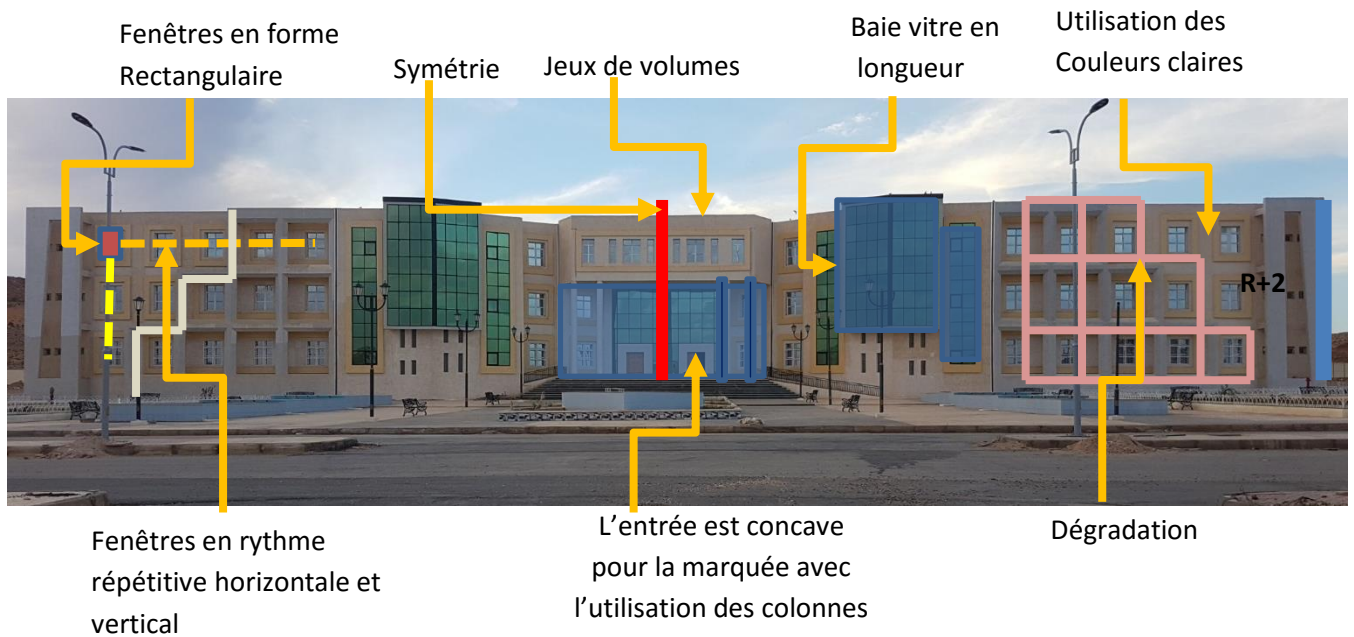


Figure 3. 21: façade principale de projet 14 laboratoires et son orientation.
Source : Auteur.

3.2.6.1.1 Critique :

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

3.2.6.2 Faculté de sport :

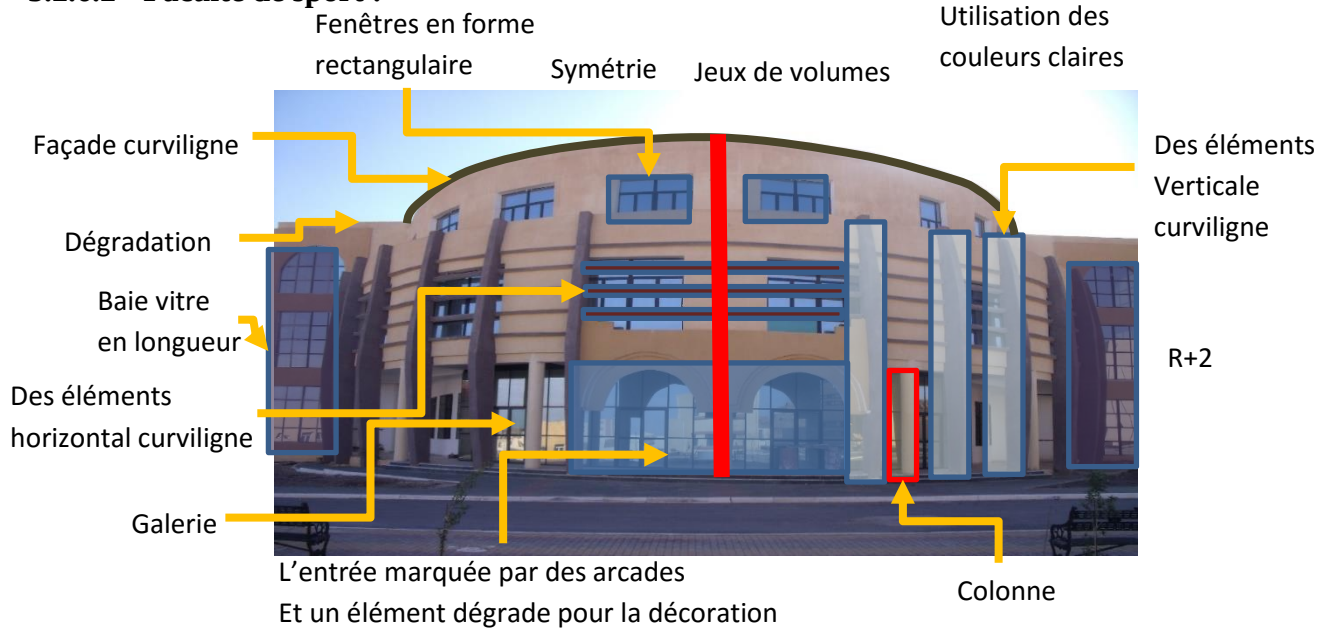


Figure 3. 22: façade principale de Faculté de sport et son orientation.

Source : Auteur.

3.2.6.2.1 Critique :

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

3.2.6.3 Bibliothèque :

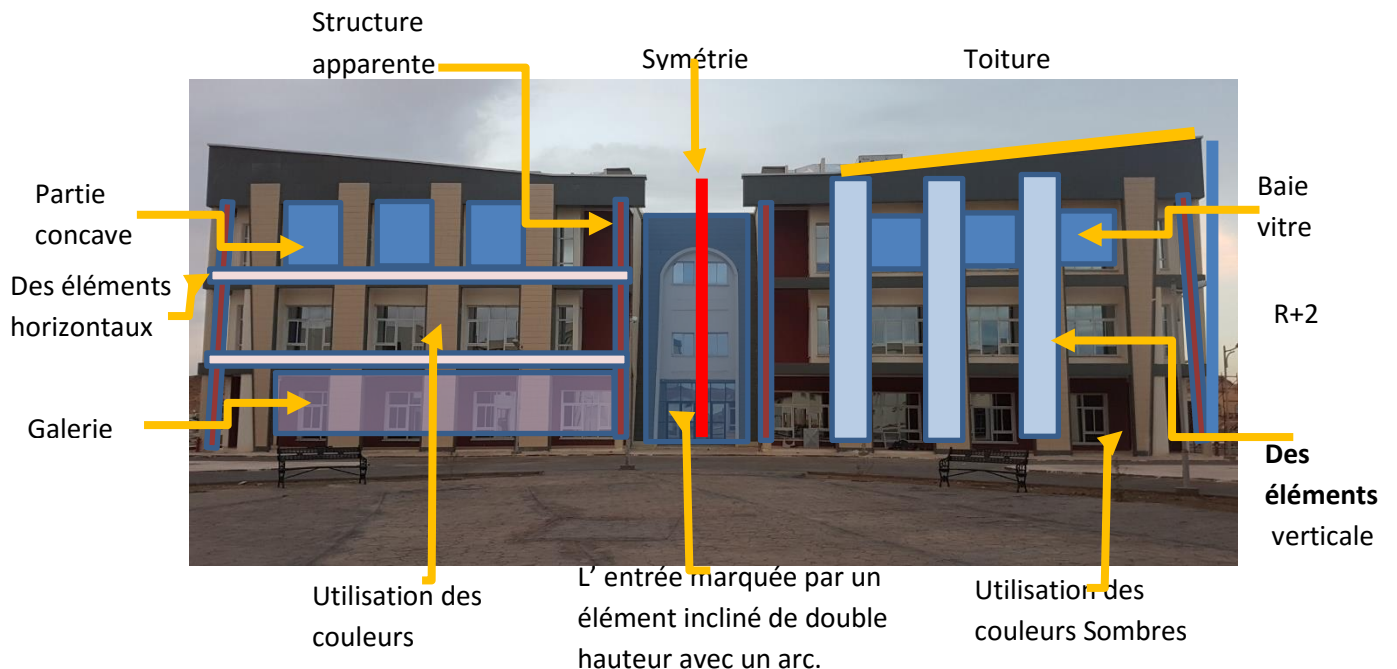


Figure 3. 23: façade principale de Bibliothèque son orientation.

Source : Auteur.

3.2.6.3.1 Critique :

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

3.2.6.4 Restauration :

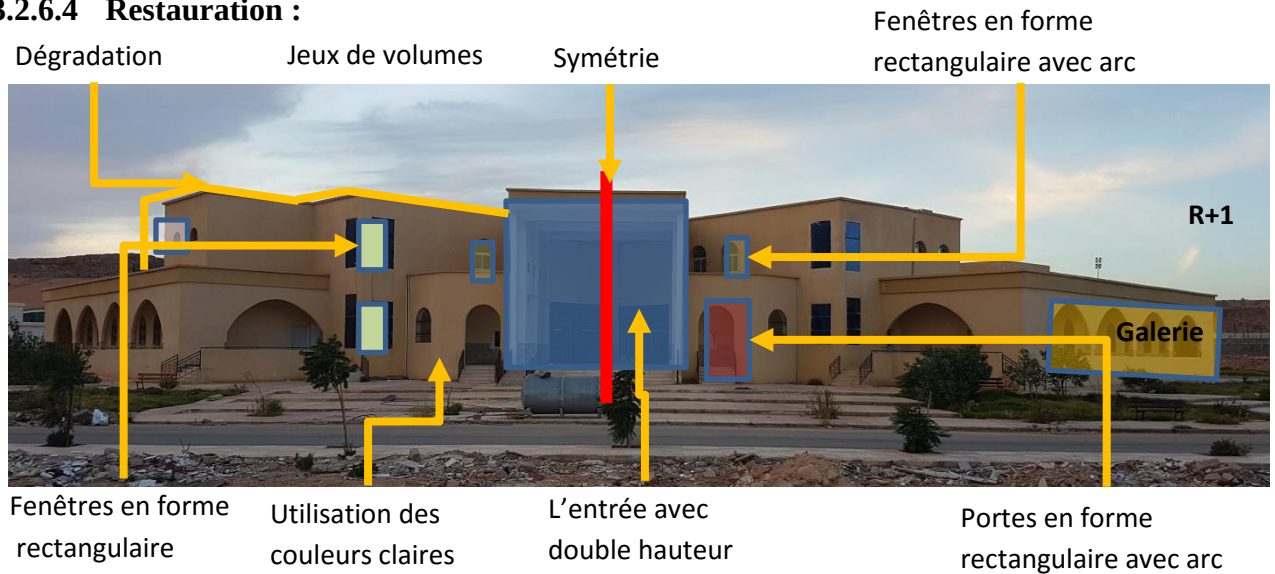


Figure 3. 24: façade principale de Restauration et son orientation.
Source : Auteur.

3.2.6.4.1 Critique :

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

3.2.6.5 Projet de 5000 places pédagogique :



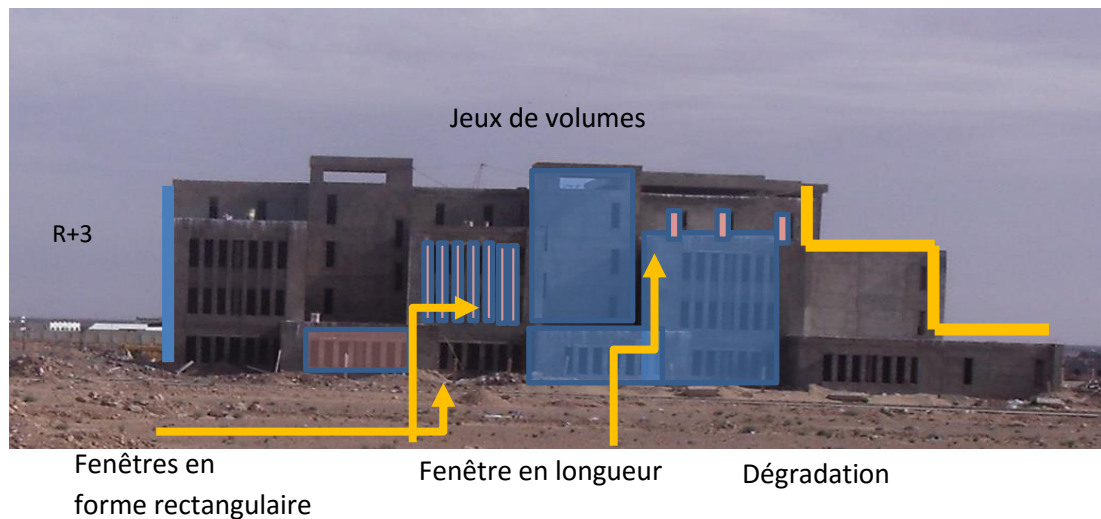


Figure 3. 25: façade principale et latérale de 5000 places pédagogique et son orientation.
Source : Auteur.

3.2.6.5.1 Critique :

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

Synthèse :

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

Synthèse générale :**Situation et accessibilité :**

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

Plan de masse :

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

Volumétrie et façade :

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

Matériaux :

- ✓ Utilisation des matériaux locaux.

Gestion :

- ✓ Augmenter l'autonomie de l'éclairage naturel.
- ✓ La géothermie pour le chauffage et refroidissement.
- ✓ Une conception du projet qui participe à la réduction de la consommation énergétique.

CHAPITRE 04

ETUDE

PROGRAMMATIQUE

Etude Programmatique :

Introduction :

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

4.1 Objectif du programme :

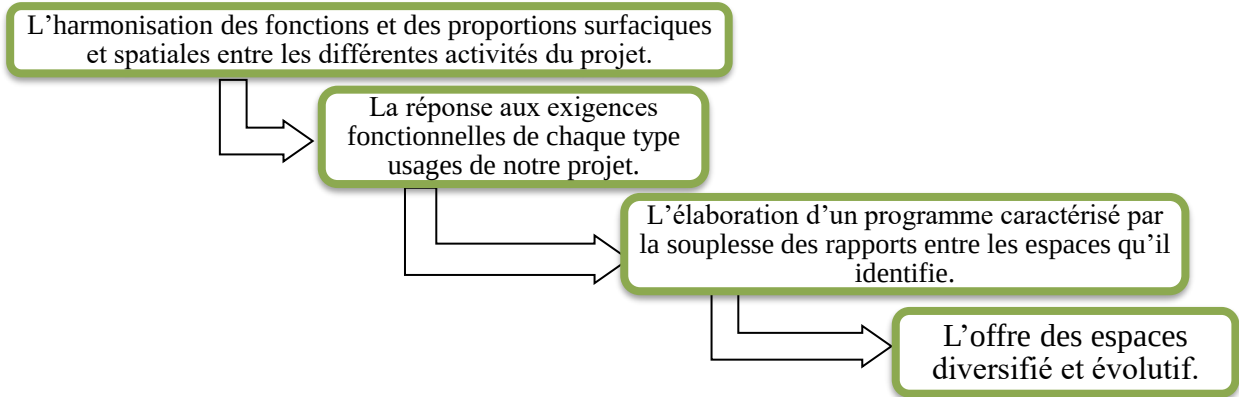


Figure 4. 1: objectif du programme.
Source : Auteur.

4.2 Structure de laboratoire :

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

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

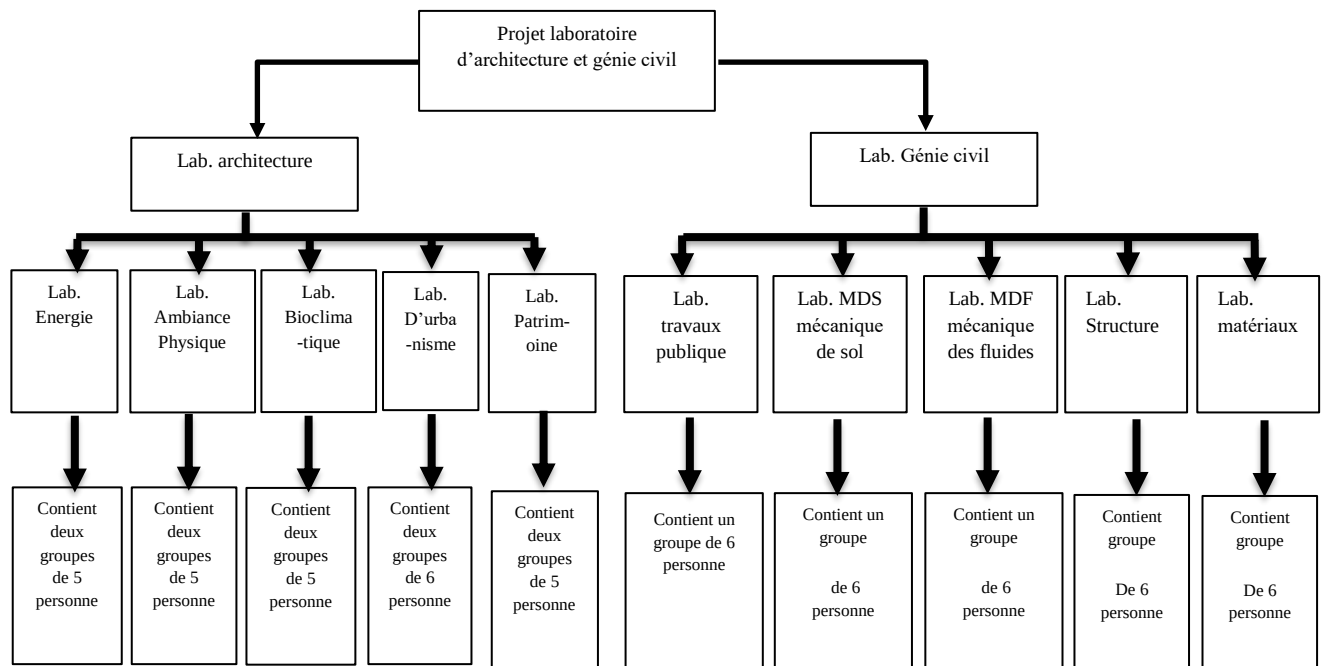


Figure 4. 2: schéma de structure des laboratoires.
Source : Auteur.

4.3 Le programme quantitatif des exemples :

Les espaces prisent à travers l'analyse des exemples :

Espace	nombre	Surface (m²)			
Mécanique	01	38,5	Laboratoire de recherche	01	252,83
Stockage	01	38,1	Espace de travaille	02	41,8
sanitaire	02	109,6	Salle de repos	02	91
électrique	01	16,3	conférence	04	136,2
Ascenseur marchandise	01	6	archive	01	18,4
corridor	02	26,8	Local téléphone	01	4,25
Réception	02	54,37	Porte manteau	01	2,1
Hall	02	436	Bureau ouvert	01	571,8
entrée	01	9,7	Ascenseur	01	6
classe	01	146,2	Totale	/	2262.20 m²
stockage	07	42,6	circulation	/	20%
Espace volontaire	01	50,3			

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

Espace	Nombre	Surface m²
Espace mécanique	01	79,68
sanitaire	02	44,8
stockage	12	183,48
Laboratoire de matériaux de construction	01	69,12
Laboratoire MDS	01	45,75
Magasin model	01	57,79
Laboratoire hydraulique	01	597,33
hall	01	517,36
Bureaux des étudiants	01	103,6
Bureaux de laboratoire	10	105,11
Laboratoire de structure	01	258,29
Classe	01	201,4
Classe travaux publique	01	109,79
Bureaux administrative	04	87,79
Totale	/	2461,24
circulation	/	20%

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

Espace	Nombr e	Surface m²
laboratoires	10	525,58
Réception	01	14,87
sanitaire	09	42,3
Hall	01	319,74
Salle de conférence	01	39,47
Sas d'entrée	02	10,5
Salle info	07	122,76
Bureau	01	11,5
archive	01	21,77
cafeteria	01	43,72
Auditorium	01	106,84
Cafeteria extérieur	01	42,46
Stockage	02	5
Salle de surveillance	01	24,63
Salle de lecture	01	50,18
Totale	/	4261,25
circulation		8%

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

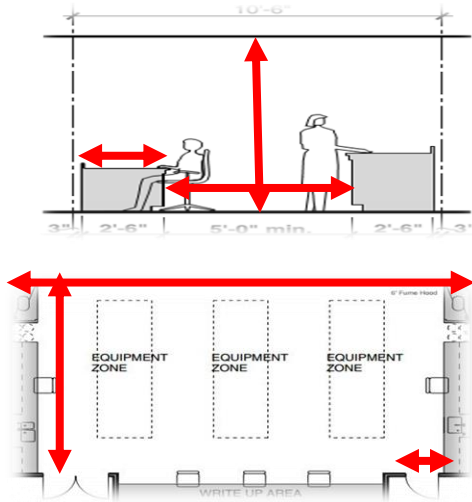
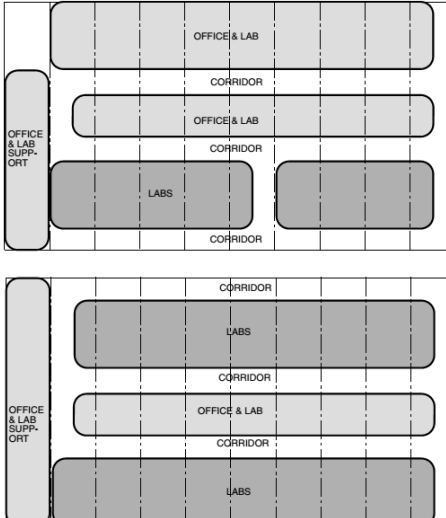
4.4 Les espaces proposés :

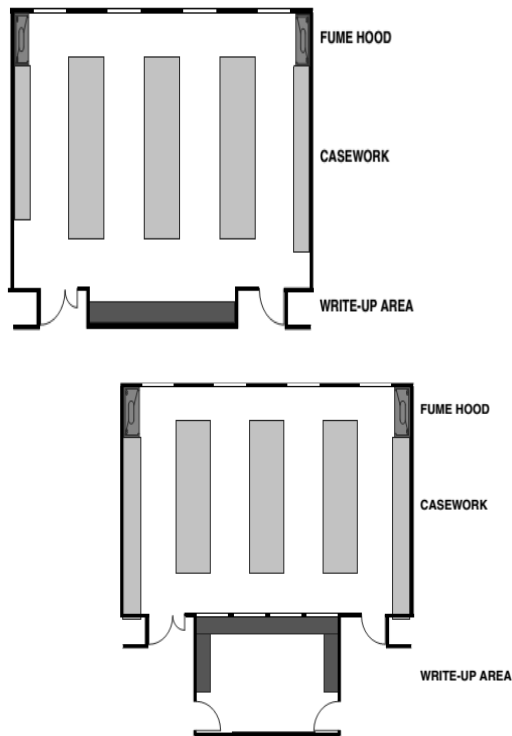
Laboratoire	Commun	Exposition
Laboratoire des ambiances physiques	Serre	Exposition
Laboratoire de fabrication	Espace d'échange	Exposition temporaire

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

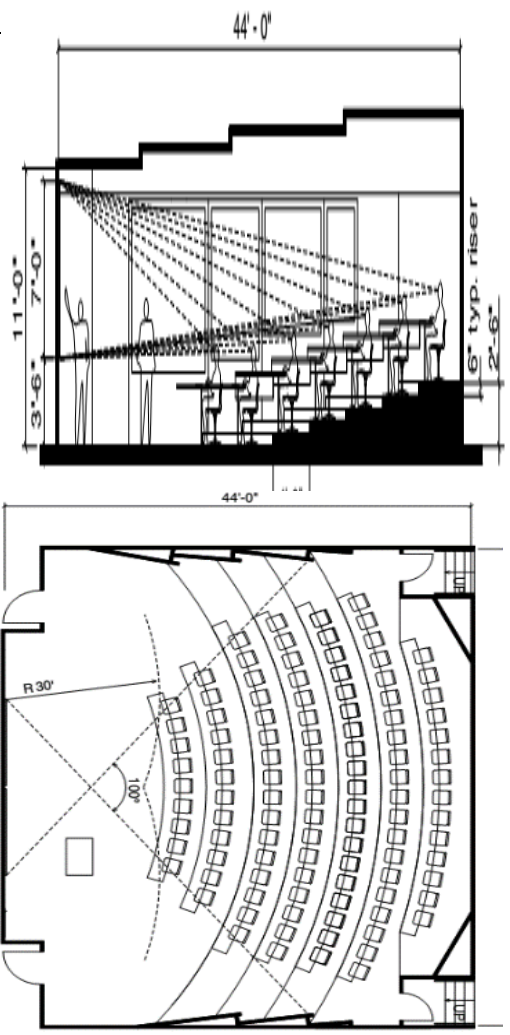
4.5 Programme qualitatif :

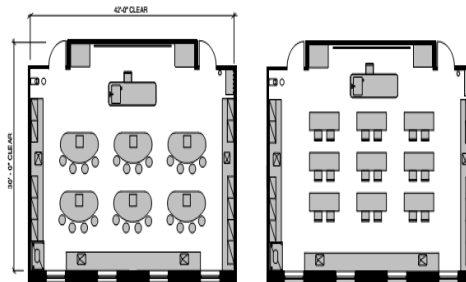
Réception et lobby		
✓ Peut-être central atrium. ✓ Lieu de rencontre. ✓ Contient des zones d'affichage, lambris en bois. ✓ L'utilisation de plusieurs matériaux et couleurs. ✓ Salle de conférence, bureaux, laboratoires adjacents à l'atrium. ✓ Centre de circulation principal. ✓ Ports de données pour l'utilisation d'ordinateurs.		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 215-323 Appareils d'éclairage et lampes typiques Semblable à celle des zones environnantes	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50% Débit d'air : 18 m3/h/personne
Equipement	Tables, chaises	
Laboratoires		

✓ Les casiers doivent être flexibles couleur et la finition ✓ Sont également importantes ✓ La couleur des motifs de carrelage et le long des murs peuvent avoir un impact sur l'image de chaque laboratoire ✓ Les matériaux utilisés dans le mobilier de laboratoire (Métal, bois, plastique), ✓ La lumière artificielle ✓ Le vitrage intérieur permet de filtrer la lumière à travers le bâtiment ✓ Créer des espaces de travail, des casiers et des rangements ✓ Quantité appropriée d'espace pour la circulation ✓ Avoir un espace mural pour le stockage au lieu du vitrage.		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 807-1076 Appareils d'éclairage et lampes typiques Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique	Température : 21°C-22°C tous les Saisons Humidité : 50% été au 35% hiver Débit d'air : 15 m3/h/personne
Equipement	Voire annexe 3.	
Couloirs		
✓ Sont des éléments clés de l'organisation du laboratoire ✓ Le plafond, fermé ou exposée ✓ Circuit touristique extérieur avec vue sur les laboratoires intérieurs et extérieurs ✓ Les couloirs publics doivent être bien éclairés pour permettre aux gens de lire des informations ✓ Des couleurs et des motifs différents peuvent être utilisés, des tableaux de repères, des tableaux de pointage ✓ Les portes des laboratoires doivent être encastrées pour empêcher leur passage ✓ Les zones de places assises créées à proximité ou au bout du couloir ✓ Les escaliers, l'ascenseur doivent être faciles à trouver pour permettre une circulation agréable		

Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 215-323 Appareils d'éclairage et lampes typiques Semblable à celle des zones environnantes	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50% Débit d'air : 18 m³/h/personne
Salons et salles de repos		
✓ Dans de grandes installations, prévoir de petites salles de pause adaptées à la copie locale des fabricants de fournitures de bureau dans les zones de bureaux de 7.4 à 9.3 m² nets		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 215-323 Appareils d'éclairage et lampes typiques Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50% Débit d'air : 18 m³/h/personne
Equipement	Table cernée des chaises. Pour ce qui est du mobilier, optez pour des assises confortables : des poufs, des canapés.....	
Zones de rédaction		
✓ Évitez de le placer derrière ou près de la hotte aspirante le long du mur extérieur. ✓ Des pupitres de cluster distants le long du couloir		

Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 807-1076 Appareils d'éclairage et lampes typiques Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique	Température : 21°C-22°C tous les Saisons Humidité : 50% été au 35% hiver Débit d'air : 15 m³/h/personne
Equipement	Table	
Escaliers ascenseurs		
✓ Doivent être situés dans des zones très visibles le long des couloirs principaux ✓ Des laboratoires ont besoin d'au moins un ascenseur situé à proximité de l'entrée principale et de la réception et d'un ascenseur à marchandises adjacent à d'autres ascenseurs ou près du quai de chargement, contrôlé par une carte de sécurité, généralement situé à l'écart du passage piétonnier principal ✓ Avoir un escalier près de l'ascenseur, les larges escaliers facilitent l'accès, le sol est détaillé et bien fini pour rehausser le hall d'entrée. ✓ Les escaliers de secours doivent être situés à une distance inférieure à 91.44 m		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 500 lux	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver
Bureaux		
✓ Très vite très encombrés, la conception réussie de bureaux non seulement la qualité et la quantité d'équipements et de meubles, le vitrage. ✓ Capacité à travailler avec l'ordinateur et à la réunion. ✓ Quantité d'étagères et de stockage. ✓ Surface entre 9.30-18.50 m², cadres intermédiaires 14.00 – 13.20 m², senior 10.50 m²		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 538 / 807, Appareils d'éclairage et lampes typiques Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique Semblable à celle des zones environnantes	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50% Débit d'air : 18 m³/h/personne

Equipement	Tables avec des chaise, ordinateurs	
Salle de conférence	✓ Un espace de contact entre le public et les chercheurs, elle abritera des activités telles que la diffusion de documentaires projections et séminaires ✓ Elle situe dans un endroit loin de laboratoire avec un accès spécial. ✓ Prévoir un isolement thermique et acoustique : ✓ Au niveau de plafond par un faux plafond général. ✓ La pente sera de l'ordre de 8 à 10 cela correspond à une surélévation de 12cm entre deux rangées de sièges successives. ✓ L'angle de vision devra être de : 110° depuis le 1er rang, 60° depuis la rangée médiane 30° depuis le dernier rang. ✓ Couloirs de circulation larges pour une évacuation rapide et efficace. ✓ Chaque personne occupe une surface de 0.5m². ✓ La surface de la scène est presque le 1/6 de la surface des gradins 	
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 500 lux Appareils d'éclairage et lampes typiques Eclairage ponctuelle directe avec spots Un éclairage de sécurité	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50% Débit d'air : 18 m³/h/personne
Equipement	Equipée en sonorisation micros HF et fixes, chaises vidéoprojecteur, écran, tables présidents, Dans la salle de conférence principale les tribunes télescopiques	
Bibliothèque		

✓ C'est un espace majeur dans ce type ✓ D'équipements car il apporte l'accompagnement ✓ Théorique et le fond documentaire et livres dont ✓ Auront besoin les recherches scientifiques. ✓ La bibliothèque sera composée de différents ✓ Espaces d'activité tels que : • La Salle de lecture. • La Salle des ouvrages. • La Salle des revues et espaces de Consultation. • Périodique. • L'espace de stockage.		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 807 lux	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50% Débit d'air : 18 m³/h/personne
Equipement	Bureau de bibliothèque, chaises, tables, comptoir de prêt, rayonnage	
Les salles de cours		
Cet espace permet aux chercheurs de donner des Cours, exercer leurs travaux dirigés, et compléter les Assimilations théoriques et pratiques. Caractéristique ○ Nécessité d'un éclairage naturel ○ Directe par des grandes baies Vitrées. ○ - Les couleurs clairs		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 300 lux Appareils d'éclairage et lampes typiques Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50% Débit d'air : 15 m³/h/personne
Exposition		
Fonction : ✓ Introduisant les différents moyens de communication, elle est dotée d'un point d'information afin de réserver la meilleure instruction au visiteur. Localisation : ✓ Espace ouvert près du hall d'accueil et sur les collections. Exigences particulières : ✓ · Isolation phonique des locaux.		

✓ · La bonne visibilité		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 500 à 700 lux	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50% Débit d'air : 18 m³/h/personne
Equipement	Les œuvres exposées proviennent généralement des arts plastiques, elles sont accrochées : peintures, dessins, photographies, ou posées au sol : sculptures. Mais on peut également trouver des œuvres de toutes natures, comme du mobilier ancien ou contemporain.	
Salle d'infirmierie		
✓ De préférence qu'elle soit au RDC près des espaces des jeux et en relation avec l'accès mécanique de même elle doit être vue par tout le monde.		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 300 lux	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50% Débit d'air : 18 m³/h/personne
Equipement	Bureau, lit, chaise roulante.	
Stockage		
✓ Il doit être situé à proximité des laboratoires (relation forte) ✓ Prévoir un isolement thermique par des murs en brique avec une lame d'air et les ouvertures avec double vitrage. ✓ Renouvellement d'air 2 fois par heure avec l'intégration de système de traitement d'air à la poussière.		
Confort d'ambiance	Niveau d'éclairage, (Lux) 300 lux Appareils d'éclairage Strip fluorescent Et lampes typiques	Température : 22°C-24°C été 21°C-22°C hiver Humidité : 40% au 50%

++

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

4.6 L'organigramme fonctionnel :

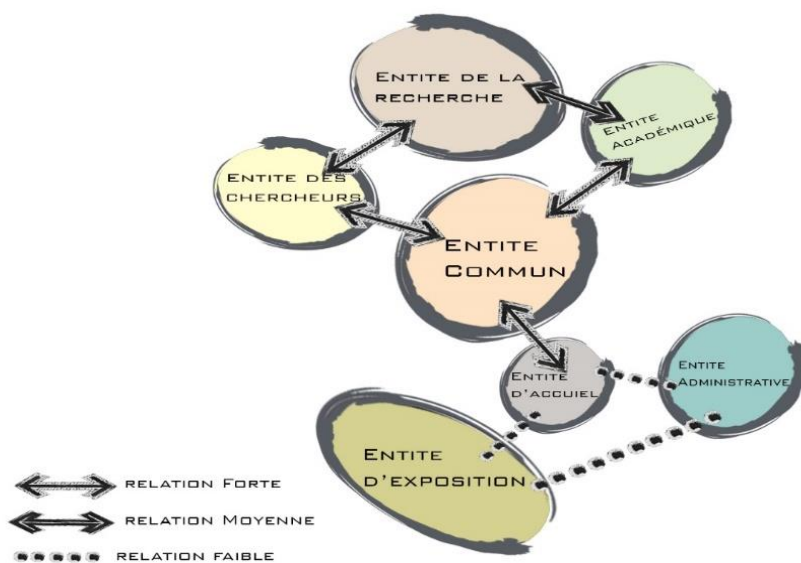


Figure 4. 3: l'organigramme fonctionnel.

Source Auteur.

4.7 Le programme quantitatif proposé :

2. Le programme quantitatif proposé :				
Entité	Espace	N	Surface unitaire (m²)	Surface (m²)
Accueil	Hall d'accueillie	01	273	273
	Réception	01	18	18
	Bureau de Service	01	13	13
	/	/	/	/
	Surface Total	495 m²		
	Circulation	191 m²		38%
	/			
Commune	Salle de conférence	01	82	82
	Break out room	01	82	42
	Cafeteria	01	80	123
			Stockage : 28	
			Sanitaire : 15	
	Espace d'échange (patio)	01	270	270
	Espace de nettoyage	01	22	22
	Bibliothèque	01	Salle de lecture (02) : 130 (2)	389
			Rayonnage : 70	
			Sanitaire (02) : 59	
	Infirmierie	01	40	40
	Serre	01	70	70
	Sanitaire	04	20	93
			35	
			16	
23				
Surface Total	1540m²			
Circulation	483 m²		31%	
Exposition	Exposition temporaire	01	332	332
	Exposition	01	917	917
	Surface Total	1514 m²		
	Circulation	265 m²		17.5%
	Réception	01	15	15

Administration	Bureau de directeur	01	38	38
	Secrétariat	01	37	37
	Salle de réunion	01	90	90
	Bureau de serveur	01	30	30
	Bureau de maintenance	01	16	16
	Bureau de comptable	01	16	16
	Bureau de nettoyage	01	16	16
	Terrasse	01	135	135
	Sanitaire	01	14	14
	Surface Total	667 m²		
	Circulation	260 m²		38%
Académique	Laboratoire académique	08	75	600
	Sanitaire	02	35	70
	Surface Total	860 m²		
	Circulation	190 m²		22%
Chercheurs	Bureau de chercheur	05	121	649
			128	
			144	
			125	
			131	
	Salle de réunion	01	78	78
	Serre	01	95	95
	Douche	01	22	22
	Sanitaire	02	20	40
	Surface Total	1064 m²		
	Circulation	180 m²		17%
/				
Recherche	Laboratoire de structure et matériaux	01	Salle de rédaction : 49	335
			Stockage : 24	
	Laboratoire de MDF	01	Salle de rédaction : 25	225
			Stockage : 8	
	Laboratoire de géotechnique	01	Salle de rédaction : 9	110
			Stockage : 8	
	Laboratoire des ambiances physique	01	Laboratoire de soufflerie : 235	324
			Laboratoire artificiel : 36	
			Laboratoire acoustique : 53	
			Stockage : 24	
	Laboratoire d'urbanisme	01	Salle de rédaction : 15	115
			Stockage : 8	
	Laboratoire de fabrication	01	Salle de rédaction : /	100
Stockage : 8				
Laboratoire énergétique	01	Salle de rédaction : 9	130	
		Stockage : 8		
Laboratoire bioclimatique et paysage	01	Salle de rédaction : 15	130	
		Stockage : 8		

	Laboratoire géomatique	01	Salle de rédaction : 6	100
			Stockage : 8	
	Salle de repos	02	60	120
	Sanitaire	03	41	123
	Espace expérimentation	03	180	570
			200	
			190	
	Dépôt	01	100	100
	Locale technique	01	100	100
Surface Total	3969 m²			
Circulation	1377 m²			34%
Total	10110 m²	Circulation	29%	
	Surface de terrain		23360 m²	
	Surface de bâti		5258 m²	
	Rapport (Terrain / bâti)		22.5%	

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

Synthèse :

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

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

CHAPITRE 05

ETUDE

CONCEPTUELLE

Partie conceptuelle :

Introduction :

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

5.1 L'idée mère du projet :

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

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

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

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

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

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

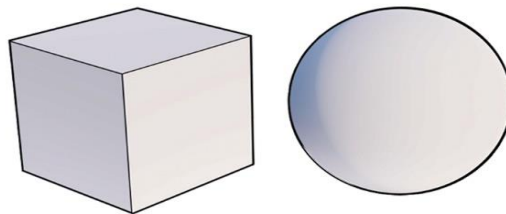


Figure 5. 1: les volumes de base de notre idée mère.

Source : Auteur.

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

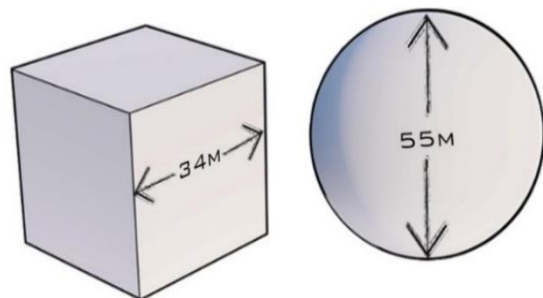


Figure 5. 2: la proportion entre les deux volumes de base.

Source : Auteur.

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

5.2 La genèse du projet :

5.2.1 L'état des lieux :

- ✓ Le terrain a une forme rectangulaire avec une superficie de 23360 m².
- ✓ Il est orienté Nord-est Sud-Ouest ça donne un bon ensoleillement dans toute l'année et les heures de l'année.
- ✓ L'assiette est exposée aux vents dominants du côté Nord-Ouest, chauds Sud-Est et les vents de sirocco du partie Sud-Ouest.(fig 5.3)

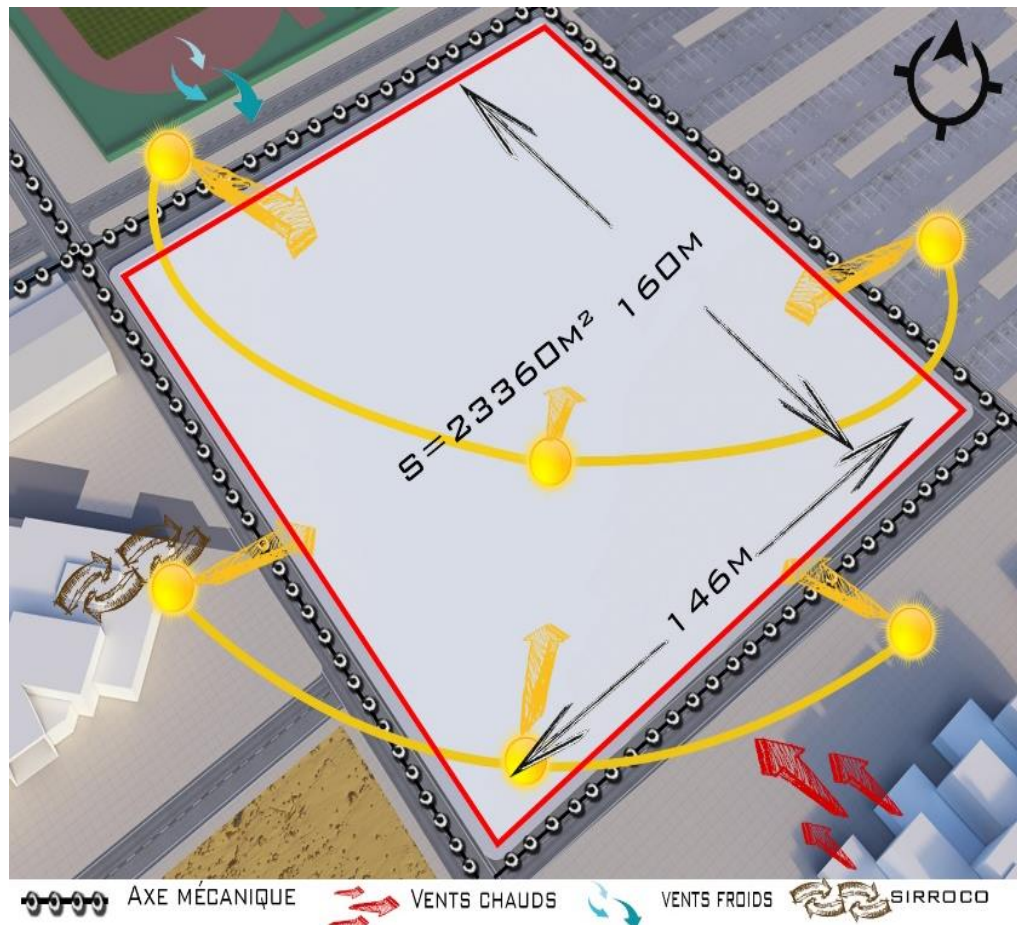


Figure 5. 3: L'état des lieux de notre terrain.

Source : Auteur.

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

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

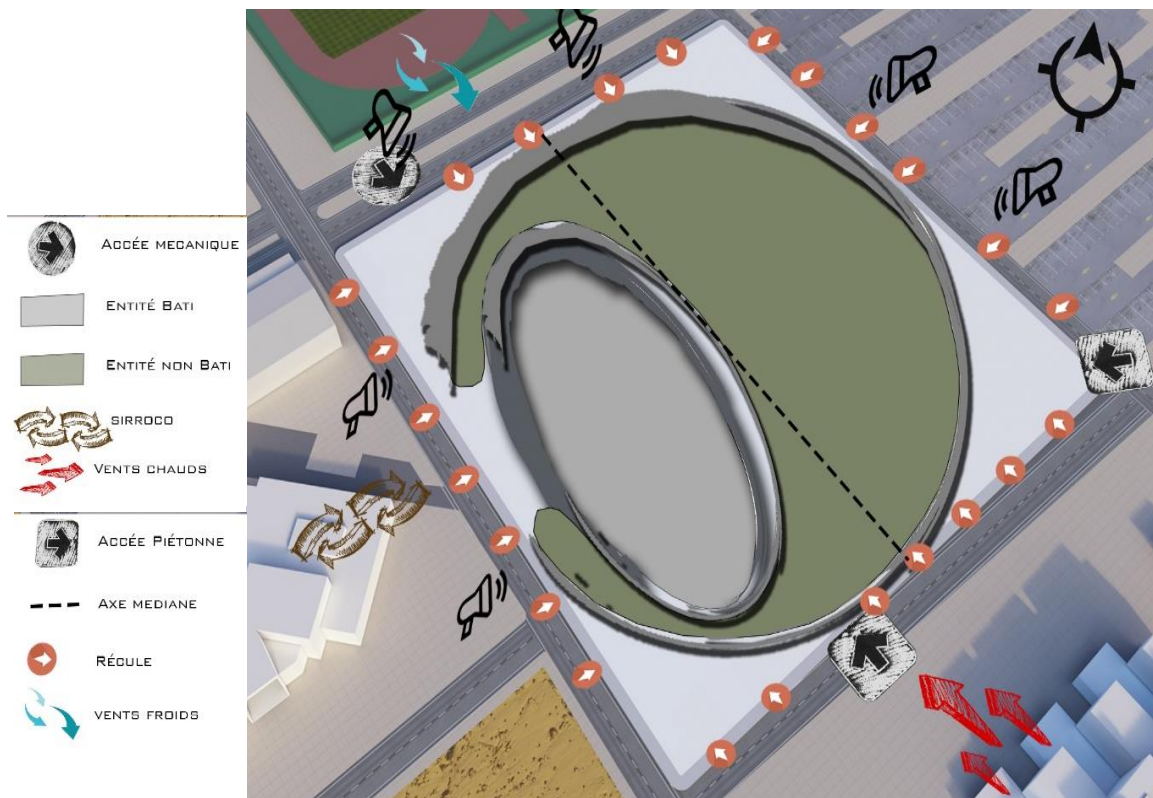


Figure 5. 4: Choix des accès et mode d'occupation du site.

Source : Auteur.

5.2.3 Les parcours :

Comme parcours nous avons créé :

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

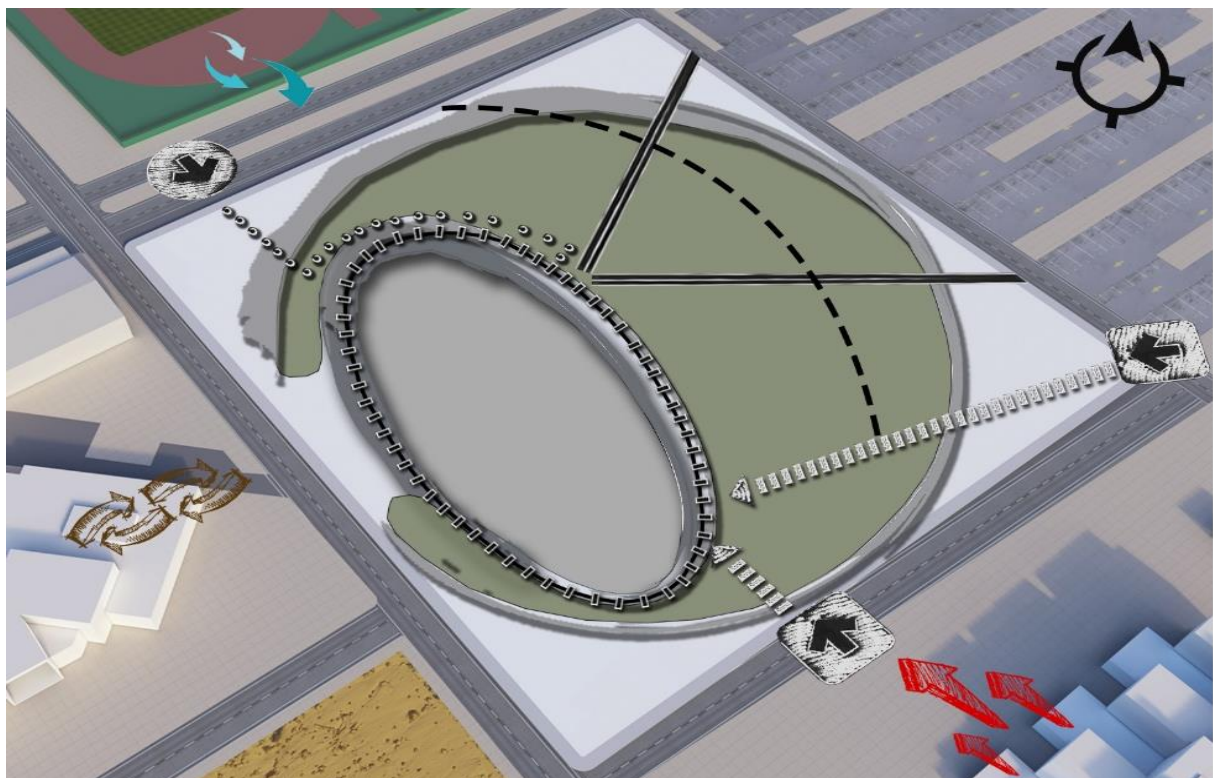


Figure 5. 5: créations des parcours dans notre site

Source : Auteur.

5.2.4 L'affectation des entités :

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

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



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

5.2.5 Développement de la forme :

Phase 01 :

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

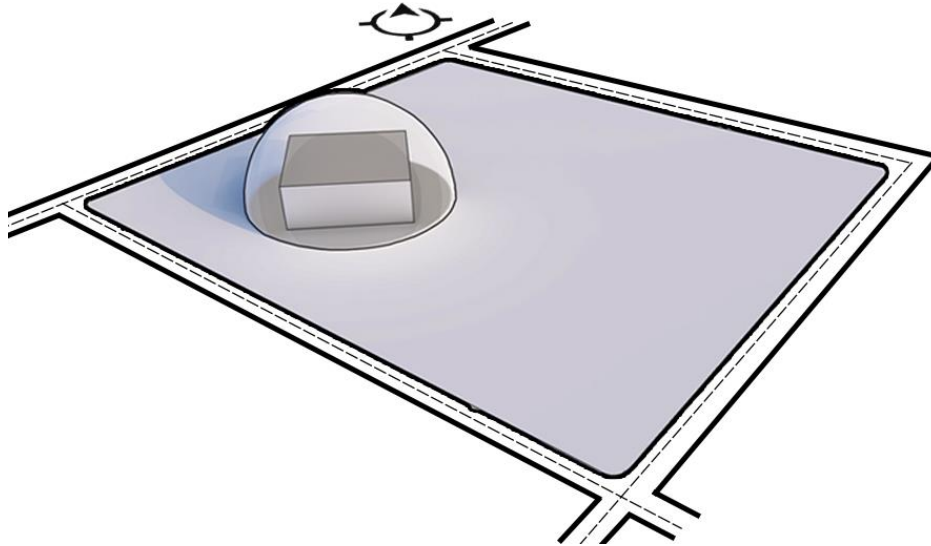


Figure 5. 7: Développement de la forme Opération 01 (l'implantation).

Source : Auteur.

- ✓ L'autre partie du cube et implanter éloigne de la géode afin de créer un espace d'échange
- ✓ L'implantation des deux volumes est déterminée par une proportion mathématique harmonieuse :
 - La distance entre la géode et le deuxième cube c'est 22 m le 1/5 distance globale 110m,
 - La largeur d'espace d'échange c'est 7.5 le 1/3 la longueur de cette espace. (fig 5.8)

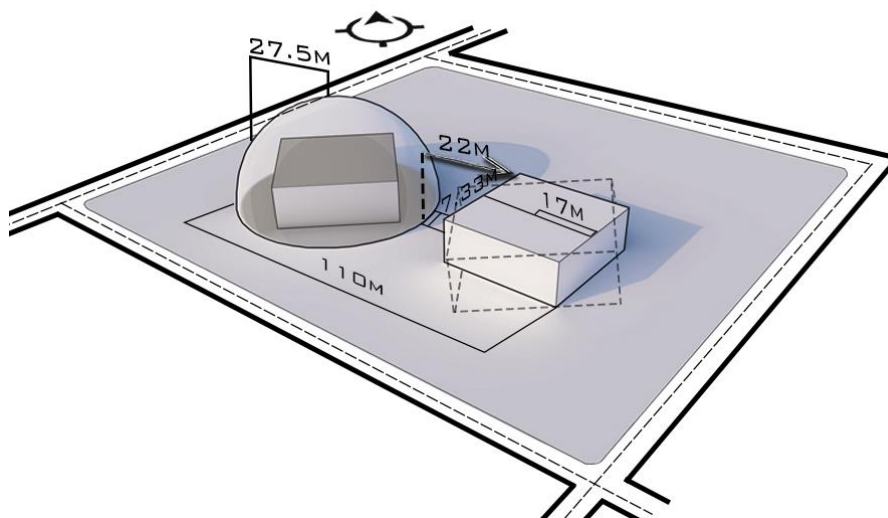


Figure 5. 8: Développement de la forme Opération 02 (proportion).

Source : Auteur.

Phase 02 :

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

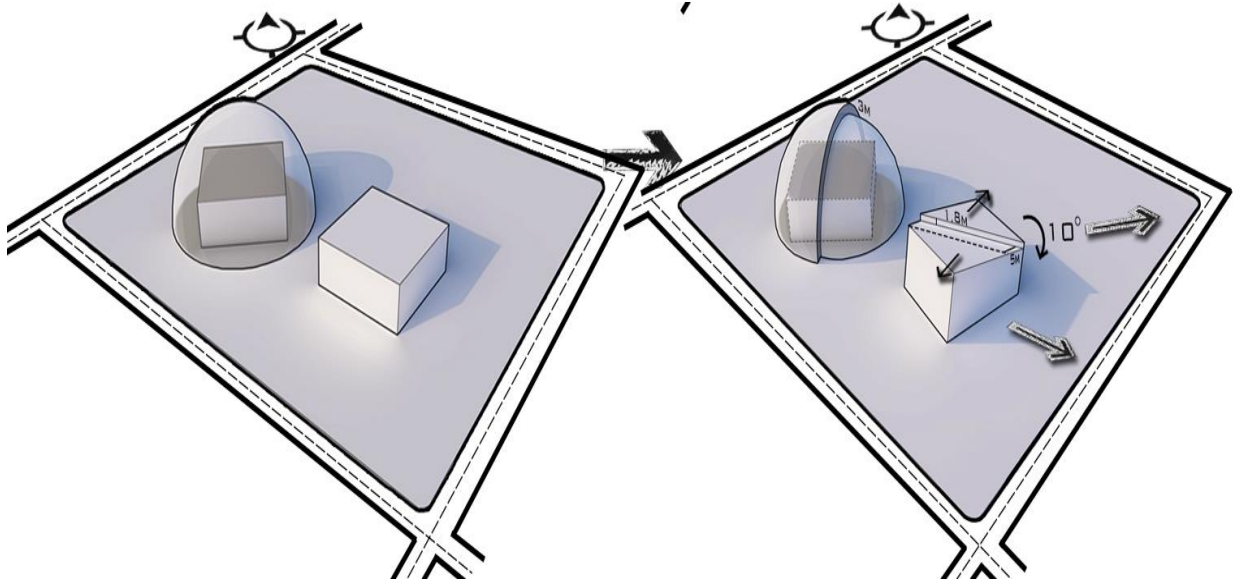


Figure 5. 9: Développement de la forme Opération 03 (coupée / décaler / incliné / rotation).
Source : Auteur.

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

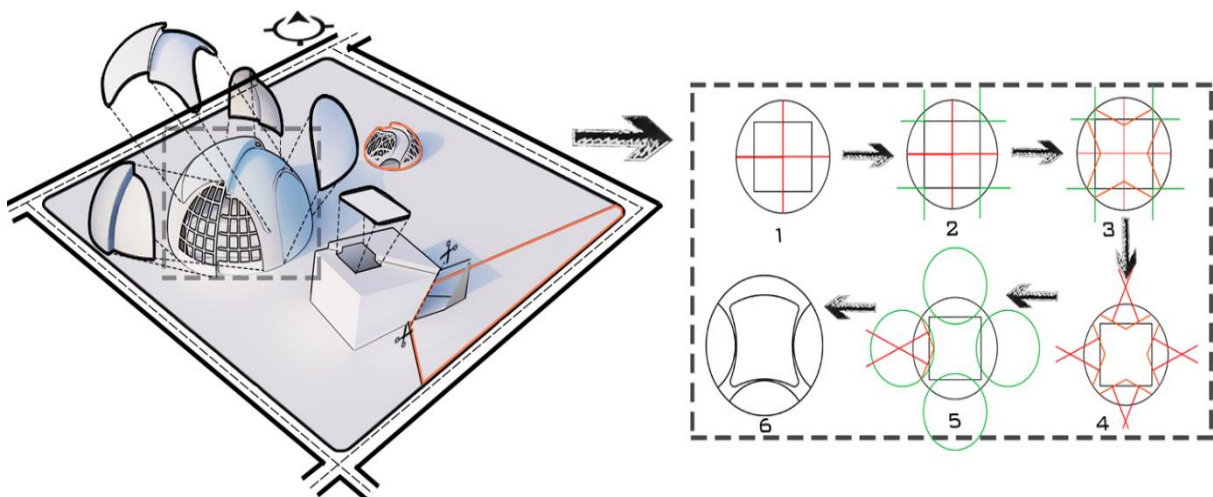


Figure 5. 10: Développement de la forme Opération 04 (perçement / perforation / patio / proportion / rythme géométrique).
Source : Auteur.

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

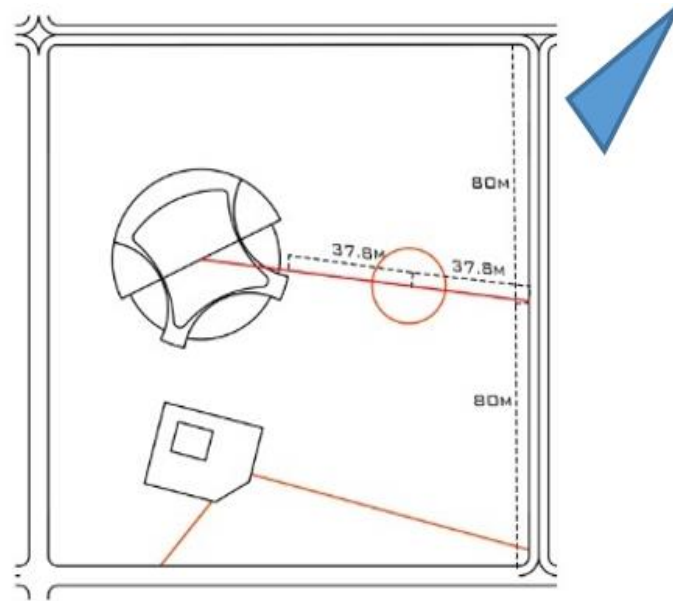


Figure 5. 11: Plan de masse Opération 01 (marquée / cercle des chercheurs).
Source : Auteur.

Phase 03 :

Pour assurer l'articulation des deux volumes nous avons :

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

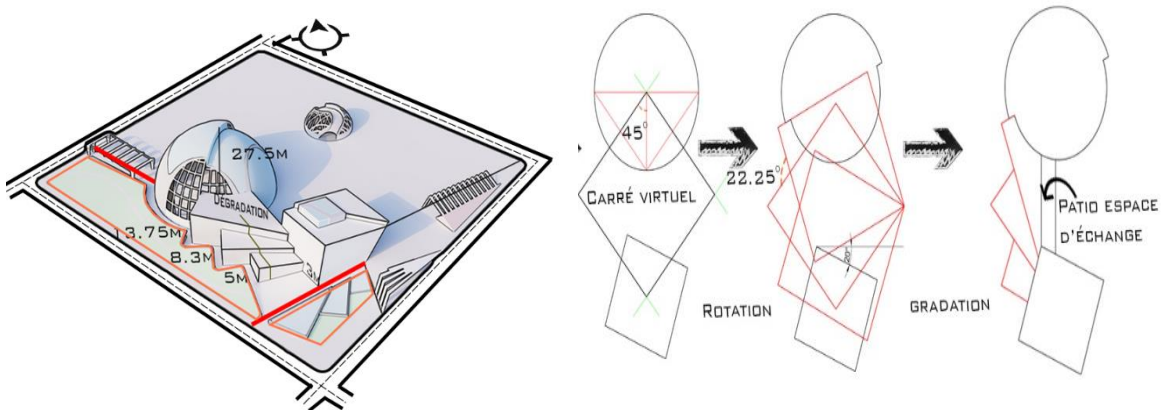


Figure 5. 12: Développement de la forme Opération 05 (enchainement / proportion / prisme / rythme géométrique).
Source : Auteur.

Pour la partie extérieure du projet :

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

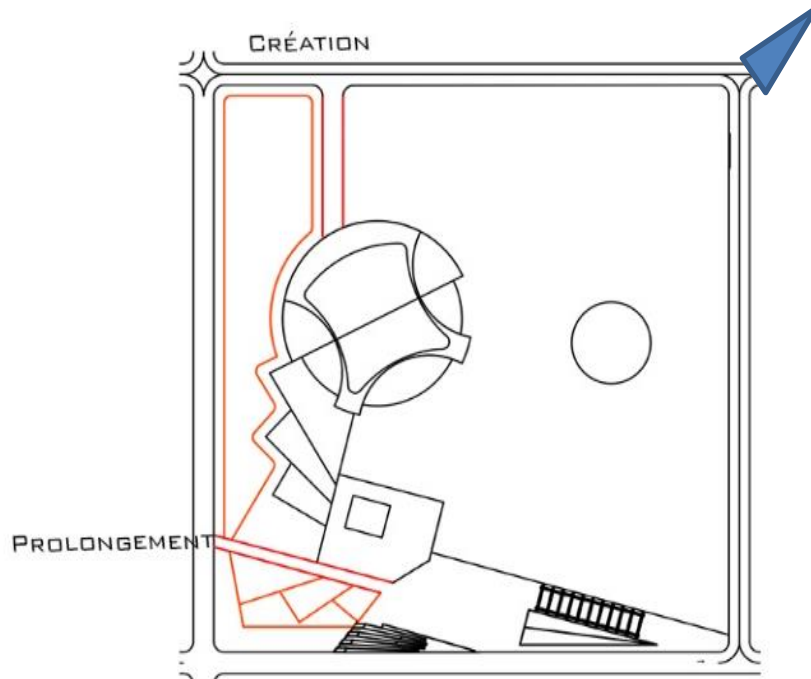


Figure 5.14: Plan de masse Opération 02 (marquée / espace vert / plan d'eau).

Source : Auteur.

Phase 04 :

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

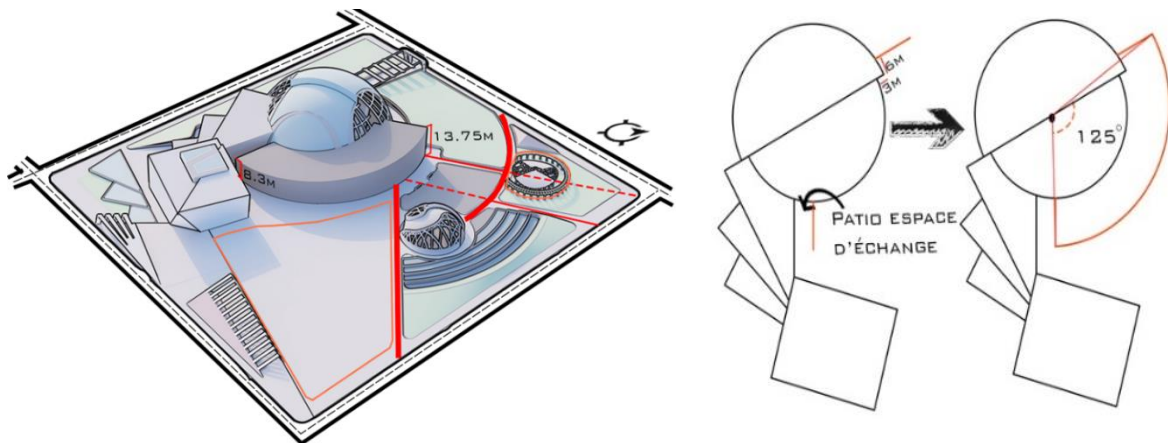


Figure 5.15: Développement de la forme Opération 06 (équilibrée / partie de cylindre / proportion).

Source : Auteur.

Pour la partie extérieure du projet :

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

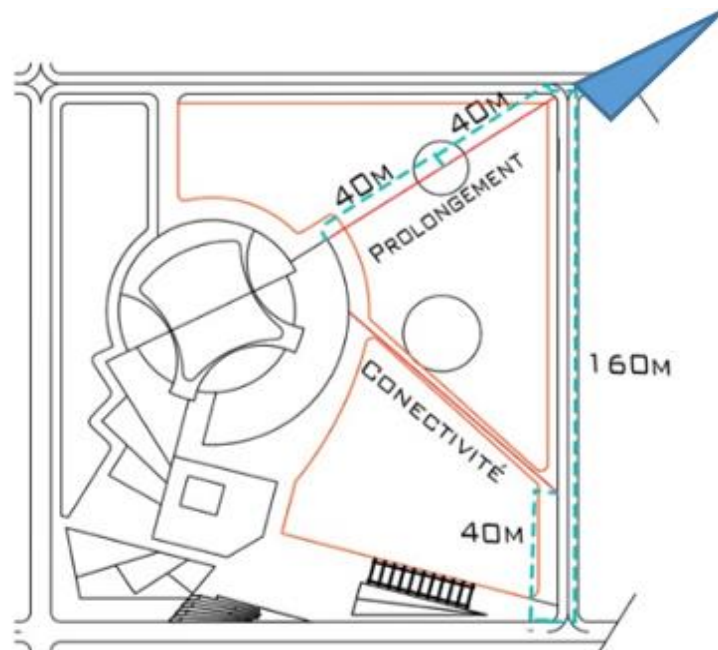


Figure 5.16: Plan de masse Opération 03 (divisé / espace d'échange).
Source : Auteur.

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

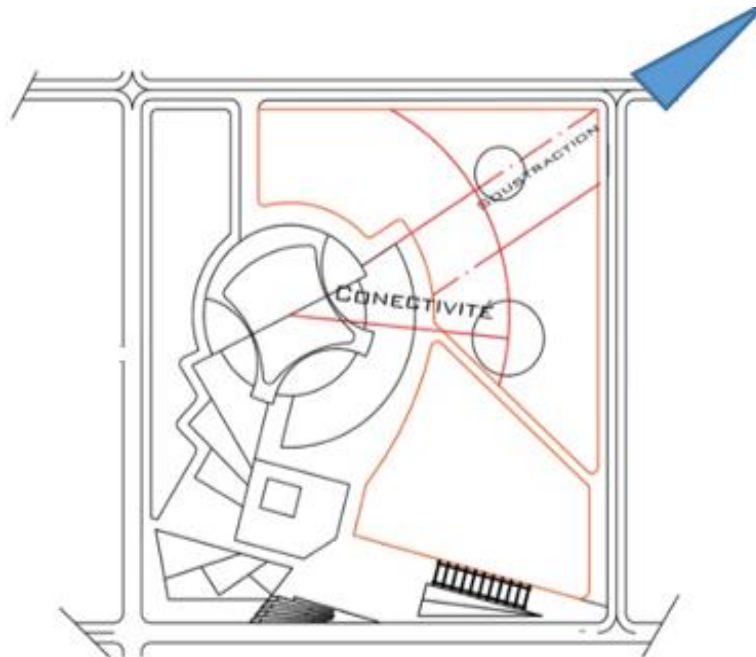


Figure 5.17: Plan de masse Opération 04 (parcours oblique).
Source : Auteur.

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

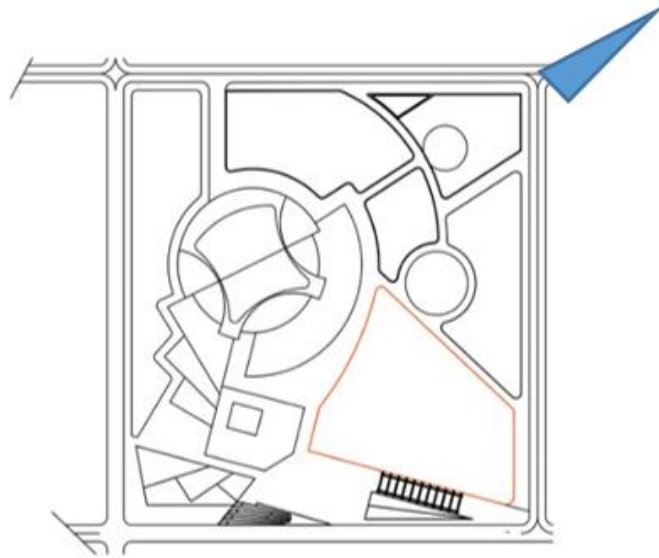


Figure 5. 18 Plan de masse Opération 05 (parcours linéaire).
Source : Auteur.

Phase 05 :

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

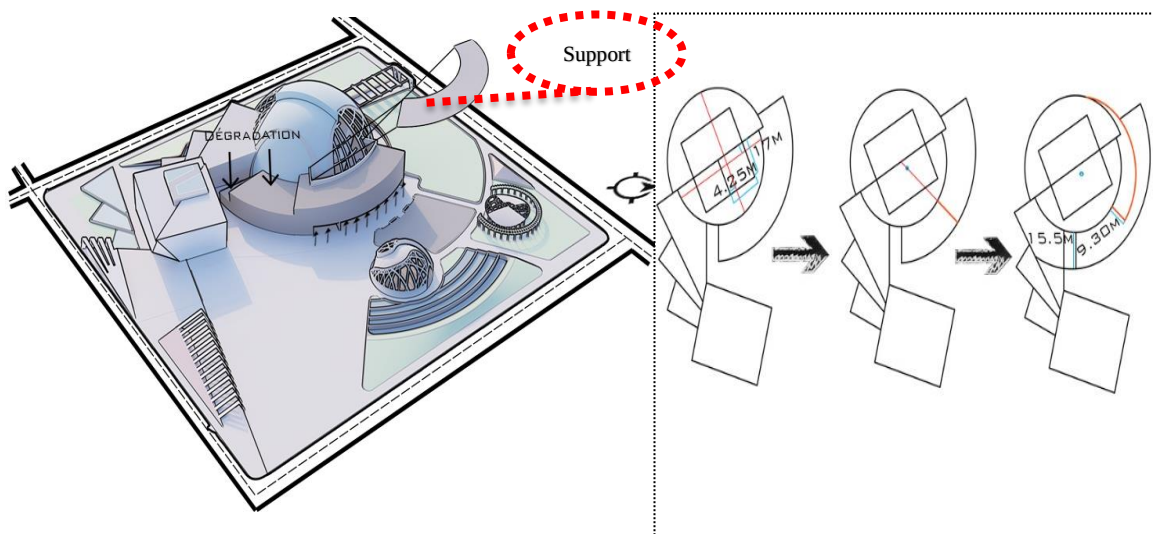


Figure 5. 20: Développement de la forme Opération 07 (enrichir / pilotée / support / proportion / forme courbée).
Source : Auteur

Phase 06 :

Pour renforcer l'articulation nous avons :

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

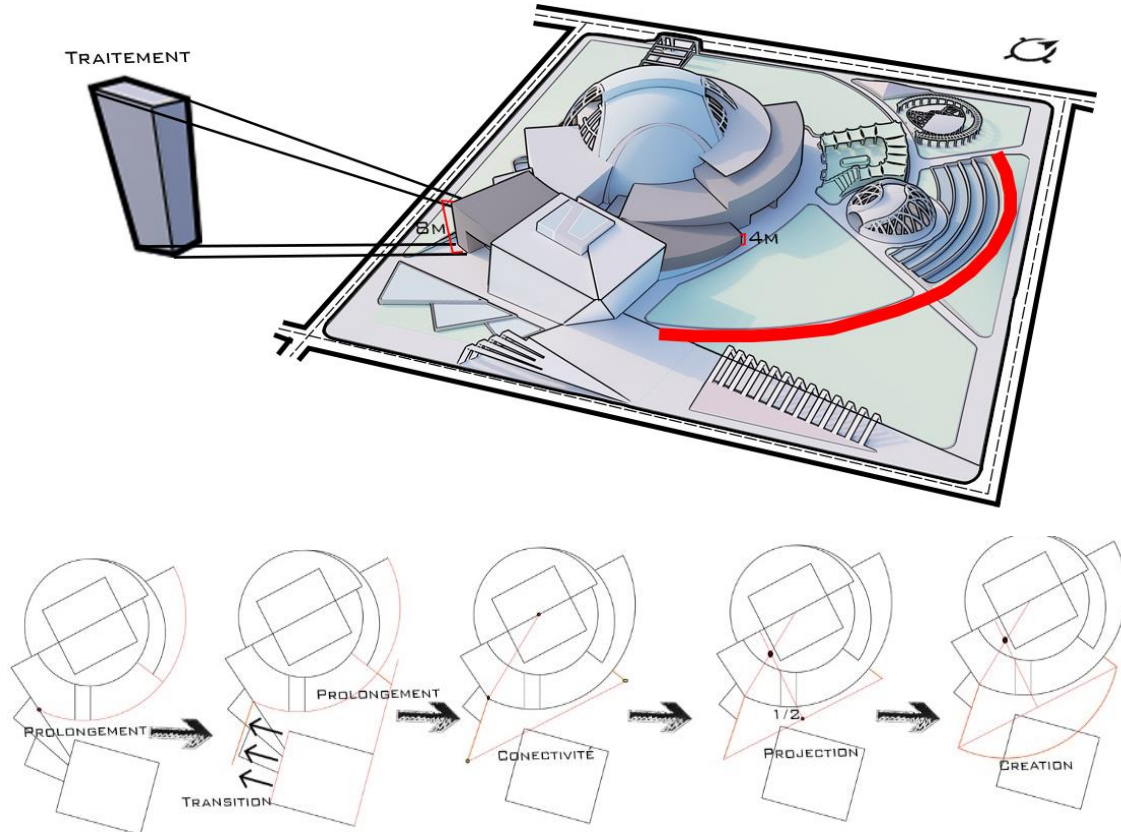


Figure 5. 21: Développement de la forme Opération 08 (pilon /volume courbée / proportion).
Source : Auteur.

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

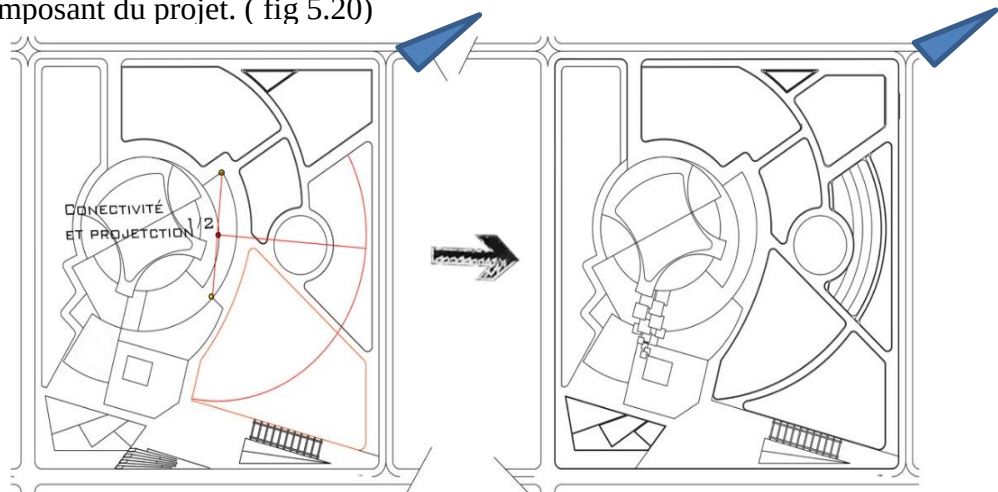


Figure 5. 23: Plan de masse Opération 06 (parcours oblique).
Source : Auteur.

Formulaire final du projet :

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

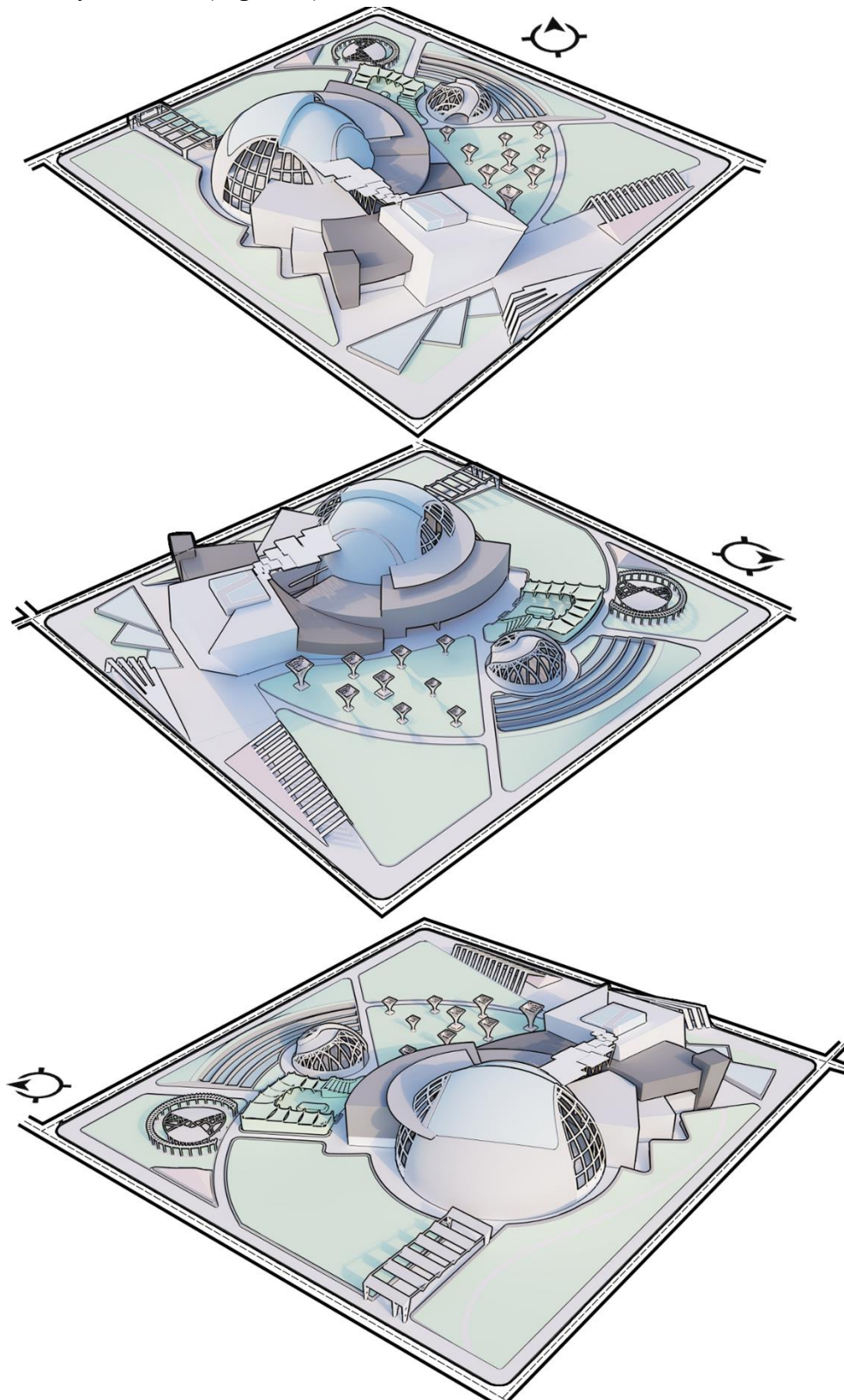


Figure 5. 24: résultat finale.
Source : Auteur.

5.3 Affectation des espaces extérieur :

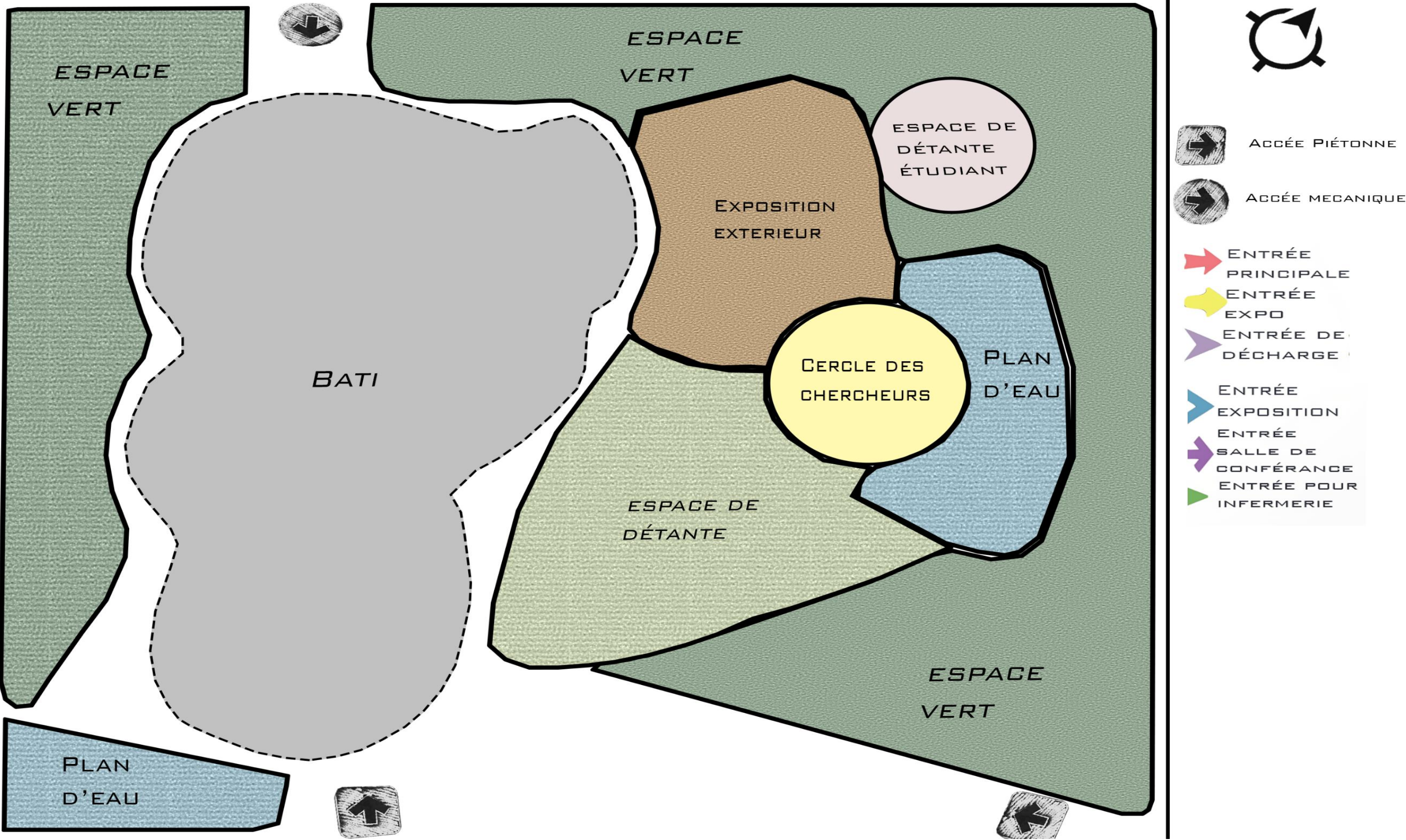


Figure 5. 25: L’organigramme spatiale et fonctionnelle de riez de chaussée. Source : Auteur.

5.3.1 Conception des espaces extérieur :

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

✓ Et les espaces extérieurs sont composés par :

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

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

- Espace bâti : 5258 m² (21.9%)
- Espace non bâti : 18734.3 m² (78.1%).

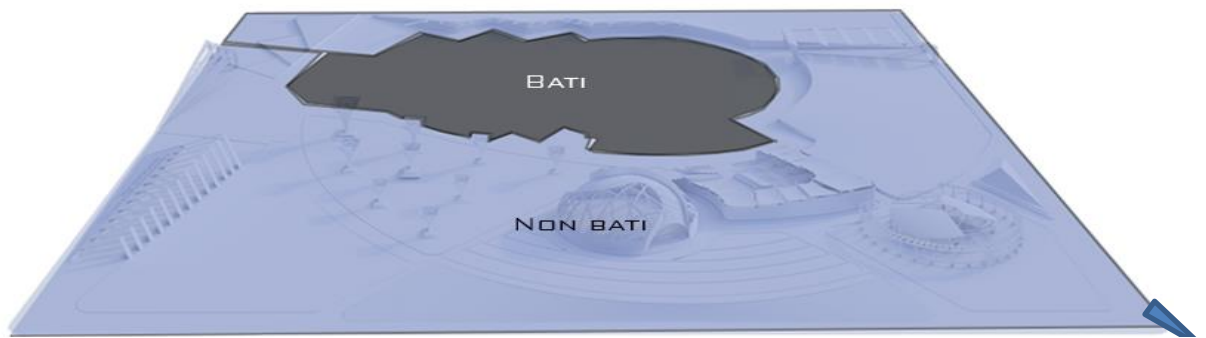


Figure 5. 26: l'occupation de sol.

Source : Auteur.

5.3.1.1 Espace de végétation et plan d'eaux

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

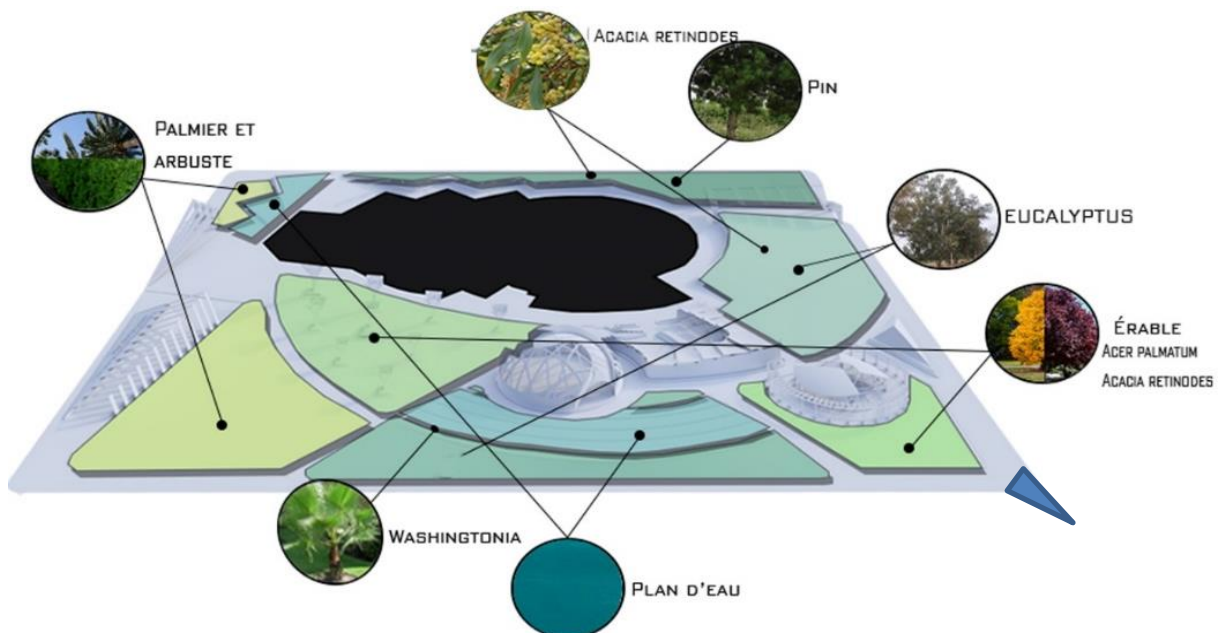


Figure 5. 29: type des végétations.

Source : Auteur.

5.3.1.2 Aménagement extérieur

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

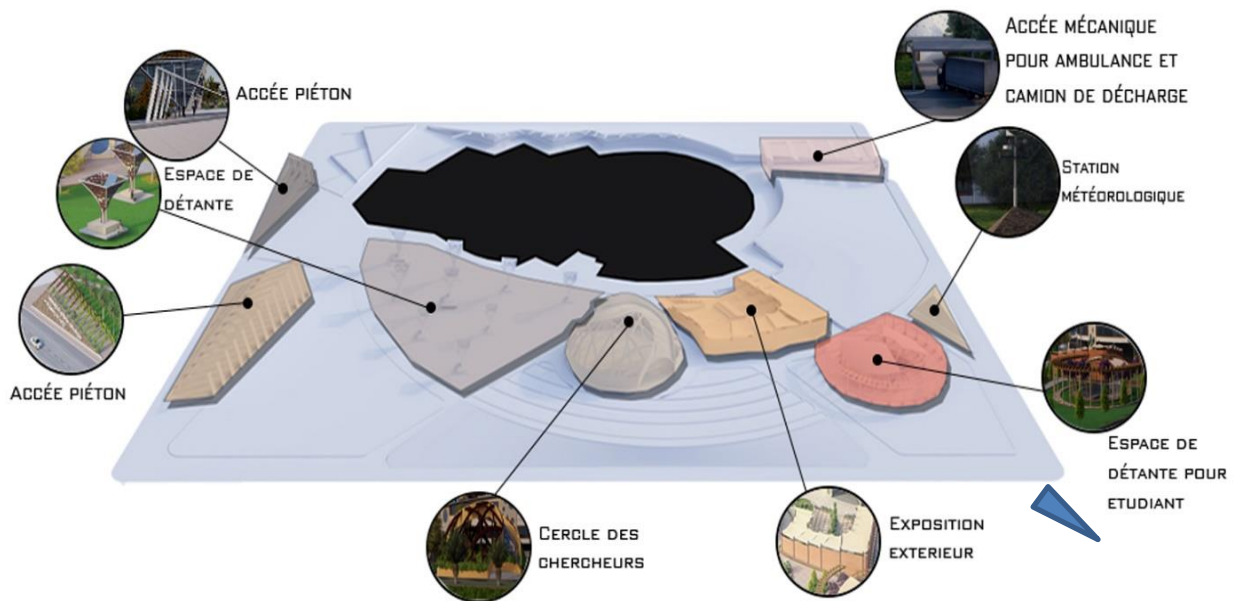


Figure 5.32: aménagements extérieurs.
Source : Auteur.

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

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

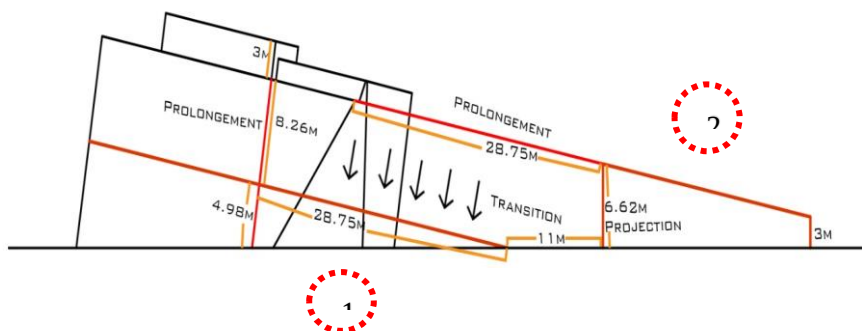


Figure 5.33: principe de conception élément d'accès d'entrée.
Source : Auteur.



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

5.3.1.2.1 L'Espace de détente :

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



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

5.3.1.2.2 Cercle des chercheurs :

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



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

5.3.1.2.3 Exposition extérieure :

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



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

5.3.1.2.4 Espace de détente pour étudiant :

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

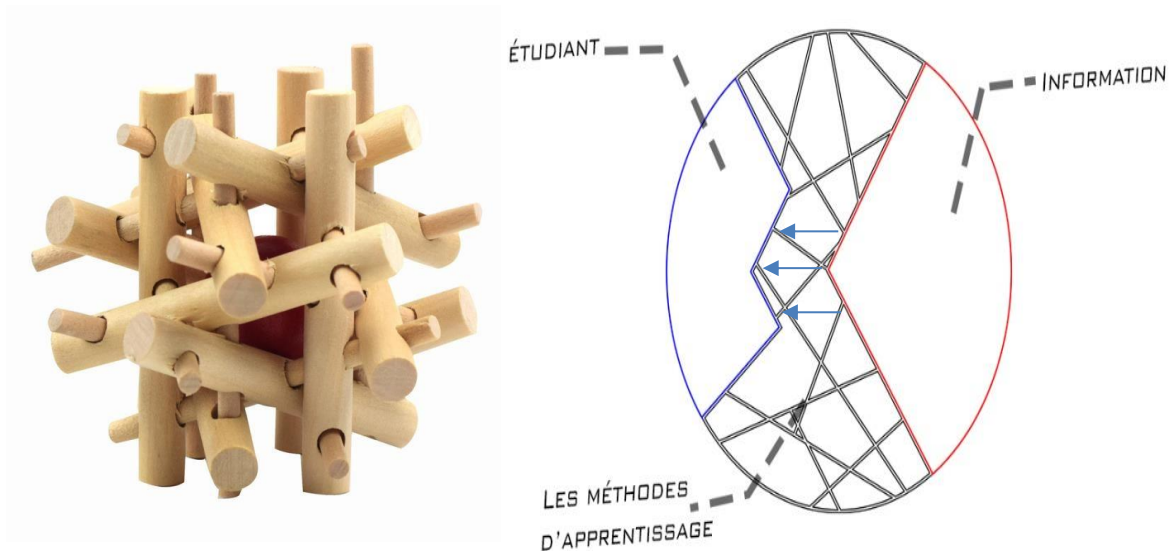


Figure 5 45: principe de conception d'espace détente.
Source : Auteur.



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

5.3.1.2.5 La station météorologique :

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



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

5.3.1.2.6 L'Accès mécanique :

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



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

5.3.1.2.7 Traitement des parcours :

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

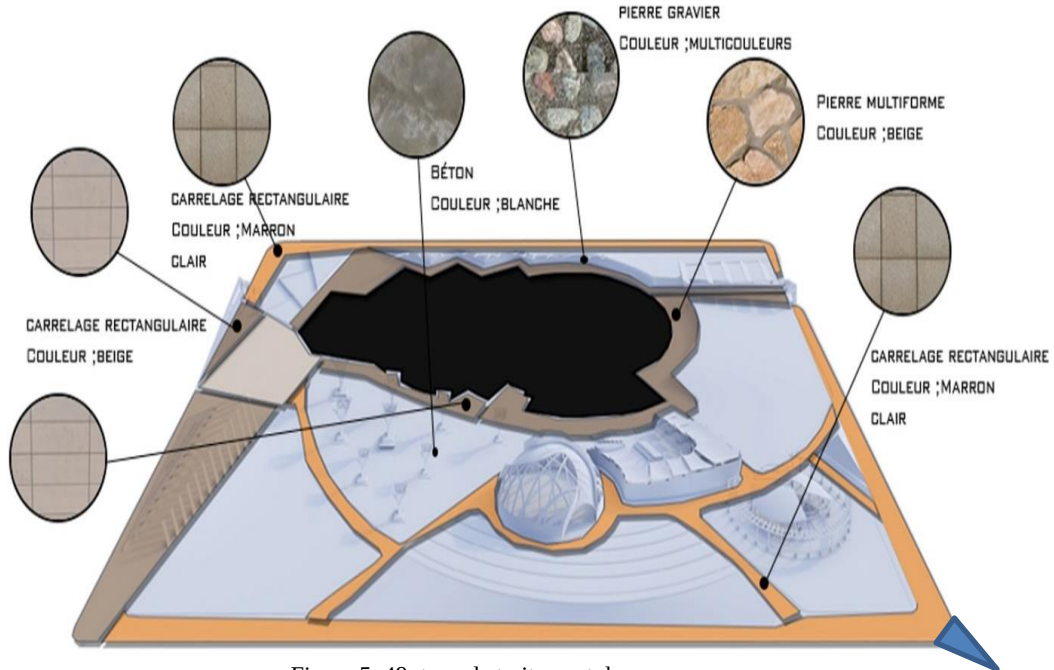


Figure 5. 49: type de traitement des parcours.

Source : Auteur.

5.3.1.2.8 Eclairage extérieur :

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

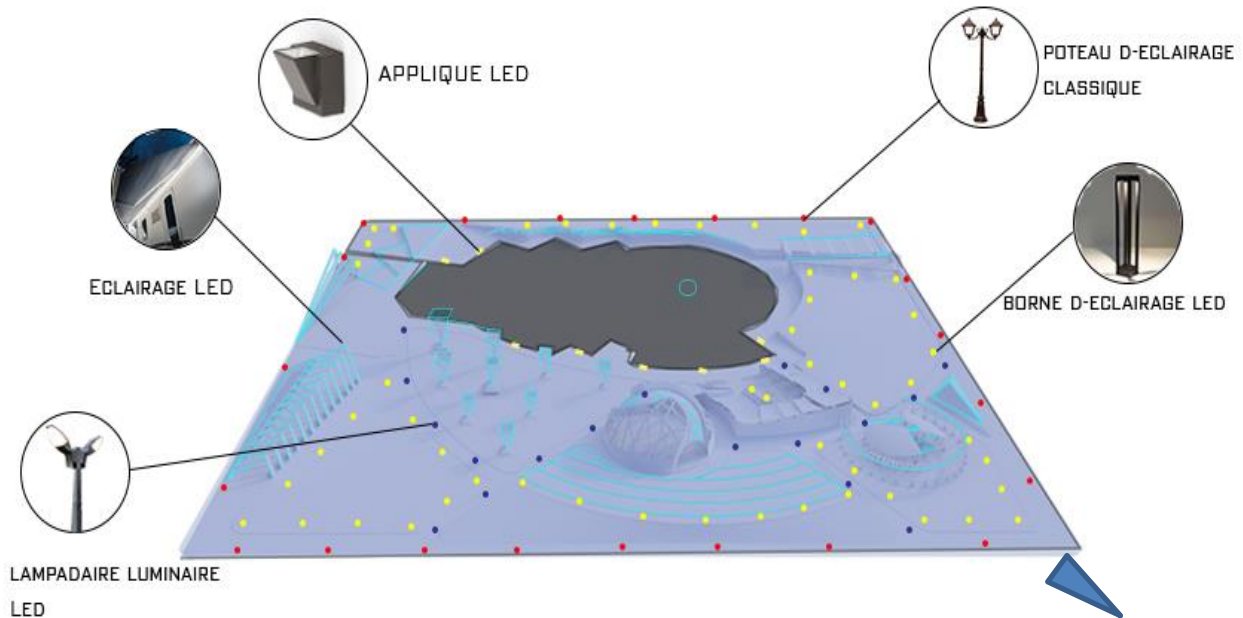


Figure 5. 50: type de Eclairage extérieur.

Source : Auteur.

5.4 Plan de masse :

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



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

5.5 Organisation intérieure :

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

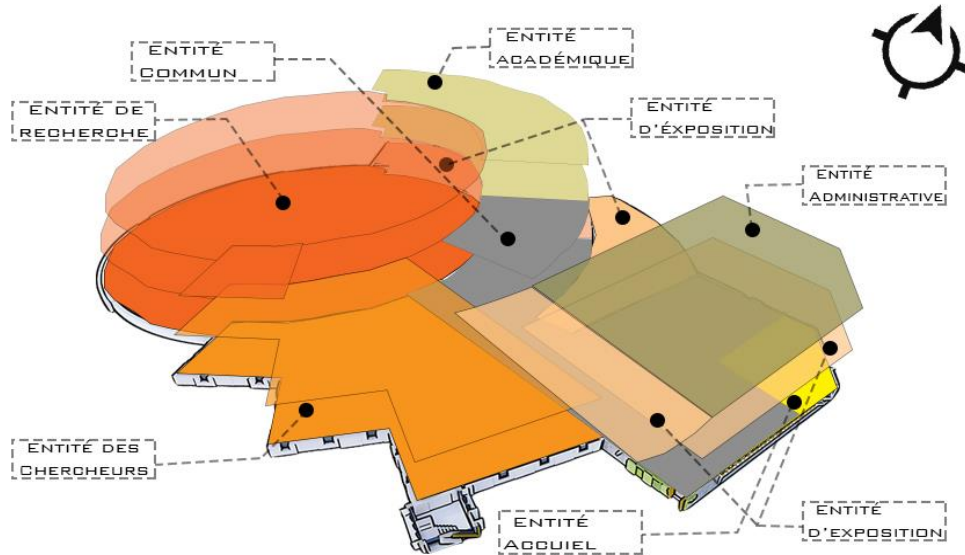


Figure 5. 52: organisation intérieure.
Source : Auteur.

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

5.5.1 La hiérarchisation des espaces :

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

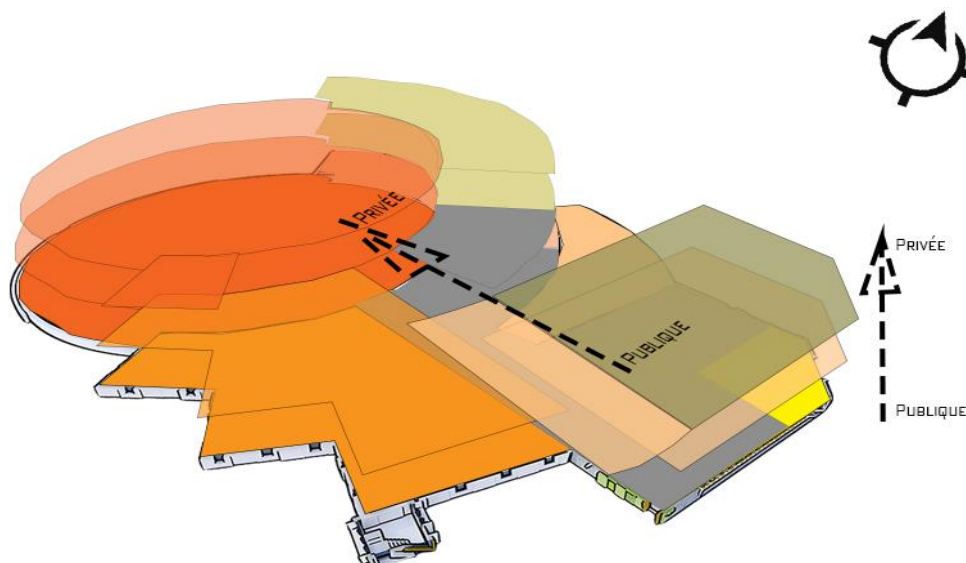


Figure 5. 53: hiérarchisation des espaces.
Source : Auteur.

5.5.2 Le type d'utilisation :

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

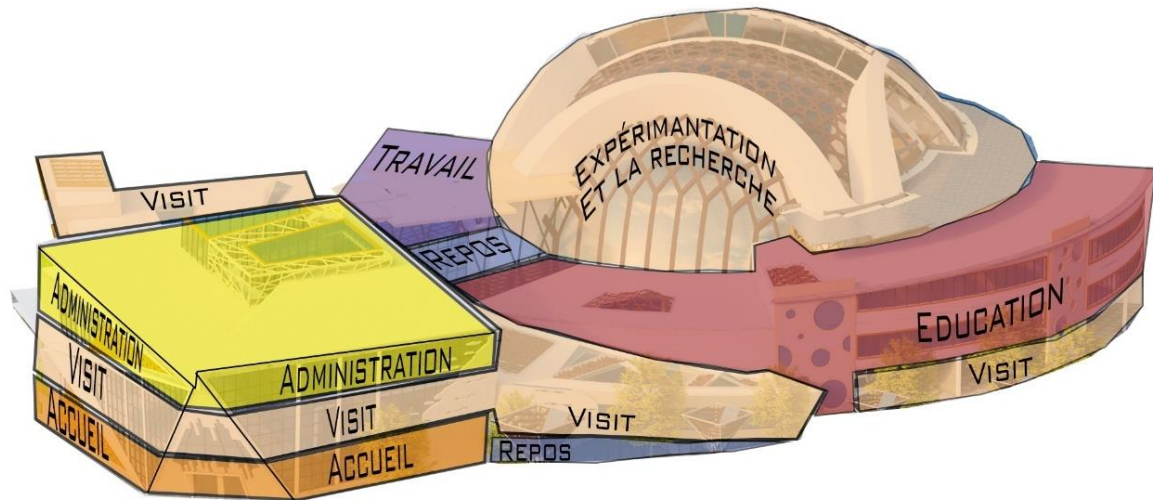


Figure 5. 54: Le type d'utilisation.
Source : Auteur.

5.6 Les plans :

Le rez de chaussée :

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

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

Le premier étage :

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

Le deuxième étage :

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

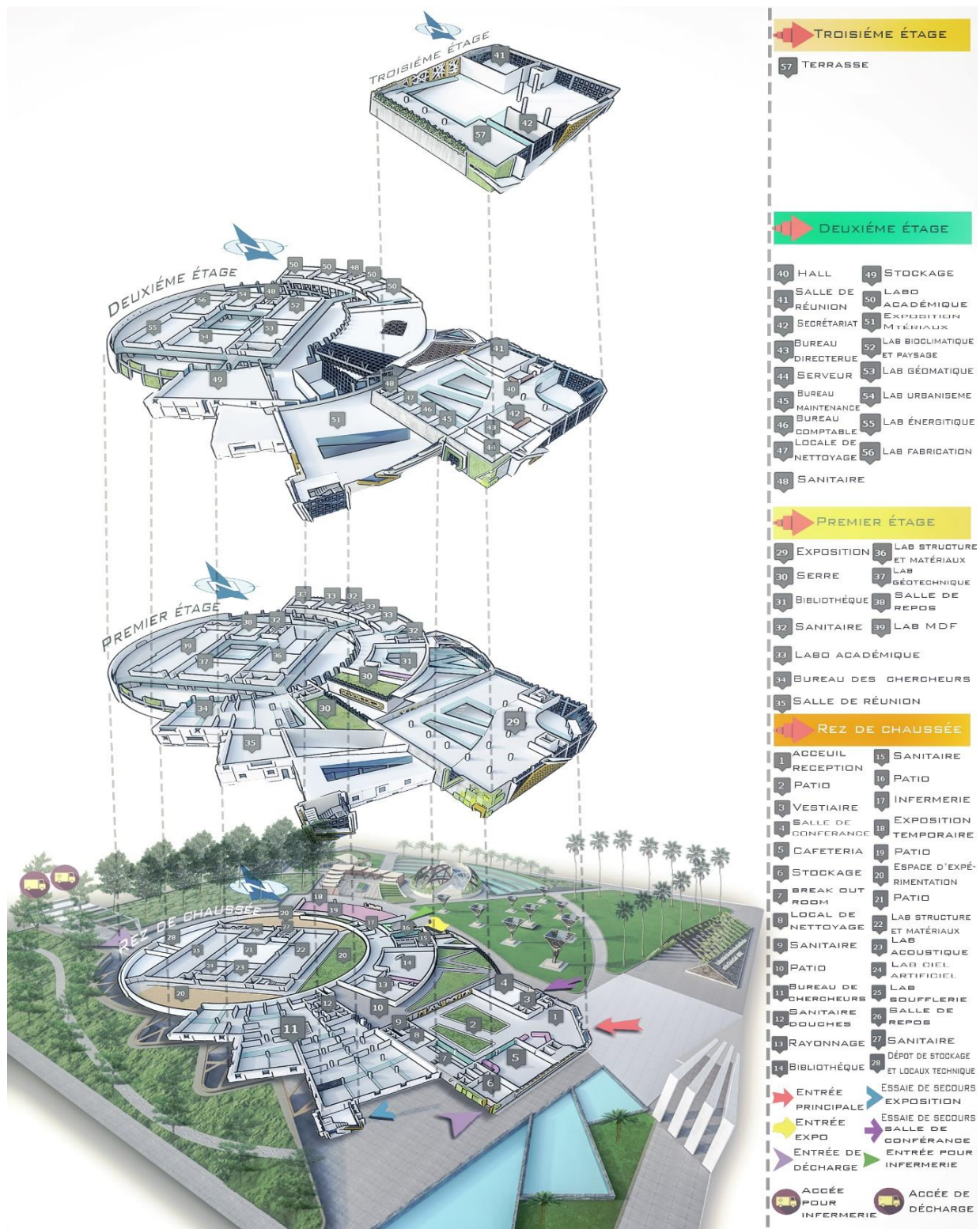


Figure 5. 55: les plans de différent niveau.
Source : Auteur.

Rez de chaussée :

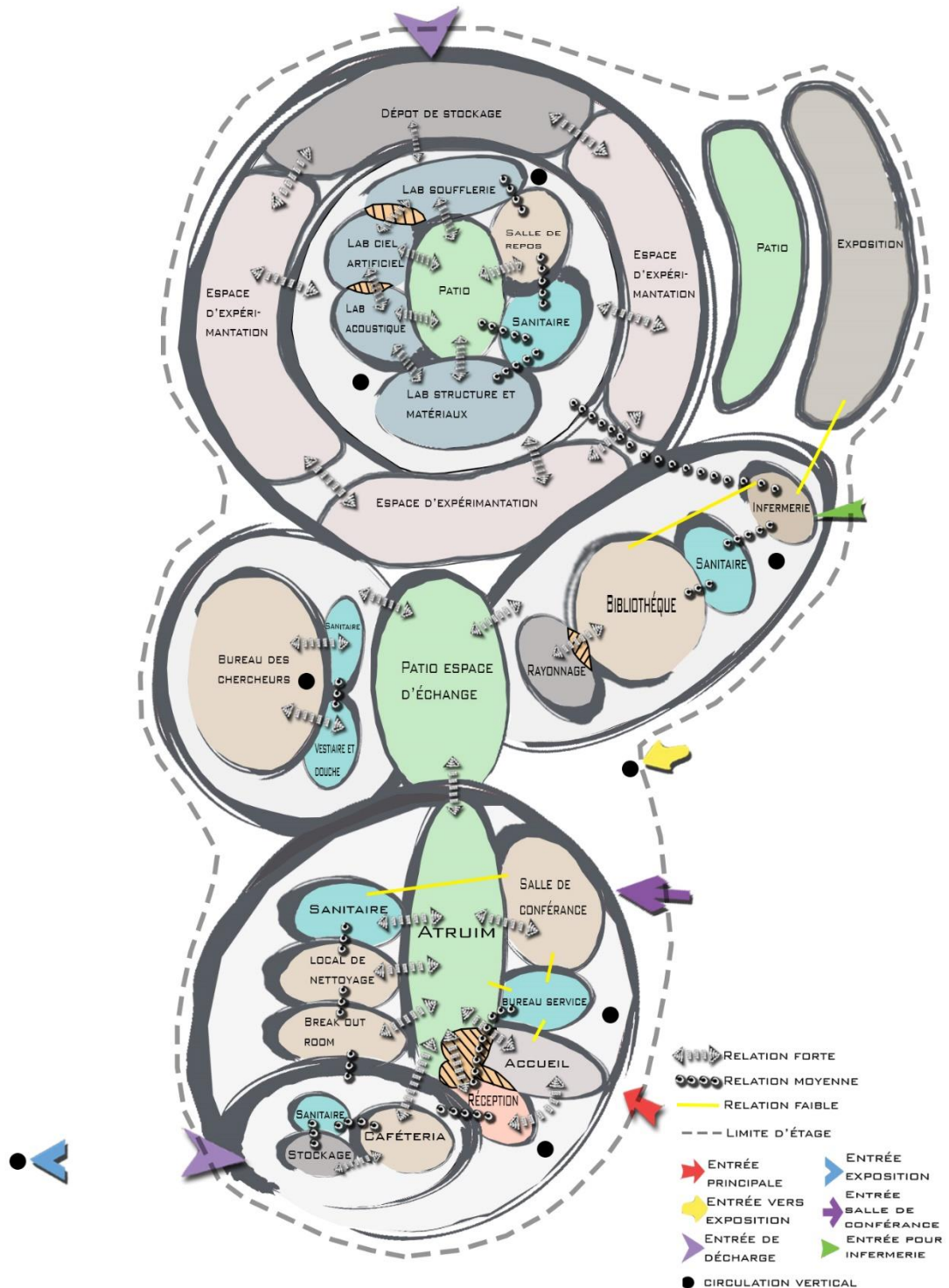


Figure 5. 56: Zoning spatiale et fonctionnelle de rez de chaussée.

Source : Auteur.

Diagramme de l'organisation spatiale du bâtiment de la Faculté de Génie Civil de l'Université de Sherbrooke. Le plan est divisé en plusieurs zones fonctionnelles : un grand patio central entouré de laboratoires (mécanique des fluides, géotechnique, structure et matériaux, académiques), des bureaux des chercheurs, des serres, une bibliothèque, un atrium et une exposition. Des flèches indiquent la circulation et la relation entre les espaces. Des points noirs marquent les limites d'étage.

Legend:

- Relation forte (thick double-headed arrow)
- Relation moyenne (thin double-headed arrow)
- Relation faible (dashed line)
- Limite d'étage (dashed line)
- Circulation verticale (black dot)

[illegible]

89

5.7 Organisation intérieure :

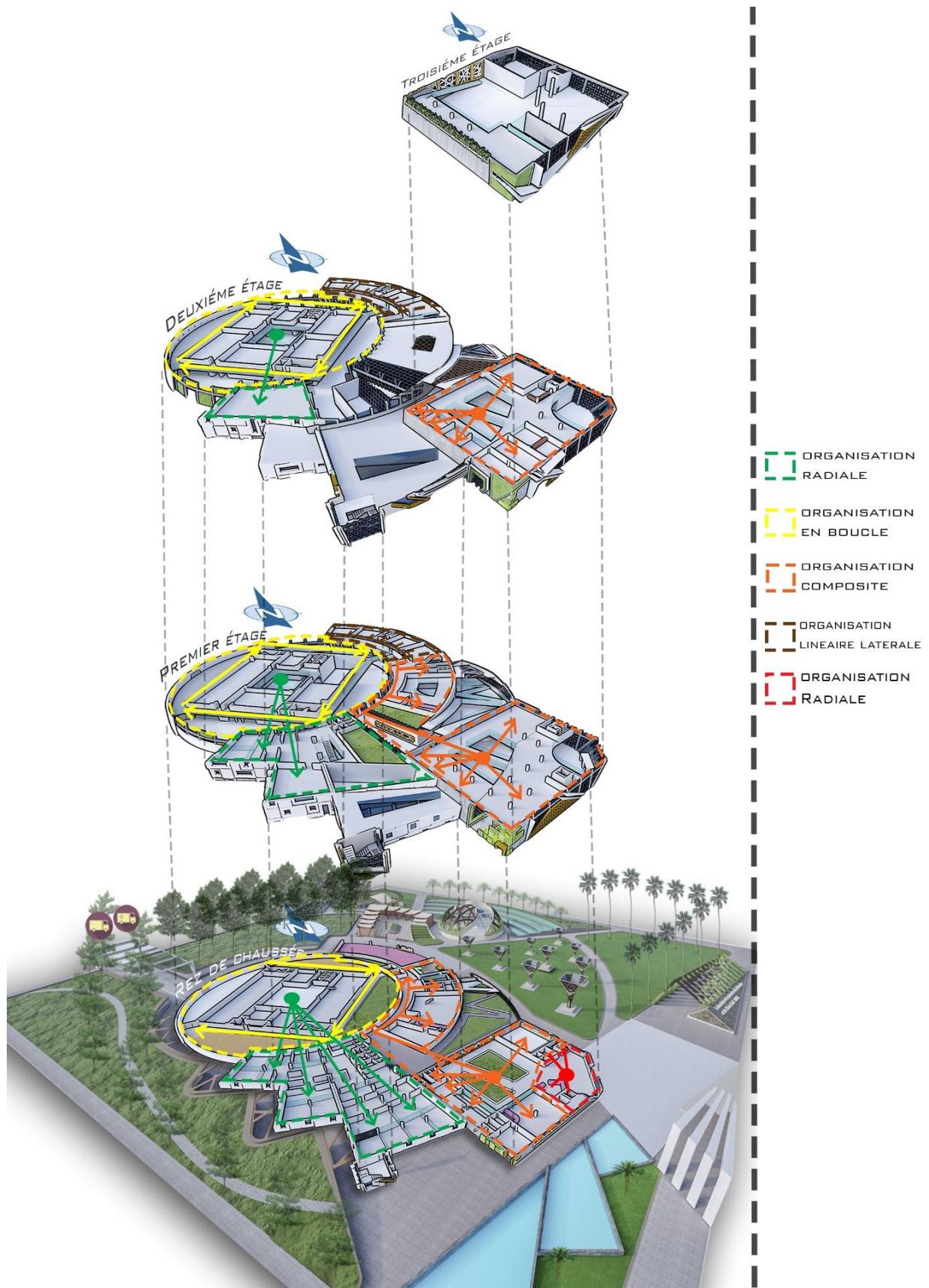


Figure 5. 59: organisation intérieure de différents niveaux.
Source : Auteur.

5.8 Les circuits :

Ce projet utilise par trois types d'utilisateurs :

- Les chercheurs.
- Personnels.
- Etudiants.

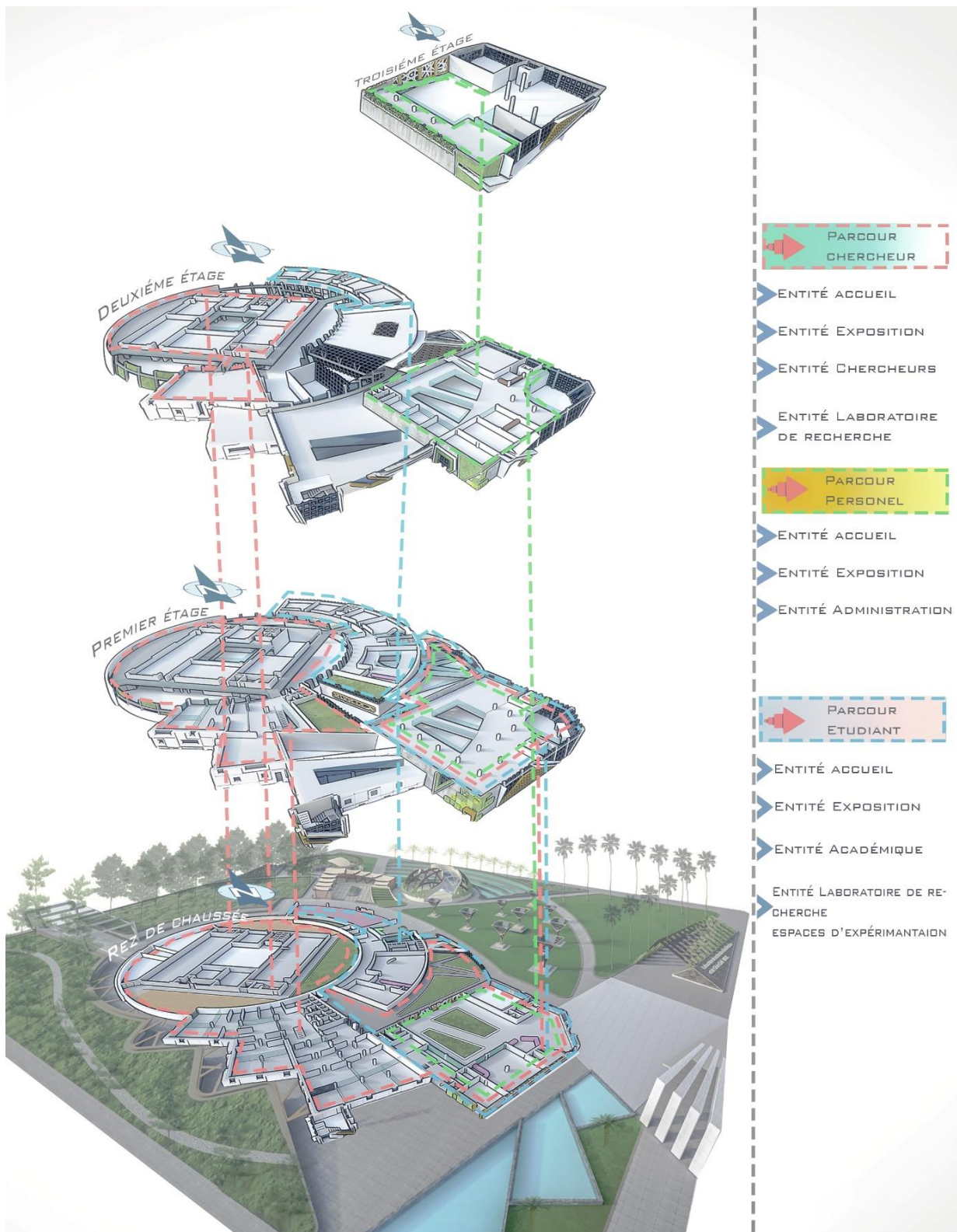


Figure 5. 60: les circuits.

Source : Auteur.

5.9 La circulation :

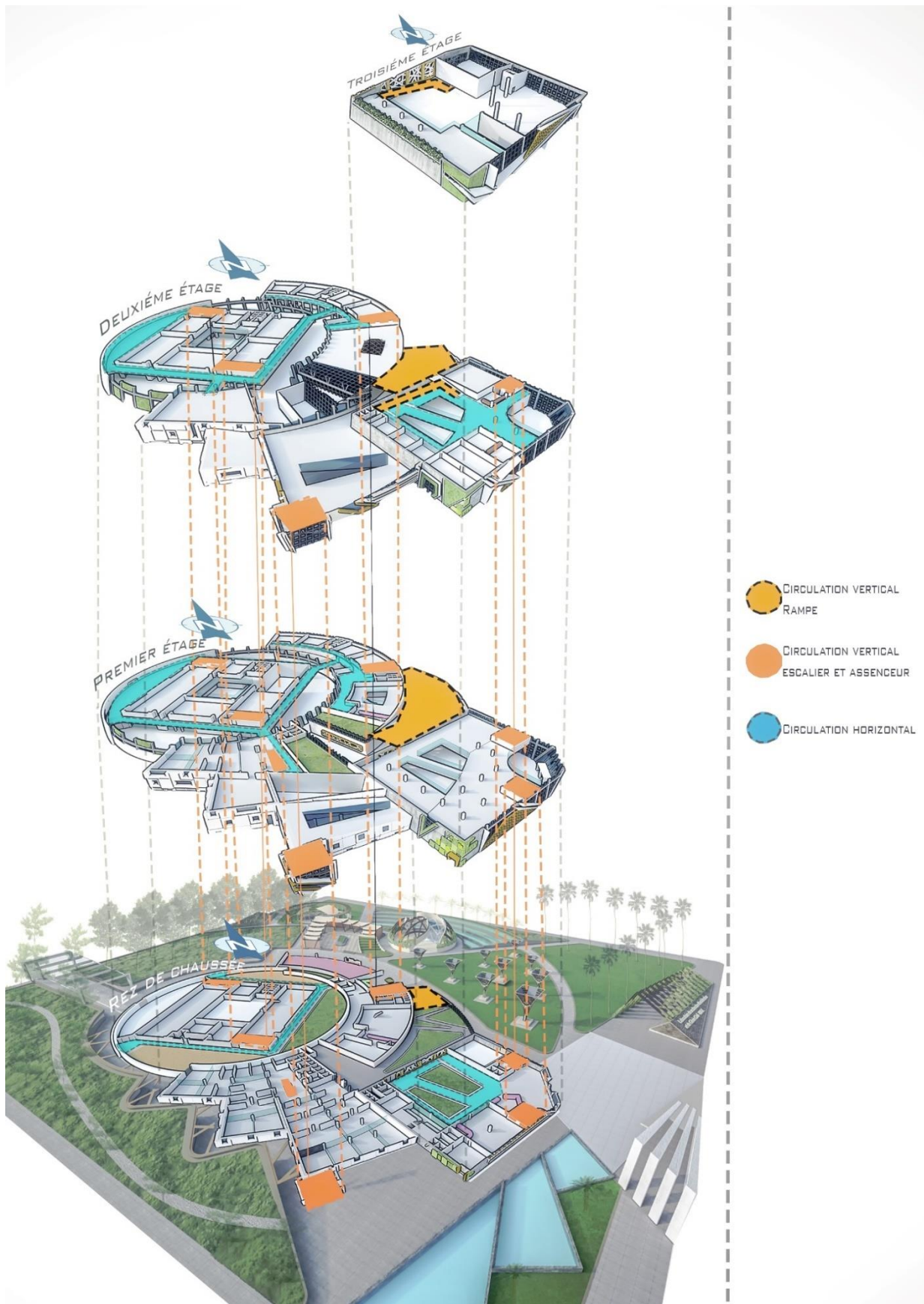


Figure 5. 61: la circulation verticale et horizontale.
Source : Auteur.

5.10 Les coupes :

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

Comme montrée à la figure 5.48

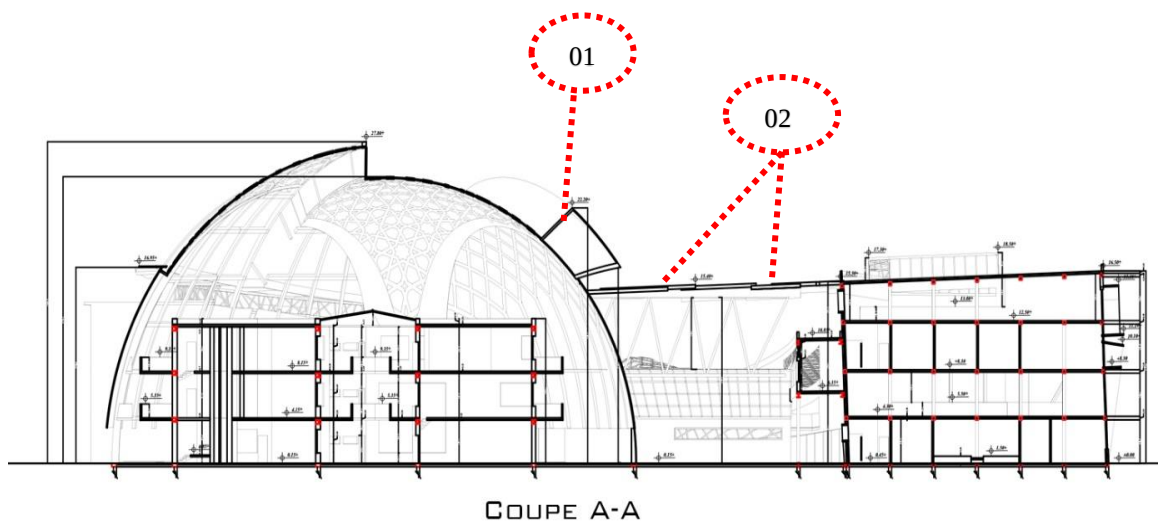


Figure 5. 63: coupe A-A ECH / 1/500.
Source : Auteur.

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

Comme montrée à la figure. 5.49

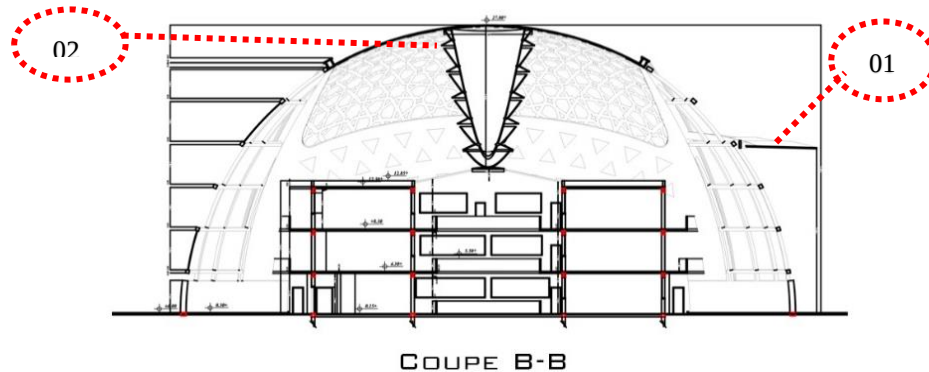


Figure 5. 65: coupe B-B ECH / 1/500. Source : Auteur.
Source : Auteur.

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

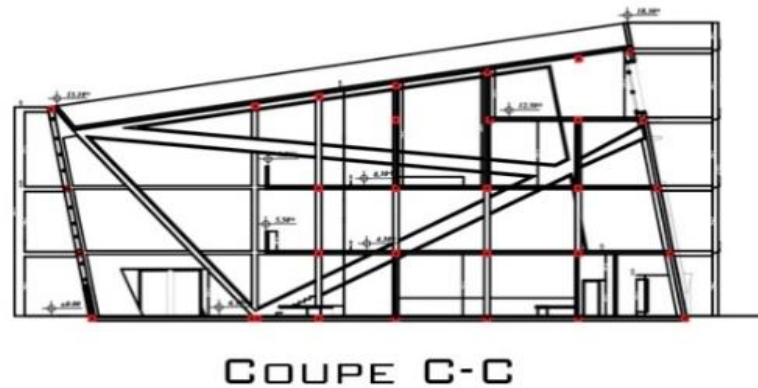


Figure 5. 66: coupe C-C ECH / 1/500. Source : Auteur.

5.11 Les façades et les vue 3d :

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

L'entrée principale :

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



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

La façade Sud-Est :

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

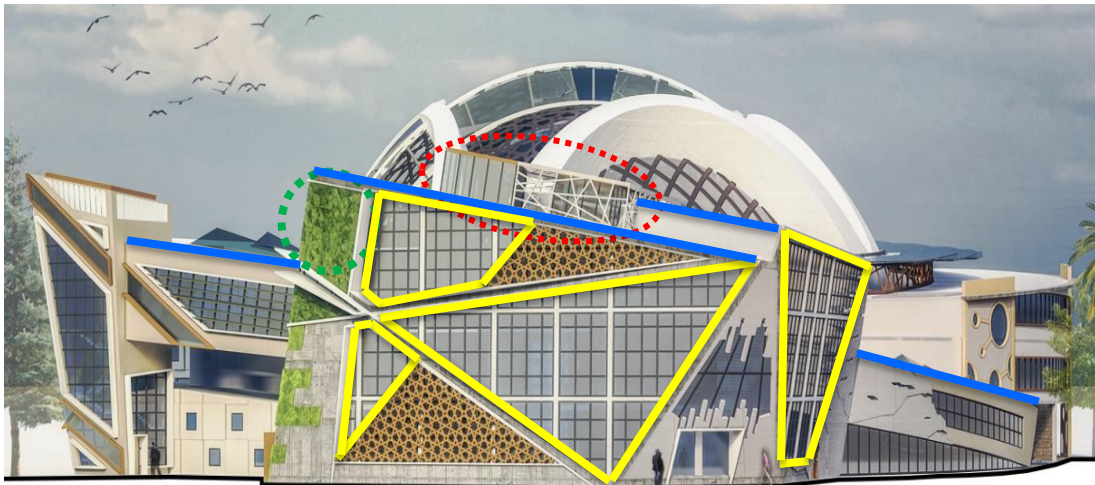


Figure 5.68 Façade rendue réaliste Sud-Est.

Source : Auteur.

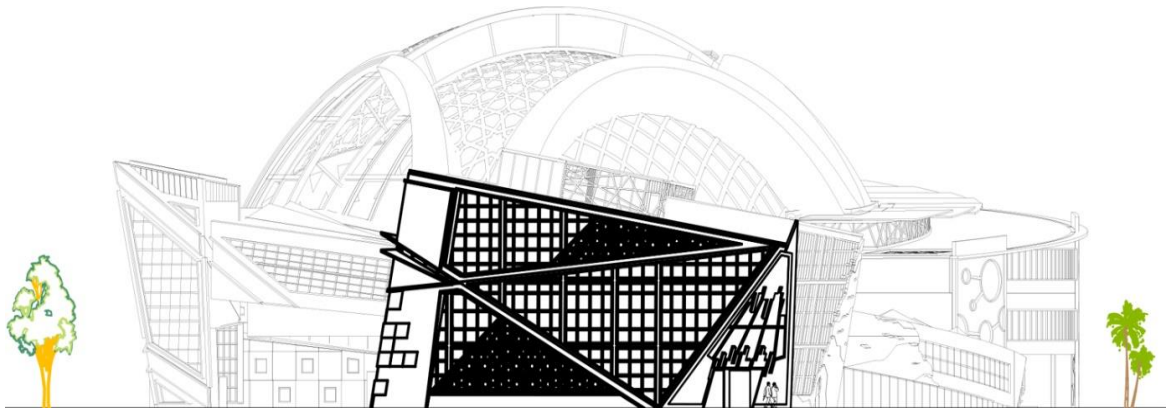


Figure 5. 68: façade Sud Est au trait.

Source Auteur.

La façade Nord-Est :

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



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

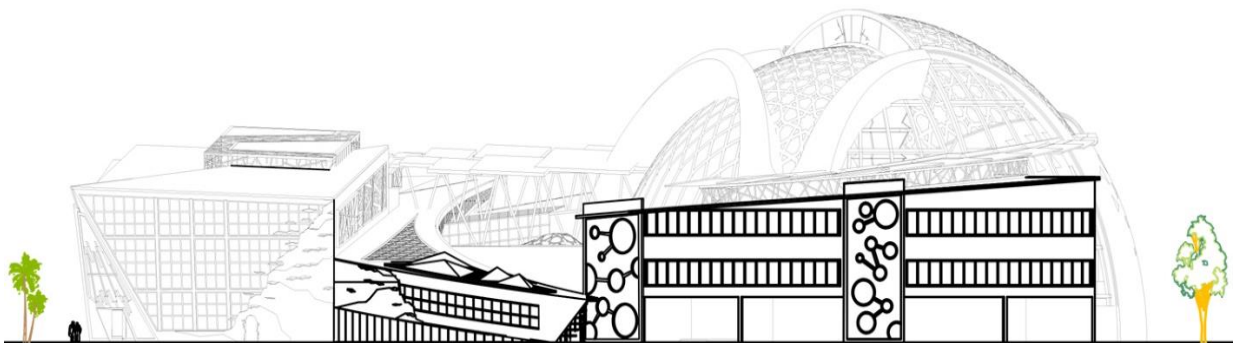


Figure 5. 69: façade Nord Est au trait.
Source Auteur.

La façade Sud-Ouest :

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

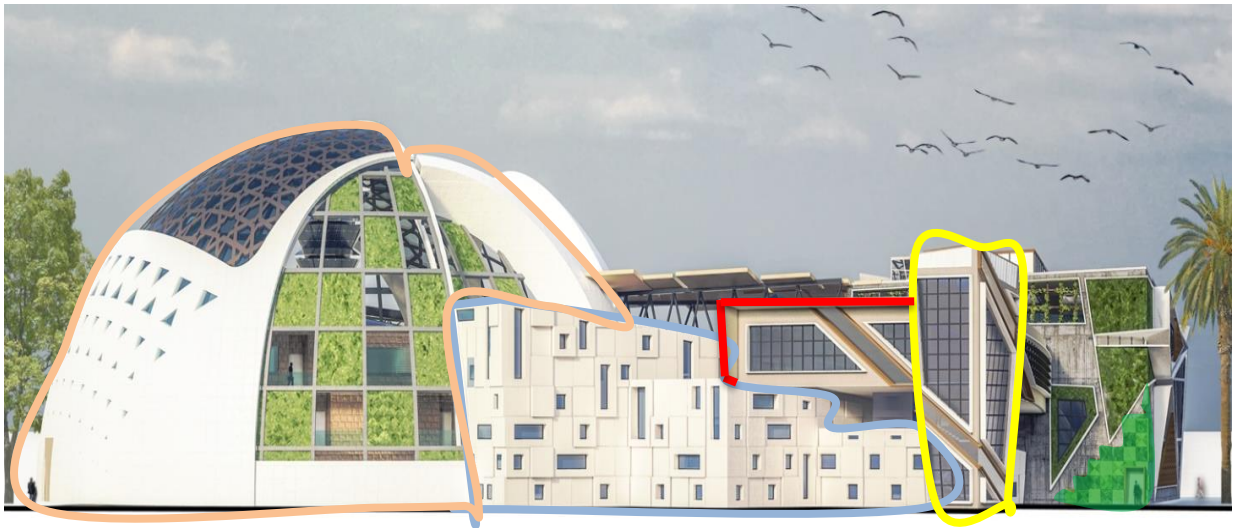


Figure 5.70 Façade rendu réaliste Sud-Ouest.
Source : Auteur.

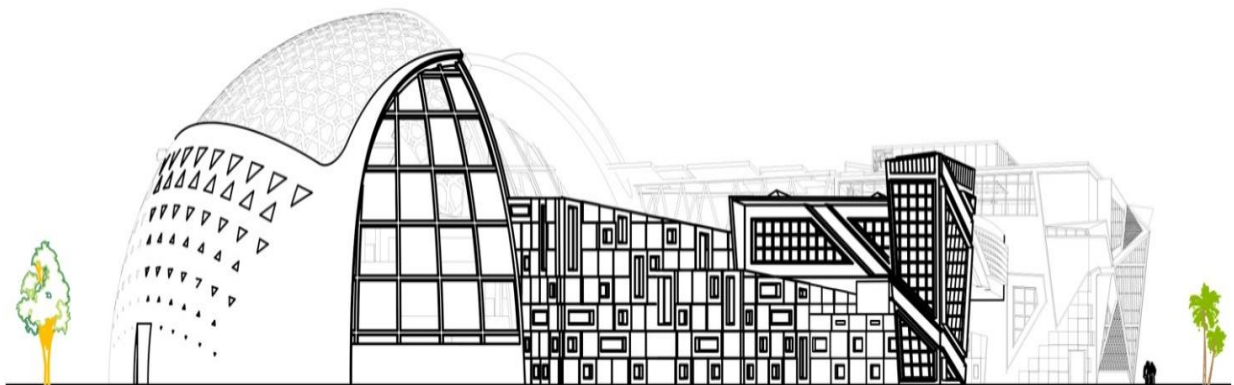


Figure 5. 70: façade Sud-Ouest au trait.
Source Auteur.

La façade Nord-Ouest :

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



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

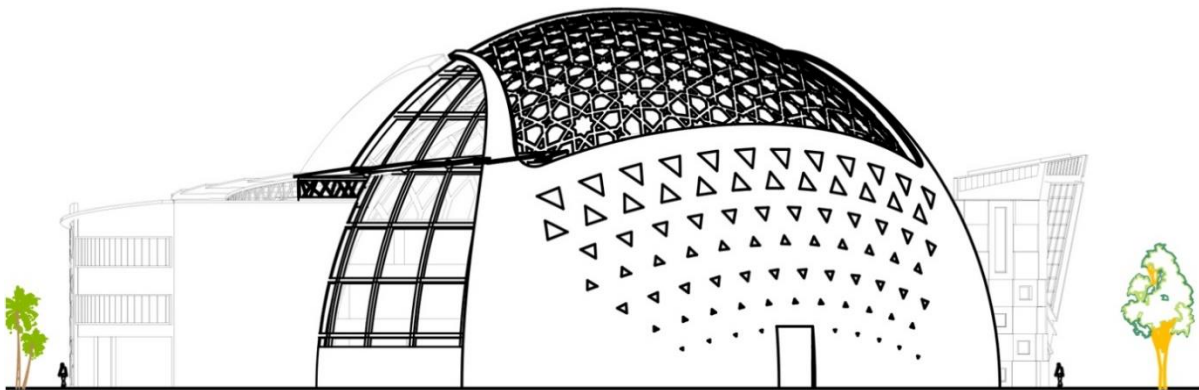


Figure 5.71: façade Nord-Ouest au trait.
Source Auteur.

5.12 Technique bioclimatique utilisée :

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

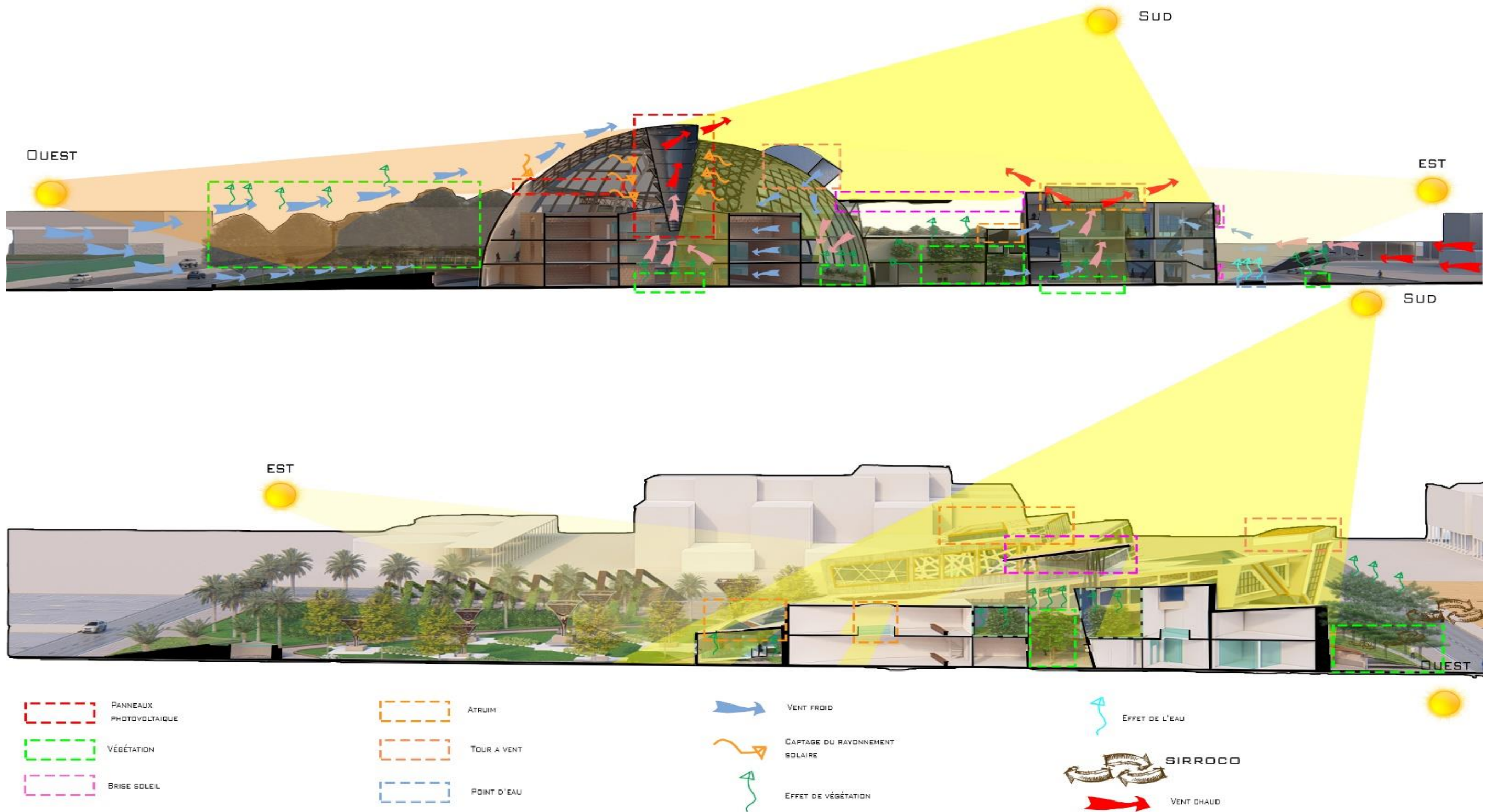


Figure 5. 72: les techniques bioclimatiques utilisées.
Source : Auteur.

PARTIE INDIVIDUELLE

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



**Benguesmia
Mohamed**

6.1 Confort visuel :

Introduction :

Laghouat c'est une ville caractérisée par un climat chaud et aride, très chaude et sec en été caractérisé par une longue durée du jour et insolation du soleil avec une altitude haut par rapport au période hivernale qui caractérisé par un jour court et insolation du soleil avec une basse altitude de soleil.

De ce point, une stratégie utilisée de double enveloppe qui joue un rôle de brise soleil (protection des espaces clefs du bâtiment contre les rayonnements directs, par effet de double enveloppe (la géode), pour protéger le cube, afin de minimiser l'intensité solaire.

Pour vérifier l'efficacité de l'enveloppe au terme du confort visuel, et énergétique, il est nécessaire d'utiliser les logiciels de simulation, dans ce cas ont utilisé pléiades pour la consommation énergétique et Ecotect avec radiance pour vérifier la luminosité de l'espace choisi qu'est le laboratoire d'urbanisme.

6.1.1 Objectif :

Le contrôle de la quantité de lumière qui pénètre à l'espace intérieur et la consommation énergétique d'éclairage, et la qualité d'éclairage.

6.1.2 Problématique :

Après l'analyse contextuelle nous avons remarqué que notre contexte d'étude caractérisé par 3 mois de froids avec la durée du jour et courte et insolation solaire moins et 6 mois de chauds, où la durée du jour plus longue qui reflète la durée d'insolation.

Pour le cas de la géode, il existe un problème qui gêne c'est : l'effet d'éblouissement.

Donc comment à travers la conception en va diminuer l'effet d'éblouissement, et assurer un confort visuel intérieur agréable ; tout en assurant une réduction de la consommation énergétique ?

6.1.3 Hypothèses :

- ✓ Utiliser la structure de la géode comme filtre pour atténuer les rayons solaires et la lumière intense.
- ✓ Utilisation des obstacles dans le côté ouest pour éviter l'effet de l'éblouissement.

6.1.4 Thématique de confort visuel :

6.1.4.1 Définition :

Le confort visuel a plusieurs définitions : c'est une relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur ou bien un éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques.⁵³

6.1.4.2 Le flux lumineux :

Le flux lumineux d'une source est l'évaluation, selon la sensibilité de l'œil, de la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace par cette source. Il s'exprime en lumen (lm).⁵⁴

6.1.4.3 L'intensité lumineuse :

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle se mesure en candéla, équivalent à 1 lm/sr.⁵⁵

6.1.4.4 L'éclairement :

L'éclairement d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux.⁵⁶

⁵³ <http://thesis.univ-biskra.dz>. Le confort visuel et l'ambiance lumineuse dans l'espace architectural.

⁵⁴ <https://www.colorimetric.be>.

⁵⁵ <https://sites.uclouvain.be>.

6.1.4.5 La luminance :

La luminance d'une source est le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée.⁵⁷

6.1.4.6 Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ) :

Le facteur de lumière du jour en un point intérieur est le rapport de l'éclairement naturel reçu en ce point à l'éclairement extérieur simultané sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé.⁵⁸

6.1.4.7 Définition de l'éclairage naturel :

D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant, l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir, Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes. (MUDRI, L 2002).⁵⁹

6.1.4.8 Les types de l'éclairage naturel :

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (éclairage latéral), soit en toiture (éclairage zénithal), soit les deux à la fois. Mais leurs fonctions restent les mêmes.⁶⁰

6.1.4.8.1 L'éclairage latéral :

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

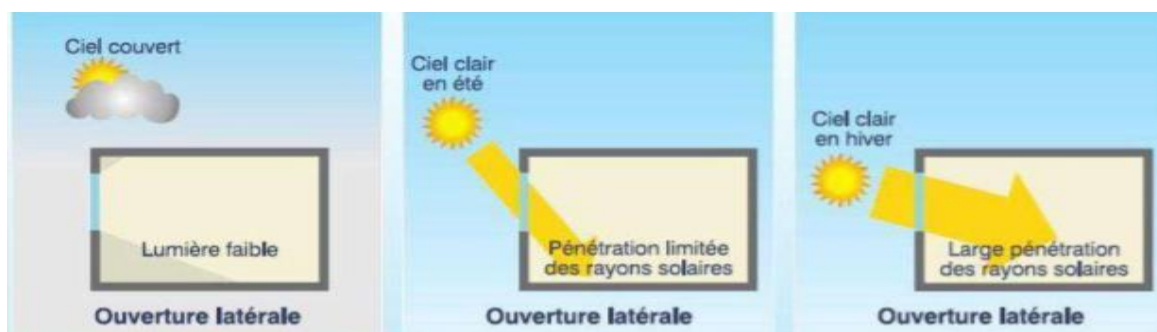


Figure 6. 1: les types d'éclairage latérale.
Source : Liébard, A. et De Herde, A., 2005

6.1.4.8.2 Eclairage bilatéral :

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

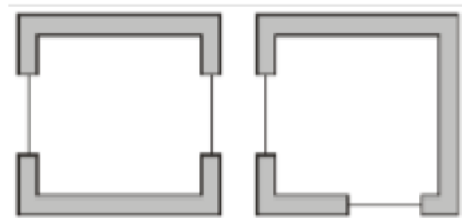


Figure 6. 2: Dispositifs d'éclairage bilatéral latérale.

Source : I. PASINI, 2002.

6.1.4.8.3 L'éclairage zénithal :

D'après le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres. Quant aux locaux de hauteur intermédiaire, de 3

⁵⁶ <https://sites.uclouvain.be>.

⁵⁷ <https://sites.uclouvain.be>.

⁵⁸ <https://sites.uclouvain.be>.

⁵⁹ <https://sites.uclouvain.be>.

⁶⁰ C. TERRIER et B. VANDEVYVER 1999.

mètres à 4,50mètres, le choix dépend d'autres caractéristiques à l'image de la profondeur, la largeur et la forme du bâtiment. Si la profondeur du bâtiment par exemple est importante par rapport à la hauteur du local, l'éclairage zénithal sera indispensable afin d'assurer une distribution uniforme des éclairagements intérieurs.

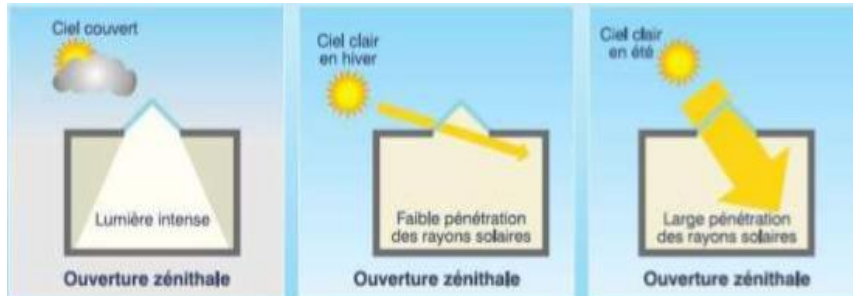


Figure 6. 3: Dispositifs les types des ouvertures zénithale.

Source : Liébard, A. et De Herde, A., 2005.

6.1.4.8.4 L'éclairage unilatéral :

Est fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même paroi.

Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes. L'inconvénient que présente ce type d'éclairage naturel est la possibilité d'ombres gênantes, dues aux allèges par exemple, surtout si les parois du local sont sombres.⁶¹

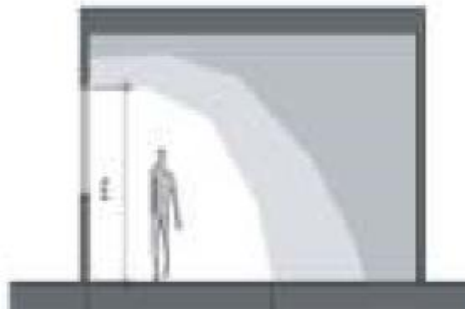


Figure 6. 4: les types d'éclairage latérale.

Source : Liébard, A. et De Herde, A., 2005.

6.1.5 Les normes de confort visuel :

Objectifs de la réglementation de l'éclairage :

- ✓ Assurer le confort visuel des occupants.
- ✓ Assurer la sécurité des occupants contre tous risques possibles –l'éclairage de sécurité.
- ✓ Assurer à l'occupant des conditions d'hygiène acceptables, notamment en ce qui concerne le rapport minimal de la surfacé l'ouverture à la surface de la planche des locaux à éclairer (indice d vitrage).
- ✓ Assurer la pérennité et la durabilité de la construction et de ses installations : il s'agit d'une notion intimement liée au concept du développement durable.⁶²

6.1.6 La simulation :

6.1.7 Les programmes de simulations :

⁶¹ C. TERRIER et B. VANDEVYVER 1999.

⁶² Liébard, A. et De Herde, A., 2005.

Par le terme logiciel de simulation du comportement dynamique des bâtiments, on entend un programme qui calcule, pour certains intervalles de temps, toutes les grandeurs déterminantes du bilan énergétique.⁶³

6.1.7.1 Revit architecture :

Le logiciel d'Architecture et de conception de bâtiments Revit® a été conçu

spécifiquement pour la modélisation des informations du bâtiment (technologie BIM) et comprend notamment des fonctionnalités pour la conception architecturale, l'ingénierie MEP, l'ingénierie structure et la construction.⁶⁴



Figure 6. 1:photo de logiciel REVIT.
Source : <http://www.prodware-innovation-design.fr>

6.1.7.2 Autodesk Ecotect analyses :

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.⁶⁵

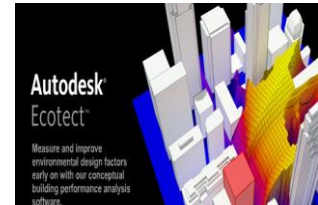


Figure 6. 2:photo de logiciel Ecotect analyses.
Source : <https://fr.calameo.com>.

6.1.7.3 Pléiades :

Pléiades est un logiciel complet pour l'écoconception des bâtiments et des quartiers.

À partir d'une saisie graphique ou d'une maquette numérique, différents types de calculs sont accessibles : simulation thermique et énergétique, vérification réglementaire, dimensionnement des équipements ou analyse statistique. Au-delà des aspects énergétiques, l'analyse du cycle de vie évalue les impacts du bâtiment sur l'environnement.⁶⁶



Figure 6. 3:: photo de logiciel pléiades.
Source : <http://www.izuba.fr>.

6.1.7.4 Définition de logiciel Radiance :

Radiance est un programme pour l'analyse et la visualisation de l'éclairage dans la conception, le fichier d'entrée spécifient les conditions géométrie de la scène, Matériaux, luminaires, heure, la date et le ciel (pour les calculs de la lumière du jour).⁶⁷



Figure 6. 4:photo de logiciel radiance.
Source : www.hollerarchitecture.com.

6.1.8 Paramètre de cas d'étude :

Les paramètres fixée	Les paramètres variables
- Orientation (Nord-Sud). - Surface d'espace 113.5m².	- Technique appliquée à la phase conception. - Espace unique. - Percement de la géode côté Nord et Sud et un obstacle du côté ouest. - Addition des panneaux végétal intégrer à la membrane de la géode du côté Sud.

Tableau 6. 1 : paramètre de cas d'étude. Source : Auteur.

⁶⁶ <http://www.izuba.fr>.

⁶⁷ <http://csidoc.insa-lyon.fr.these.de/maamar>

6.1.9 Présentation du cas d'étude :

Le projet se compose de plusieurs fonction (principale et secondaire) et parmi ces fonctions principales la recherche. Donc nous avons choisi un laboratoire d'urbanisme comme un cas d'étude, qui joue un rôle représentatif pour la globalité des espaces situés dans la coupole. Cette espace est caractérisée par :

- ✓ Sa surface : 113.5 m² (13.2m*8.6m).
- ✓ Hauteur sous plafond : 3.8 m.
- ✓ Sa forme : rectangulaire.
- ✓ Orientation : Nord-Sud.

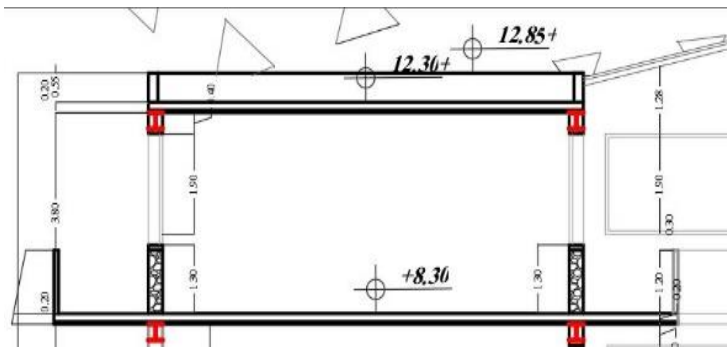
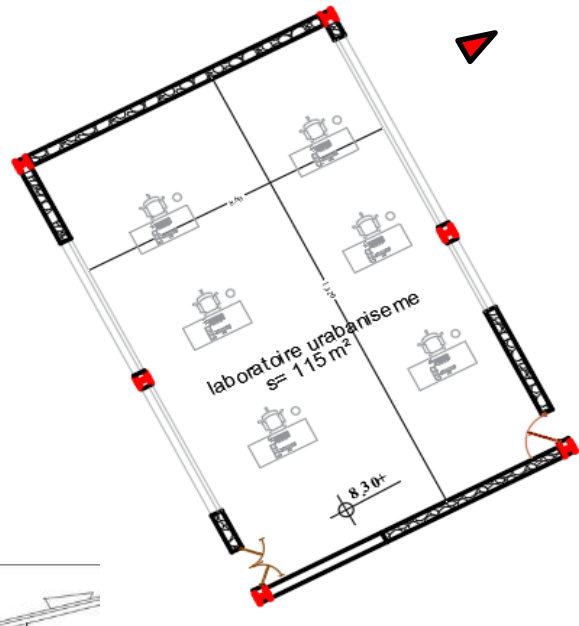


Figure 6. 5:espace simulé. Source : Auteur.



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

6.1.10 Les jours de simulation :

Date	Heure	Azimut solaire	Altitude solaire	Etat de ciel
21-juin	09 :00	85,5	38,9	Dégagé
	15 :00	-101,2	60,1	Dégagé
	09 :00	85,5	38,9	Nuageux
	15 :00	-101,2	60,1	Nuageux
Date	Heure	Azimut solaire	Altitude solaire	Etat de ciel
21-déc	09 :00	128,4	11,4	Dégagé
	15 :00	-146,5	24,9	Dégagé
	09 :00	128,4	11,4	Nuageux
	15 :00	-146,5	24,9	Nuageux

Tableau 6. 2 : tableau représenté les jours de simulation avec leurs caractéristiques.
Source : Auteur.

6.1.11 Eclairage recommandé :

Eclairage recommandé de notre espace (laboratoire d'urbanisme) est définie par leur besoins des utilisateurs, car notre espace il contient des ordinateurs et table des travaux.

- ✓ Eclairage recommandé c'est : 500 lux.⁶⁸
- ✓ Type de vitrage utilisé : double vitrage avec faible émissivité.
- ✓ Type d'éclairage : Tube LED T8 600 mm (G13) 10W*16 tubes.

6.1.12 La phase de simulation :

Pour assurer le confort visuel, nous avons opté pour la stratégie de protection des rayons solaires a différentes étapes, pour vérifier l'impact de camouflage par géode, et le brise soleil par la végétation, et aussi le type de vitrage, nous avons procédé à une démarche scientifique qui mène a qualifié chaque technique appart.

Cas 1 : l'espace unique sans protection.

Cas été (21 Juin) a 9 :00 h :

Ciel dégagé :

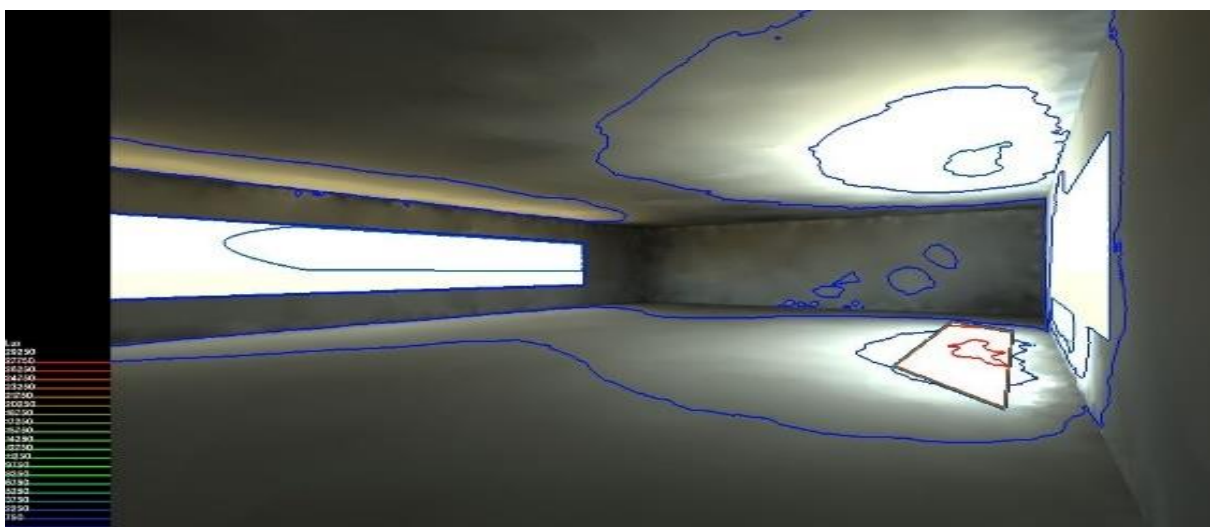


Figure 6. 7: contour ligne d'éclairement cas d'été 21 juin 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.

⁶⁸ www.indigo-group.be.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	750	29250	15000	0.05

Tableau 6. 3: Les résultats du cas 1 21juin 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur.

Cas été (21 Juin) a 15 :00 h :

Ciel dégagé :

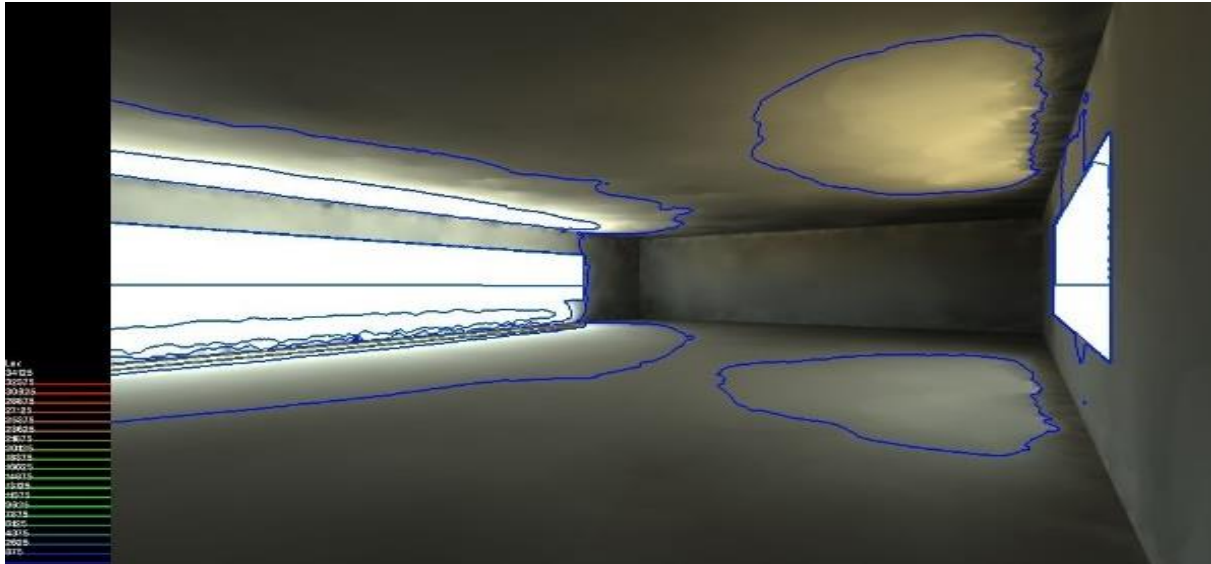


Figure 6. 8:contour ligne d'éclaircement cas d'été 21 juin 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	875	32375	16625	0.05

Tableau 6. 4:Les résultats du cas 1 21juin 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur.

- ✓Eclaircement de la journée la plus longue de l'année est très élevée avec un risque d'éblouissement par une valeur de 15000 lux a 9 :00h, et 16625 lux a 15 :00h, car :
- ✓L'espace subit les rayons solaires directes.

Cas été (21 Juin) a 9 :00 h :

Ciel couverte :

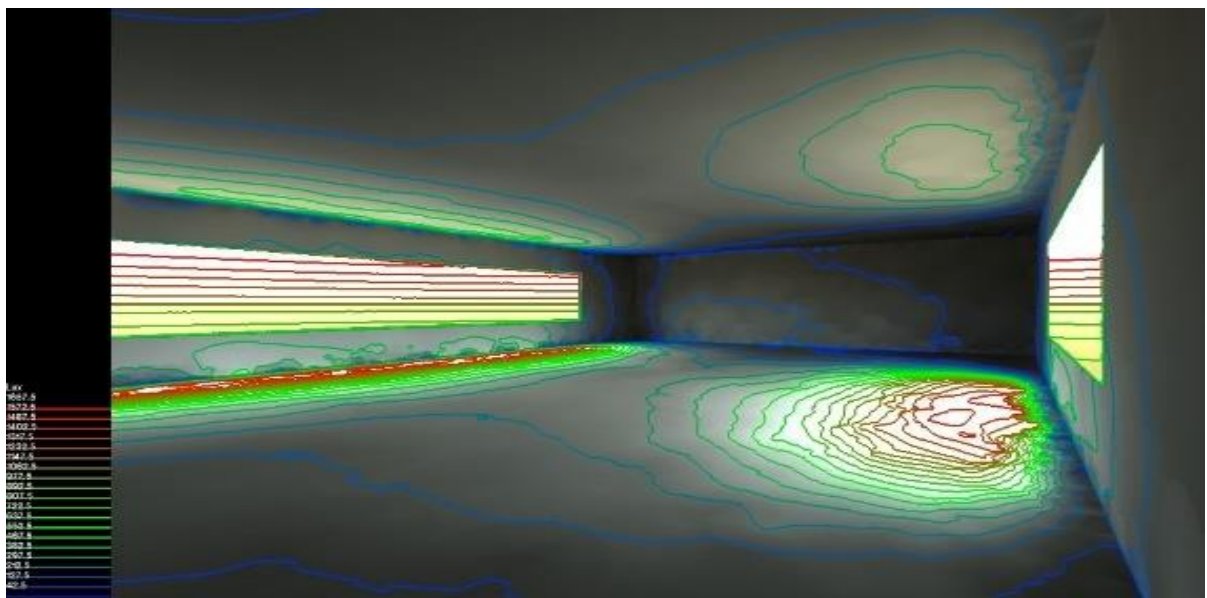


Figure 6. 9:contour ligne d'éclaircement cas d'été 21 juin 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	45	1572.5	808.75	0.06

Tableau 6. 5:Les résultats du cas 1 21juin 9:00h ciel couverte. Source : Auteur.

Cas été (21 Juin) a 15 :00 h :

Ciel couverte :

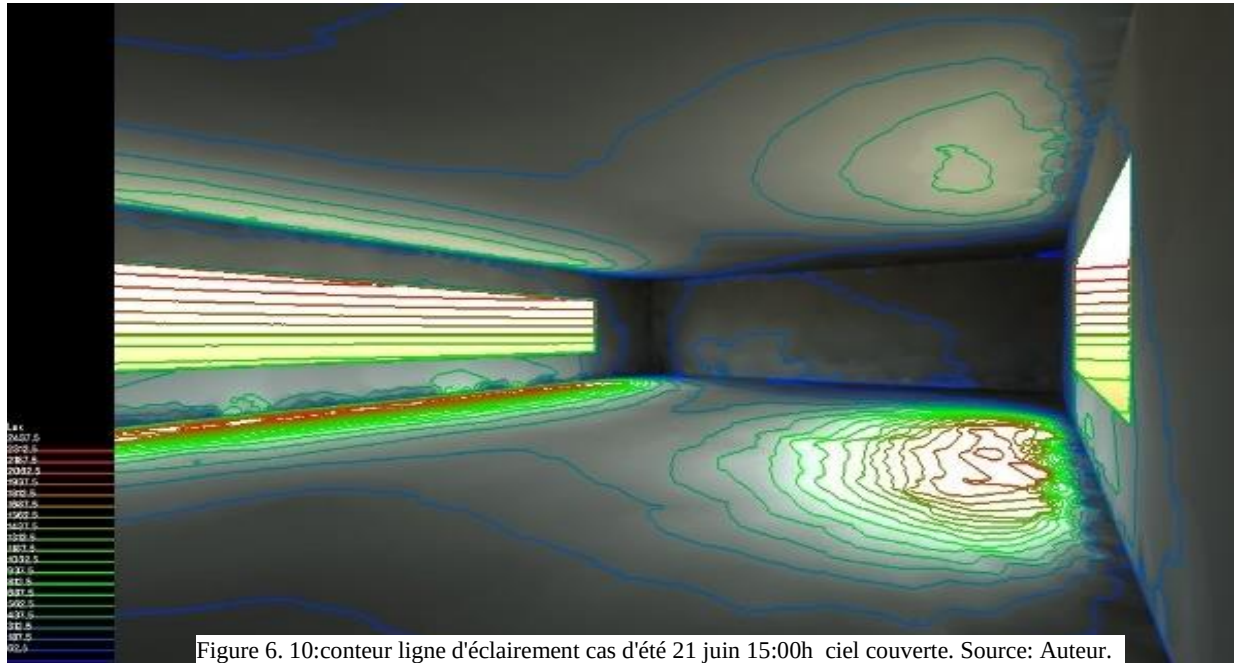


Figure 6. 10:contour ligne d'éclaircement cas d'été 21 juin 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	62.5	2312.5	1187.5	0.05

Tableau 6. 6:Les résultats du cas 1 21juin 15:00h ciel couverte. Source : Auteur.

- ✓ Ainsi que dans un ciel couvert en remarque une réduction d'éclairage, mais il est toujours supérieur à la norme avec une valeur de 808.75 lux a 9 :00h, et 1187.5 lux a 15 :00h.
- ✓ La diminution de l'effet d'éblouissement.

Cas d'hiver (21 décembre) a 9 :00 h :Ciel dégagé :

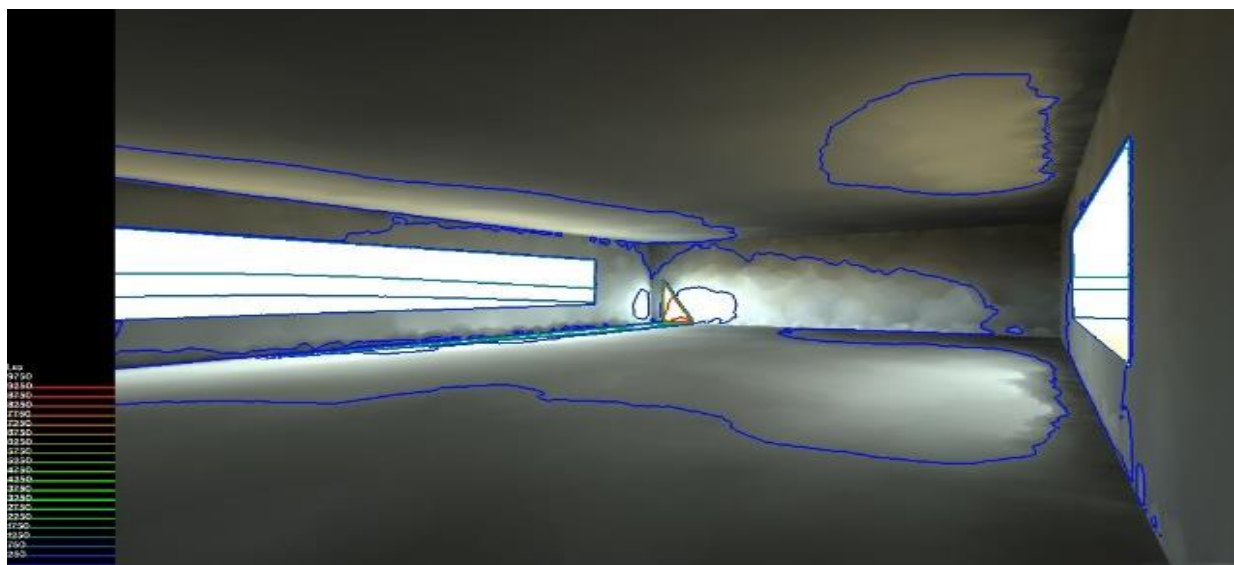


Figure 6. 11:contour ligne d'éclaircement cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	250	9250	4750	0.05

Tableau 6. 7:Les résultats du cas 1 21décembre 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur.

Cas d'hiver (21 décembre) a 15 :00 h Ciel dégagé :

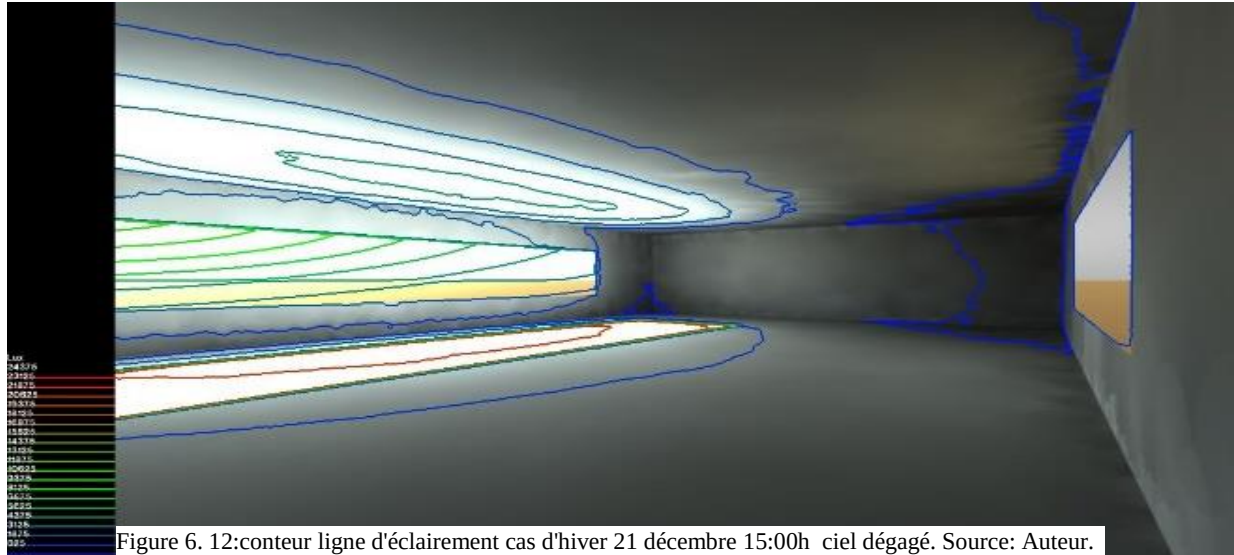


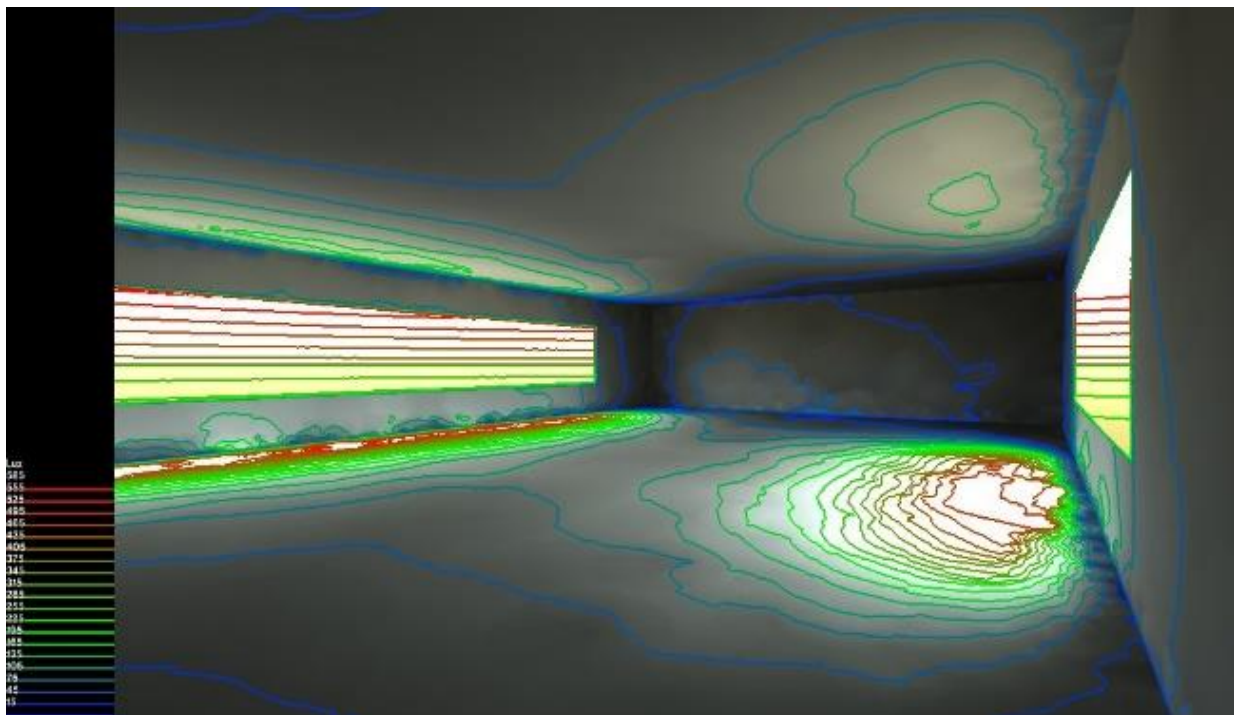
Figure 6. 12:contour ligne d'éclairément cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	625	23125	11875	0.05

Tableau 6. 8:Les résultats du cas 1 21décembre 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur.

- ✓ L'éclairement plus courte de l'année très élevé, notamment supérieur a la norme avec une valeur de 4750 lux a 9 :00h, et 11875 lux a 15 :00h.
- ✓ Il réduit par rapport la période estivale car le jour de simulation, caractérise par une faible intensité solaire et basse altitude de soleil.

Cas d'hiver (21 décembre) a 9 :00 h :Ciel couverte :



Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	15	555	285	0.05

Tableau 6. 9:Les résultats du cas 1 21décembre 9:00h ciel couverte. Source : Auteur.

Cas d'hiver (21 décembre) a 15 :00 h : Ciel couverte :

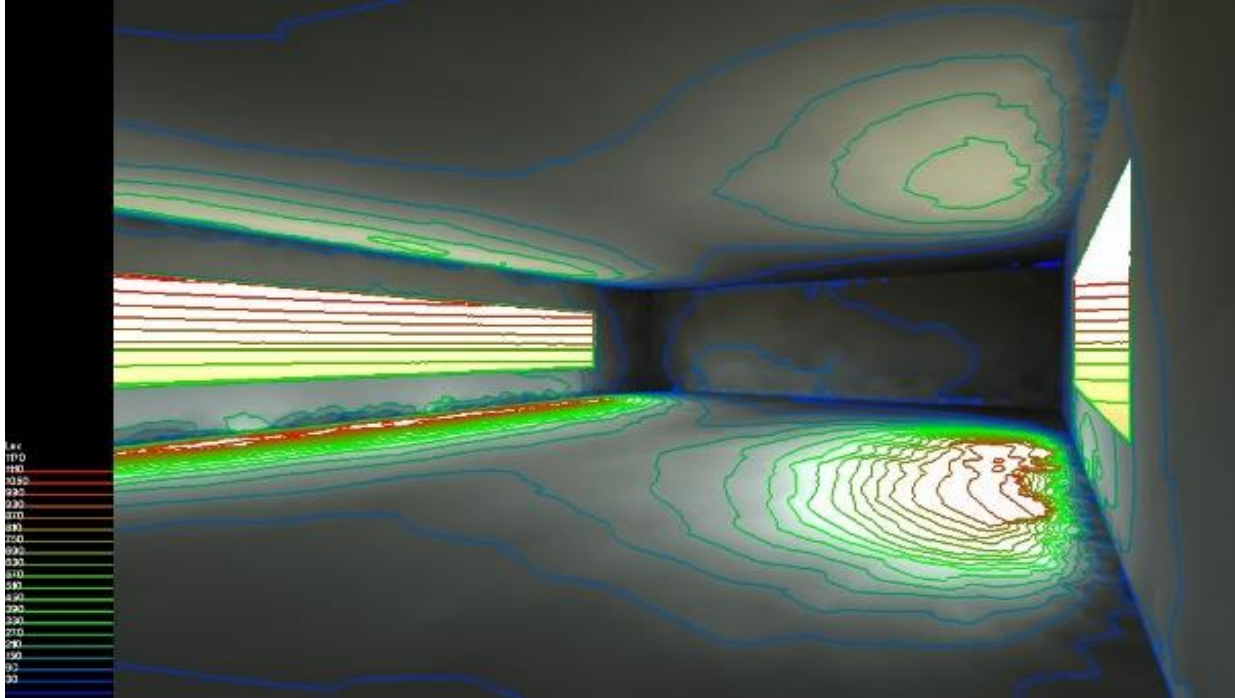


Figure 6. 14:contour ligne d'éclairément cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	30	1110	570	0.05

Tableau 6. 10:Les résultats du cas 1 21décembre 15:00h ciel couverte. Source : Auteur.

- ✓ En remarque que dans un ciel couvert l'éclairément diminué par rapport au cas du ciel dégagé avec une valeur 285 lux a 9 :00h, et 570 lux a 15 :00h, dans ce cas l'éclairément presque atteindre le confort a 15 :00h.

Besoin mensuel :

Besoin mensuel d'éclairage en (W) :

	jan.	fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	juil.	Août	sep.	oct.	nov.	déc.
Puissance (W)	2109	3550	3503	788	119	119	34	578	3282	4198	3141	4850

Tableau 6. 11:Les besoins mensuel d'éclairage en (W) cas 1. Source :

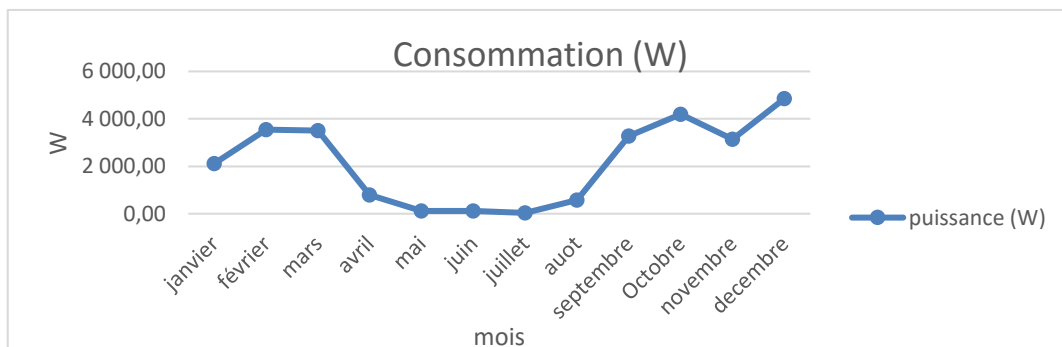


Figure 6. 15:consommation mensuelle d'éclairage cas initial.

Source : Auteur

D'après le diagramme : la quantité totale de la consommation est 26271 W.

- ✓ Dans le cas initial on voit que la consommation est haute dans les mois d'hiver : Janvier, février, Mars, Septembre, Octobre, Novembre et décembre qui représentent le plus consommateur avec une quantité de 4850 W.
- ✓ Pour les mois de l'été où le ciel est dégagé, la consommation énergétique est presque nulle.

Cas 2 : addition d'une enveloppe (la géode) et le percé du côté Nord et Sud, et un obstacle du côté ouest.

Cas été (21 Juin) à 9 :00 h : Ciel dégagé :

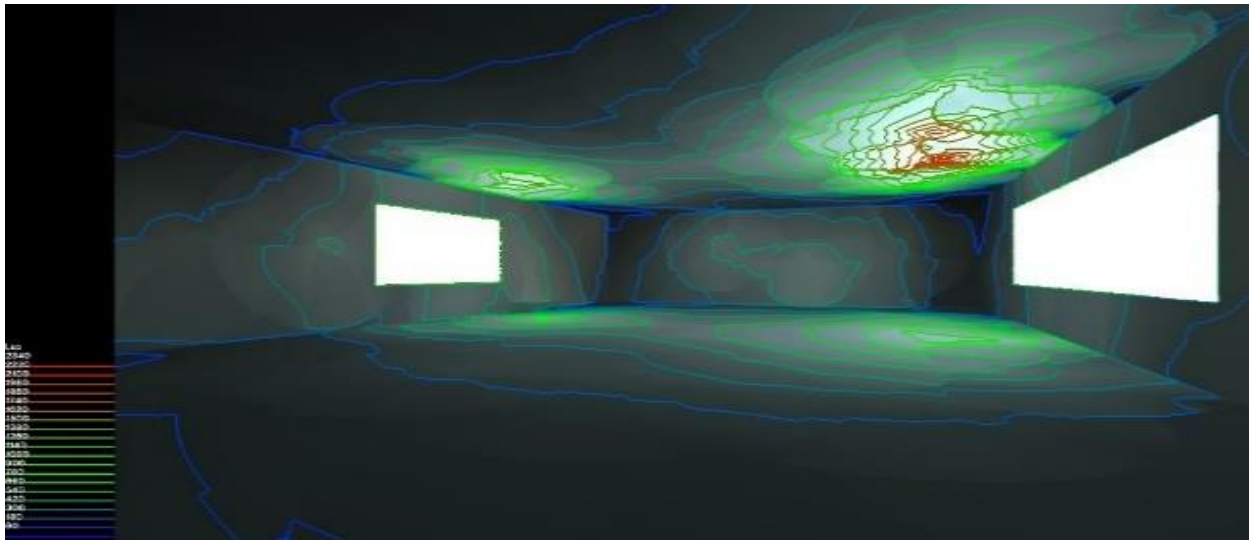


Figure 6. 16: contour ligne d'éclairément cas d'été 21 juin 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	60	2220	1140	0.05

Tableau 6. 12: Les résultats du cas 2 21 juin 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur.

Cas été (21 Juin) à 15 :00 h : Ciel dégagé :

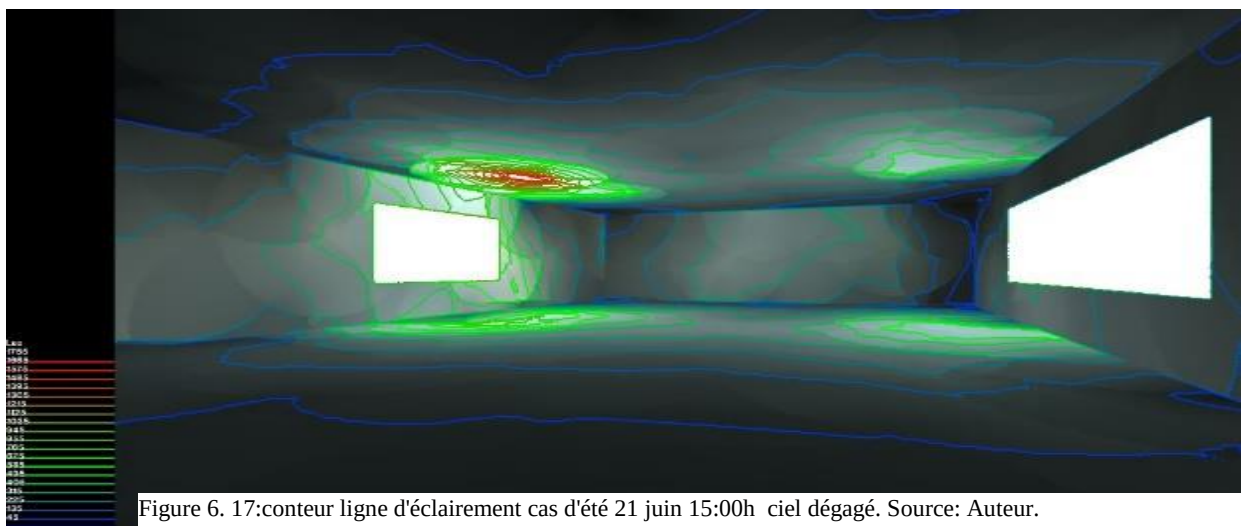


Figure 6. 17: contour ligne d'éclairément cas d'été 21 juin 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	45	1665	855	0.05

Tableau 6. 13: Les résultats du cas 2 21 juin 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur

- ✓ En remarque dans ce cas que l'éclairement est réduit par rapport le premier cas par une valeur de 13860 lux a 9 :00h, et 15770 lux a 15 :00h car :
- ✓ L'effet de l'obstacle dans le côté ouest.
- ✓ A cause de la structure de la géode (joue un rôle de diffuseur du lumière).

Cas été (21 Juin) a 9 :00 h : Ciel couverte :

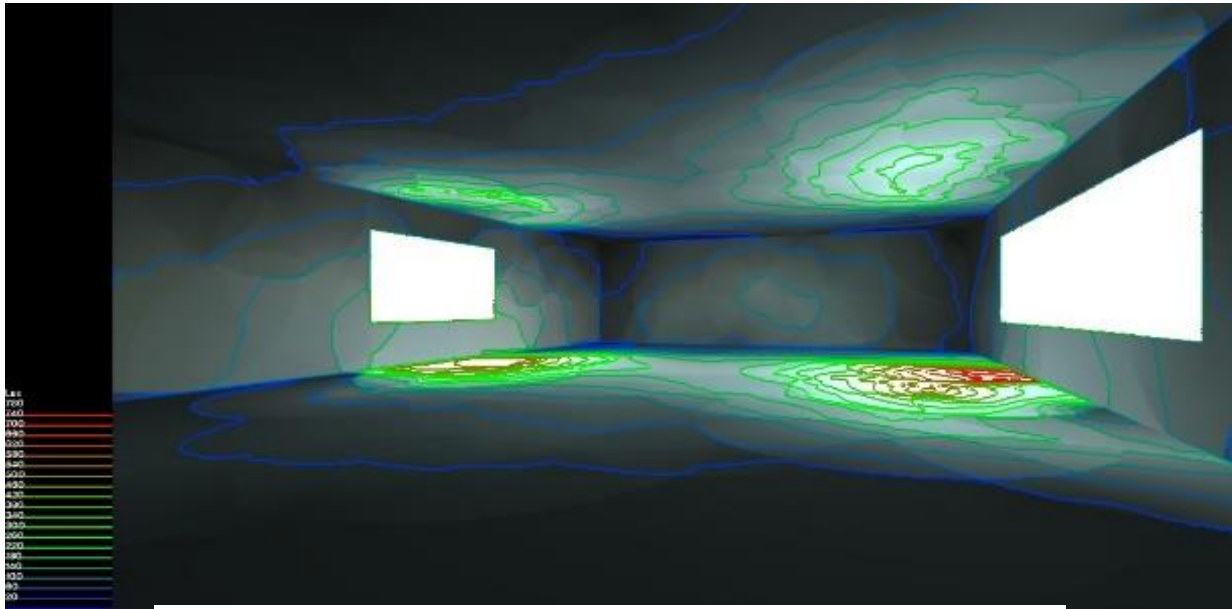


Figure 6. 19: contour ligne d'éclairement cas d'été 21 juin 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	20	740	380	0.05

Tableau 6. 14: Les résultats du cas 2 21 juin 9:00h ciel couverte. Source : Auteur

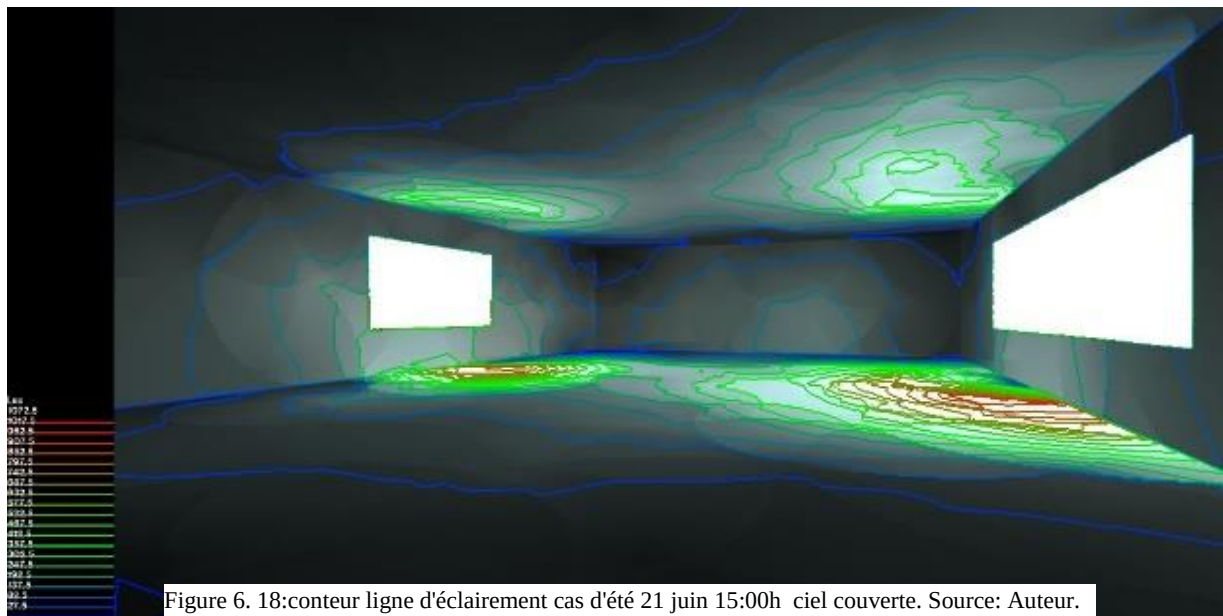


Figure 6. 18: contour ligne d'éclairement cas d'été 21 juin 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.

Cas été (21 Juin) a 15 :00 h : Ciel couverte :

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	27.5	1017.5	522.5	0.05

Tableau 6. 15: Les résultats du cas 2 21 juin 15:00h ciel couverte. Source : Auteur

- ✓ Aussi pour l'éclairement dans un ciel couvert est réduit par une valeur de 428 lux a 9 :00h, et 665.5 lux.
- ✓ Dans ce cas l'éclairement presque atteindre le confort a 15 :00h.
- ✓ L'effet d'éblouissement est réduit par rapport au cas du ciel couvert (l'effet de l'obstacle du côté ouest).

Cas hiver (21 décembre) a 9 :00 h : Ciel dégagé :

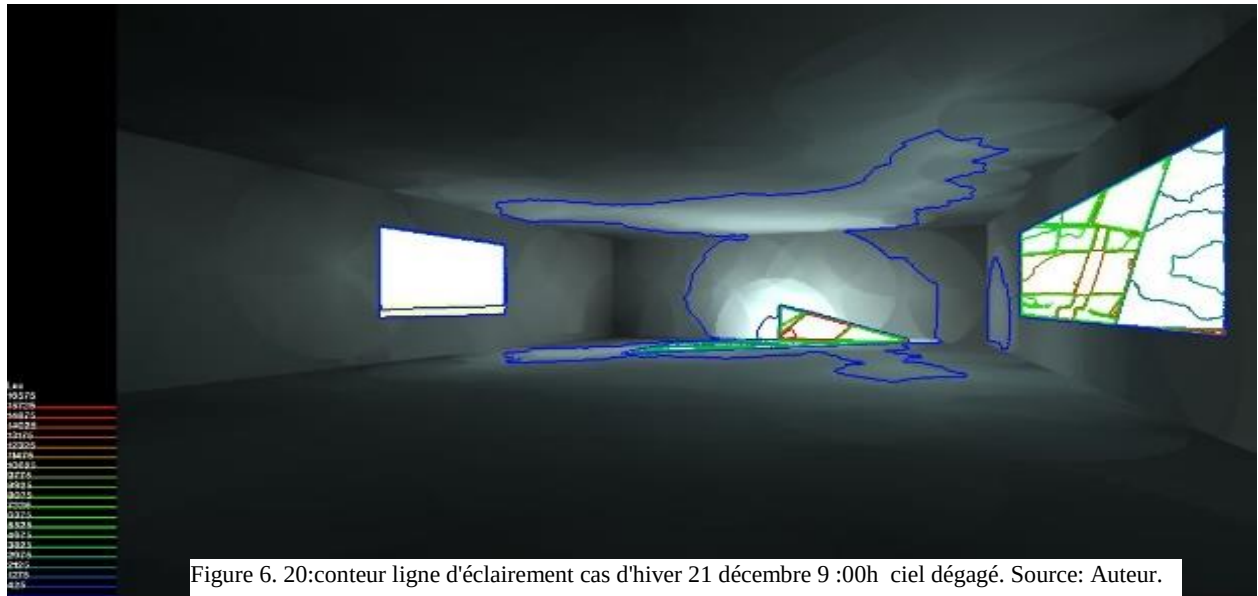


Figure 6. 20: contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	425	16575	8500	0.05

Tableau 6. 16: Les résultats du cas 2 21 décembre 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur

Cas hiver (21 décembre) a 15 :00 h : Ciel dégagé :

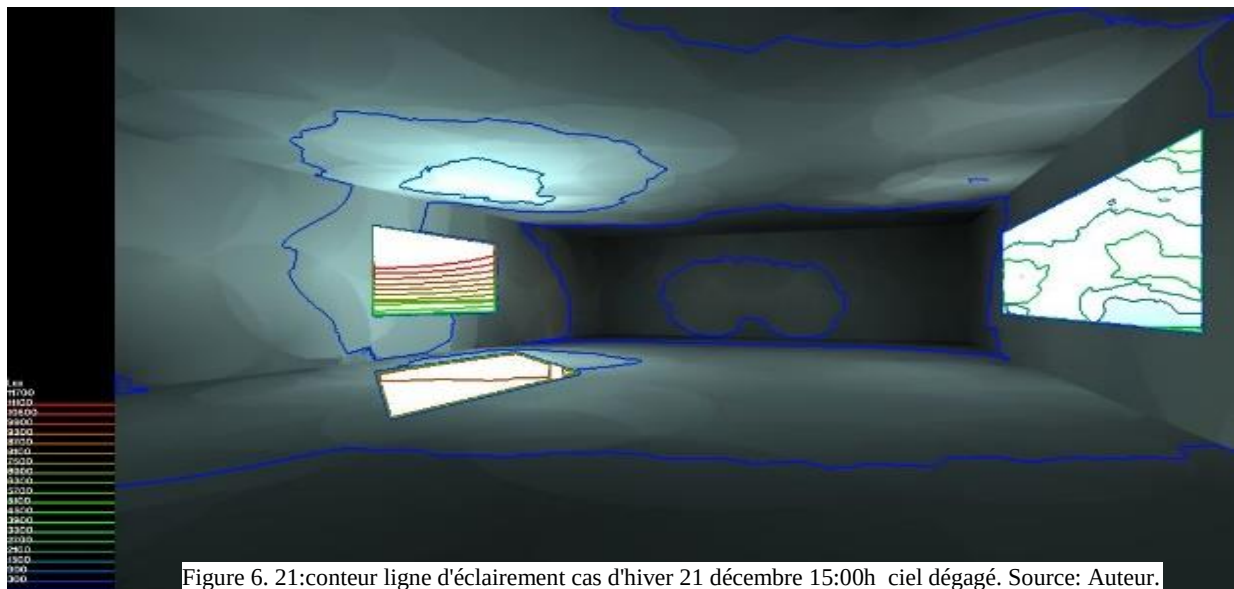


Figure 6. 21: contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	300	11100	5700	0.05

Tableau 6. 17:Les résultats du cas 2 21décembre 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur

- ✓ On remarque que dans le jour de simulation est augmenté par rapport le cas premier avec une valeur de 3750 lux a 9 :00h, par contre à 15 :00h il est réduit par une valeur de 6175 lux car :
- ✓ Augmente a 9 :00h : Car à la basse altitude de soleil dans la période ce qui diminuer la pénétration du rayon soleil dans le coté Est.
- ✓ Réduire à 15 :00h : Car l'effet de l'obstacle de côté ouest ce qui n'est pas permet la pénétration des rayons solaire.
- ✓ Risque d'éblouissement qui a diminué.

Cas hiver (21 décembre) a 9 :00 h : Ciel couverte :

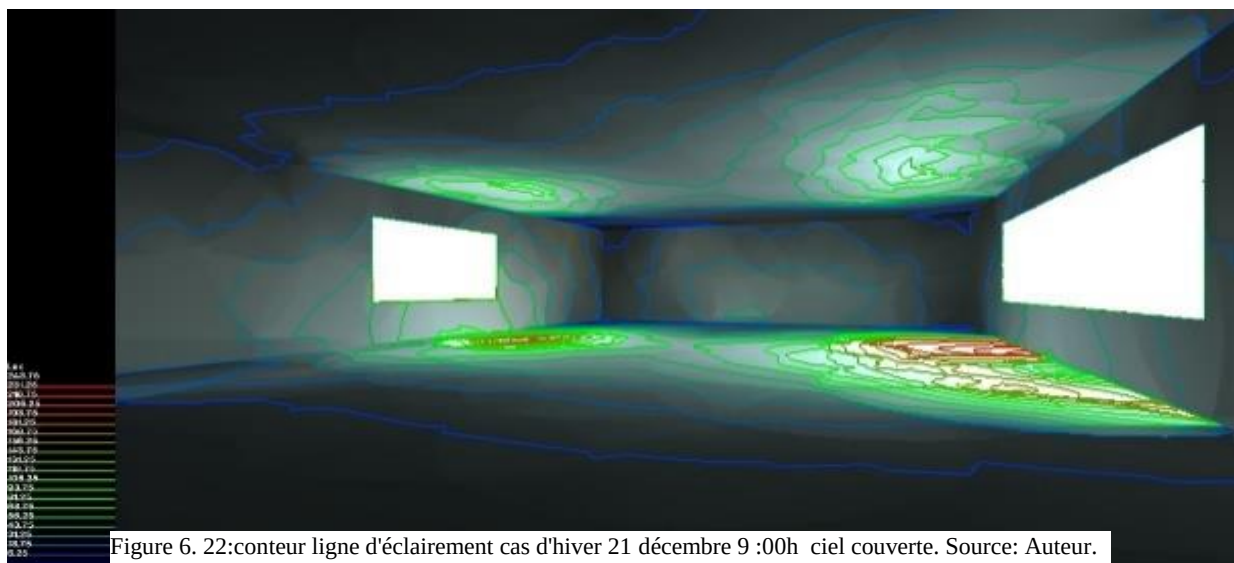


Figure 6. 22: contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	6.25	243.75	125	0.05

Tableau 6. 18:Les résultats du cas 2 21décembre 9:00h ciel couverte. Source : Auteur

Cas hiver (21 décembre) a 15 :00 h : Ciel couverte :

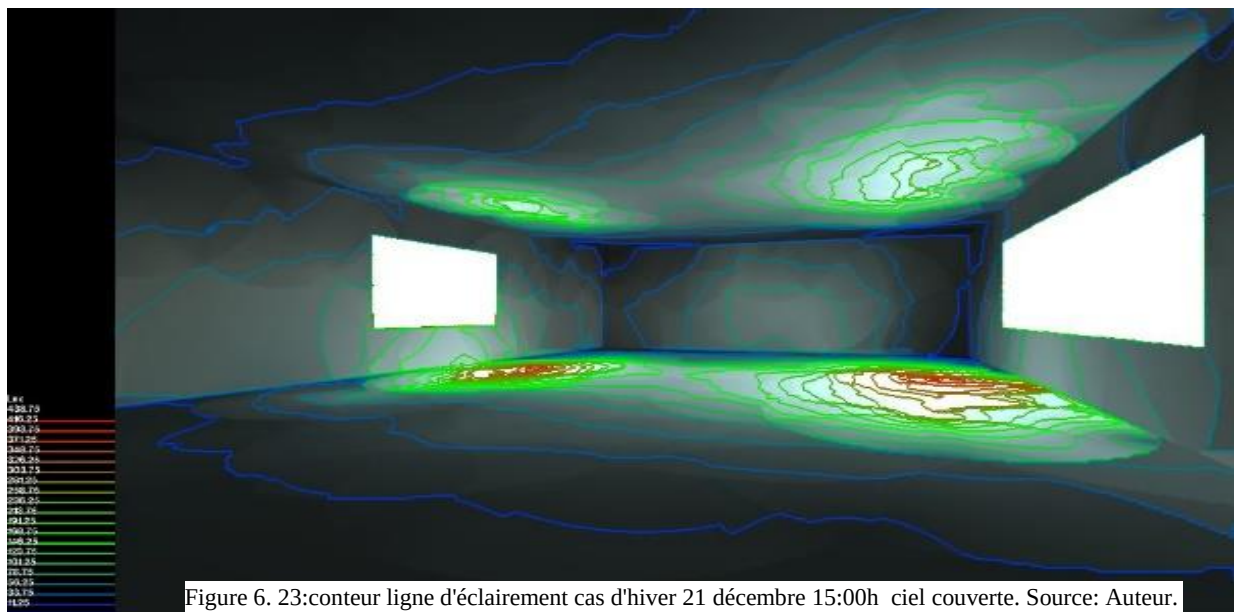


Figure 6. 23: contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	11.25	416.25	213.75	0.05

Tableau 6. 19:Les résultats du cas 2 21décembre 15:00h ciel couverte. Source : Auteur

✓ L'éclairement est réduit par rapport au premier cas par une valeur de 160 lux a 9 :00h, et 357 lux a 15 :00.

✓ Mais cette réduction n'est pas atteinte le confort recommandé.

Cas 3 : ajouter de la végétation au niveau de la géode du côté Sud, et l'augmentation de la surface vitrée.

Cas été (21 Juin) a 9 :00 h : Ciel dégagé :

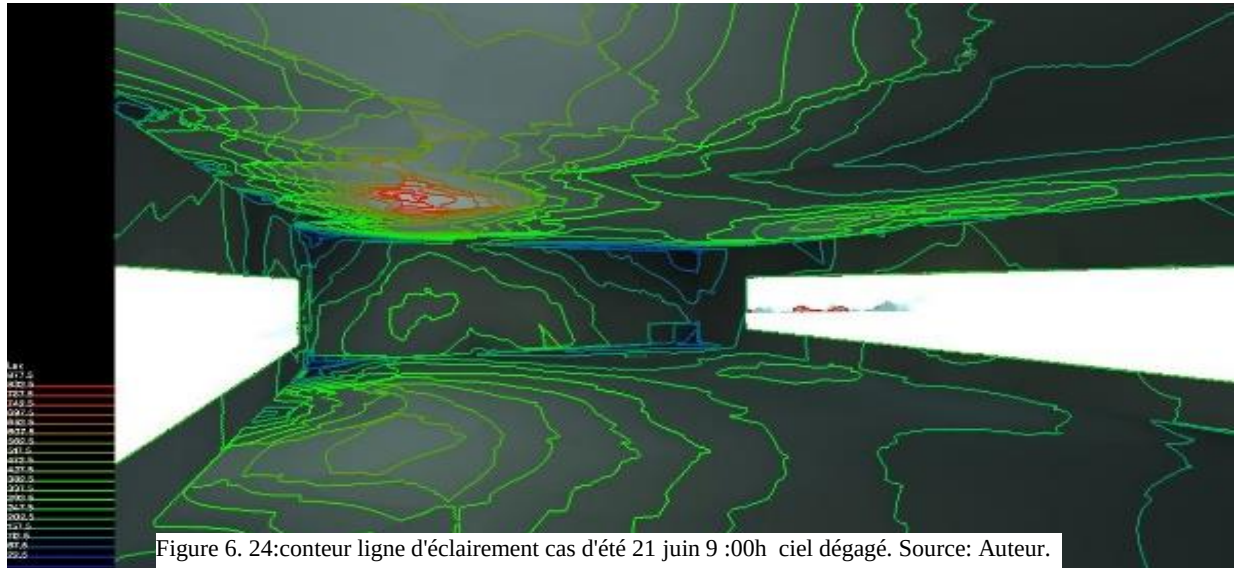


Figure 6. 24:contour ligne d'éclairement cas d'été 21 juin 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	22.5	832.5	427.5	0.05

Tableau 6. 20:Les résultats du cas 3 21juin 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur

Cas été (21 Juin) a 15 :00 h : Ciel dégagé :

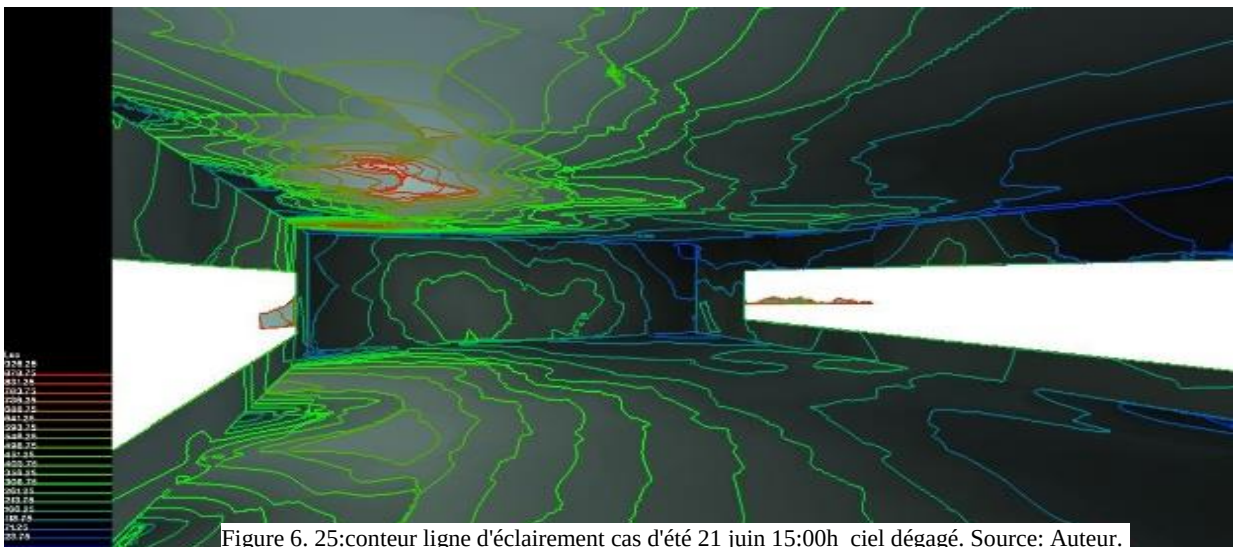


Figure 6. 25:contour ligne d'éclairement cas d'été 21 juin 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	23.75	878.75	451.25	0.05

Tableau 6. 21:Les résultats du cas 3 21juin 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur

- ✓ L'éclairage a presque atteint les confort recommandés, avec une valeur de 427.5 lux a 9 :00h, 451.25 lux a 15 :00h, est réduit par rapport le deuxième cas avec une valeur 1/2, car :
- ✓ L'intégration des panneaux végétal du côté sud qui minimisé les rayons solaires, joue rôle de prise soleil.
- ✓ Le risque d'éblouissement est disparu.

Cas été (21 Juin) a 9 :00 h : Ciel couverte :

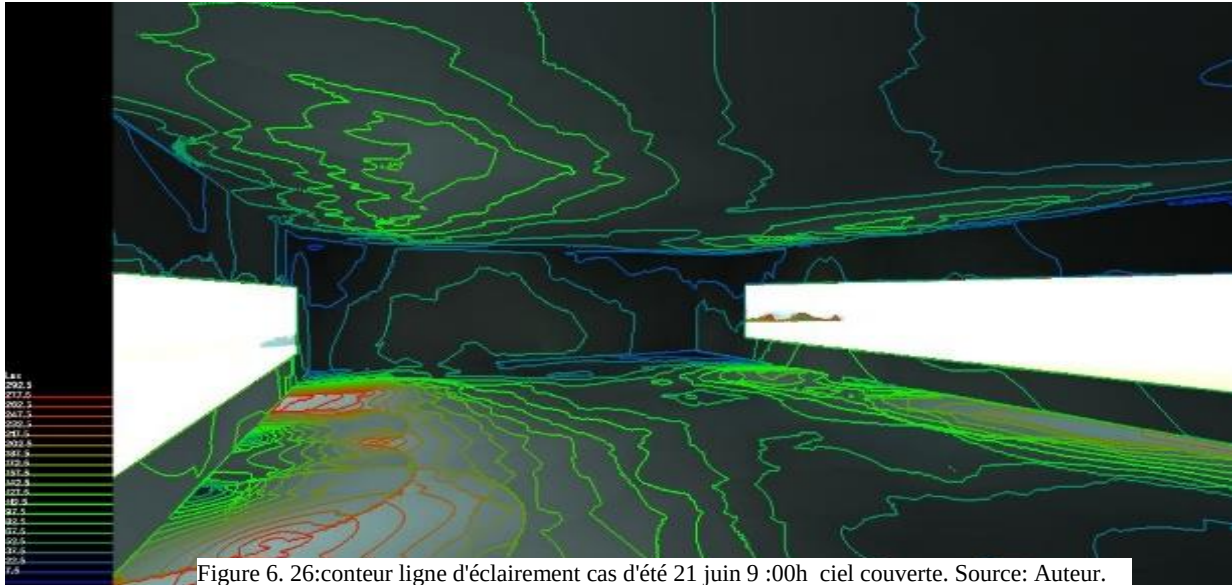


Figure 6. 26: contour ligne d'éclaircement cas d'été 21 juin 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	7.5	277.5	142.5	0.05

Tableau 6. 22: Les résultats du cas 3 21 juin 9:00h ciel couverte. Source : Auteur

Cas été (21 Juin) a 15 :00 h : Ciel couverte :

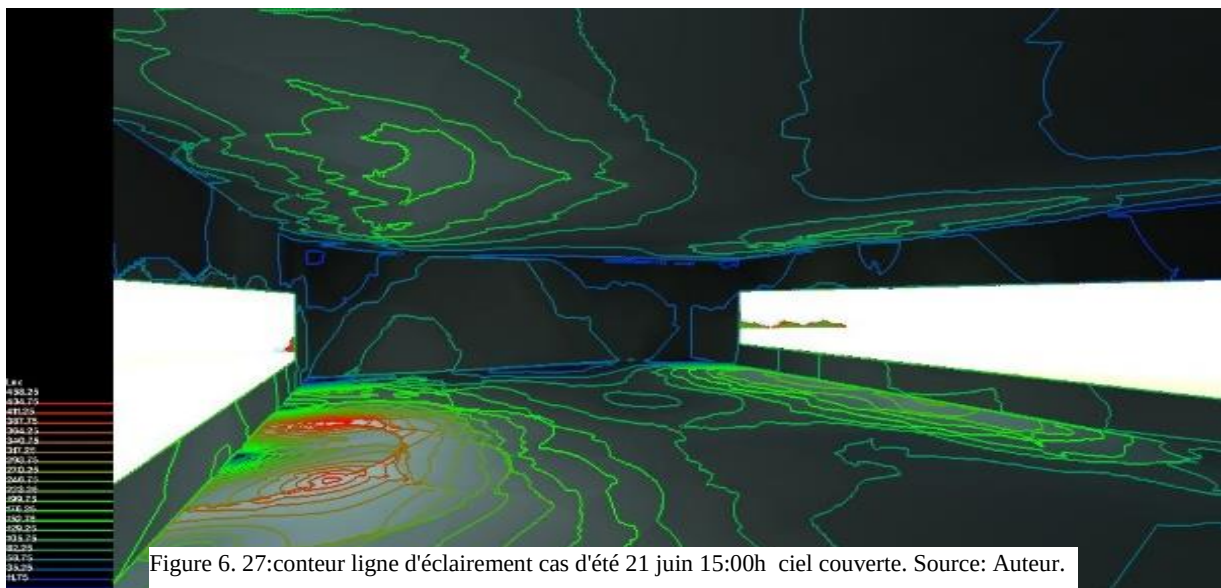


Figure 6. 27: contour ligne d'éclaircement cas d'été 21 juin 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	11.75	434.75	223.25	0.05

Tableau 6. 23: Les résultats du cas 3 21 juin 15:00h ciel couverte. Source : Auteur

- ✓ En remarque que l'éclairément réduit par rapport au deuxième cas par une valeur 238 lux a 9 :00h, et 299 lux a 15 :00h, ce résultat n'a pas atteint le confort mais au contraire l'effet de l'éblouissement est disparu.

Cas hiver (21 décembre) a 09 :00 h :

Ciel dégagé :

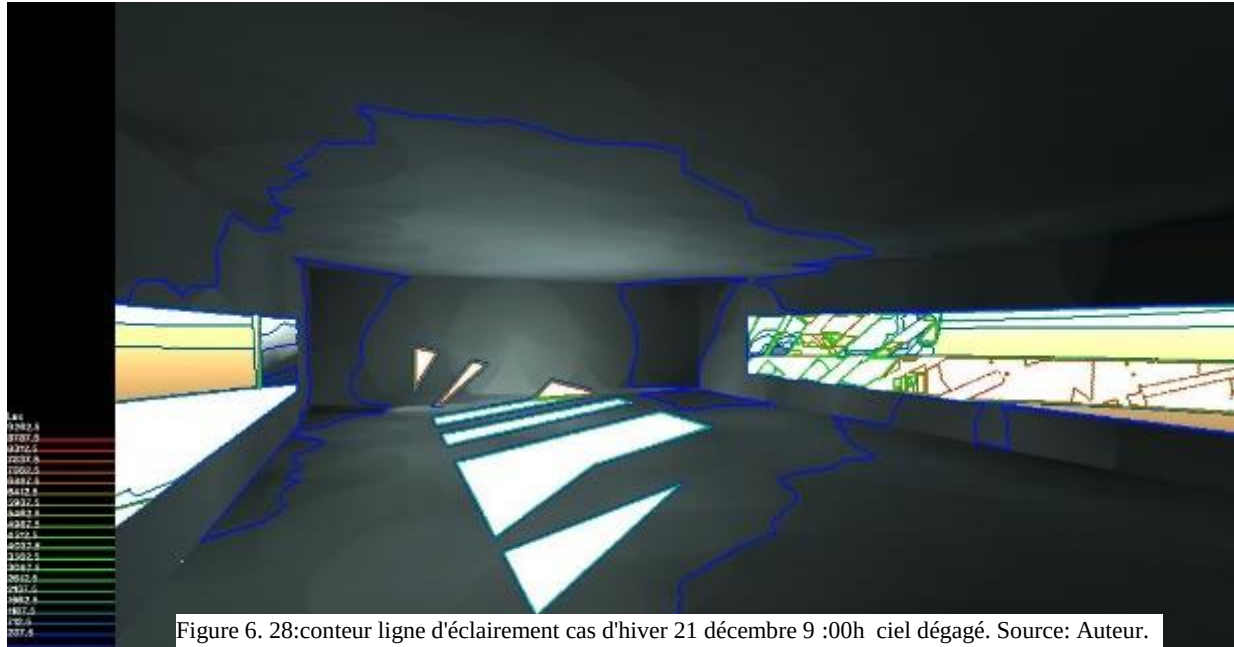


Figure 6. 28: contour ligne d'éclairément cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	237.5	8787.5	4512.5	0.05

Tableau 6. 24: Les résultats du cas 3 21 décembre 9:00h ciel dégagé. Source : Auteur

Cas hiver (21 décembre) a 15 :00 h : Ciel dégagé :

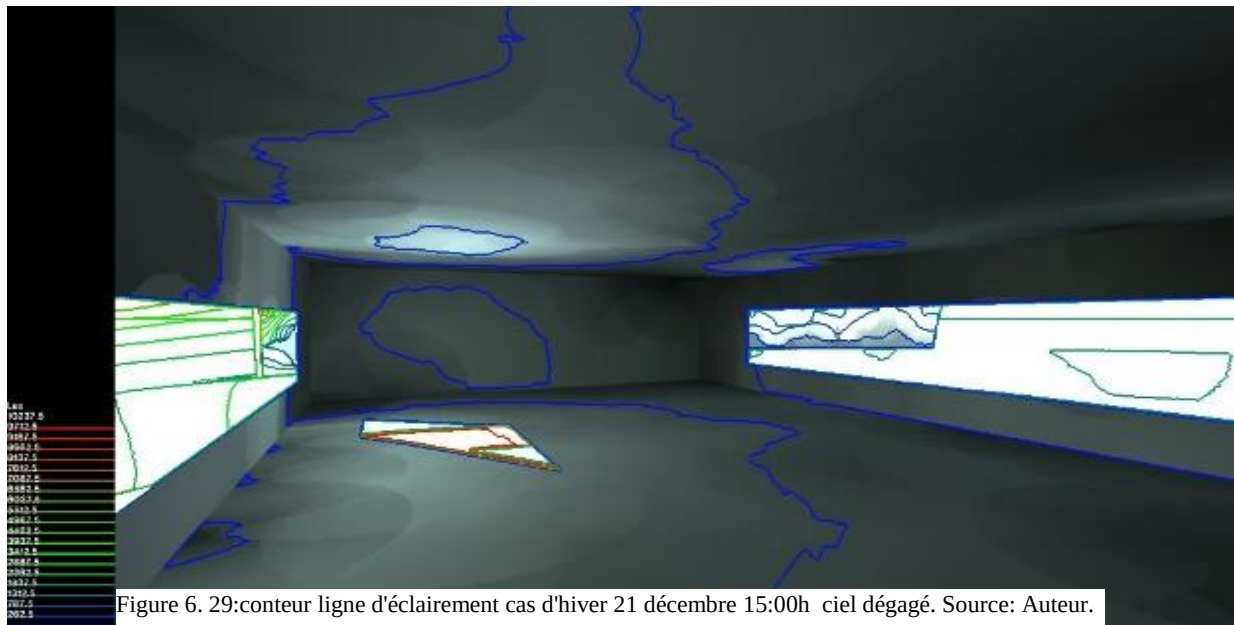


Figure 6. 29: contour ligne d'éclairément cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel dégagé. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Dégagé	262.5	9712.5	4987.5	0.05

Tableau 6. 25:Les résultats du cas 3 21décembre 15:00h ciel dégagé. Source : Auteur

- ✓ En remarque que l'éclairement réduit par rapport le deuxième cas avec une valeur 1/2, mais il est très élevé à la norme recommande du confort ; avec éclairement de 4512.5 lux a 9 :00h et 4987.5 lux a 15 :00h, car :
- ✓ A cause d'intégration des panneaux végétal dans membrane de la géode et mal position pour cette période, car la basse altitude du soleil et aussi pour l'éblouissement n'est pas disparu pour cette période.

Cas hiver (21 décembre) a 09 :00 h : Ciel couverte :

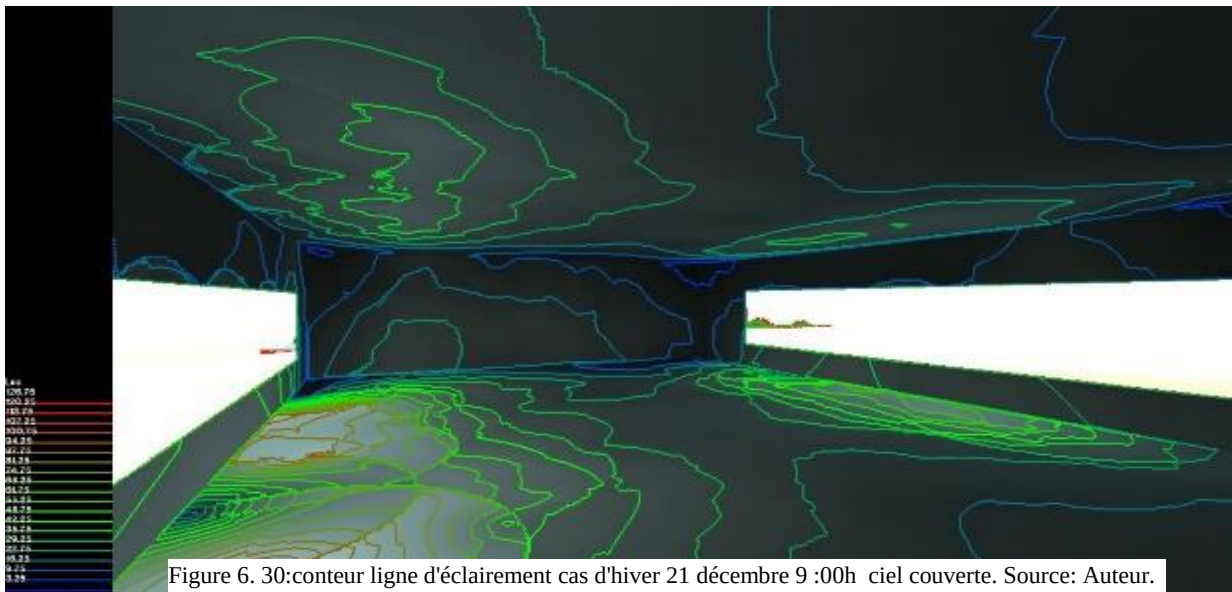


Figure 6. 30:contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 9 :00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	3.25	120.25	61.75	0.05

Tableau 6. 26:Les résultats du cas 3 21décembre 9:00h ciel couverte. Source : Auteur

Cas hiver (21 décembre) a 15 :00 h : Ciel couverte :

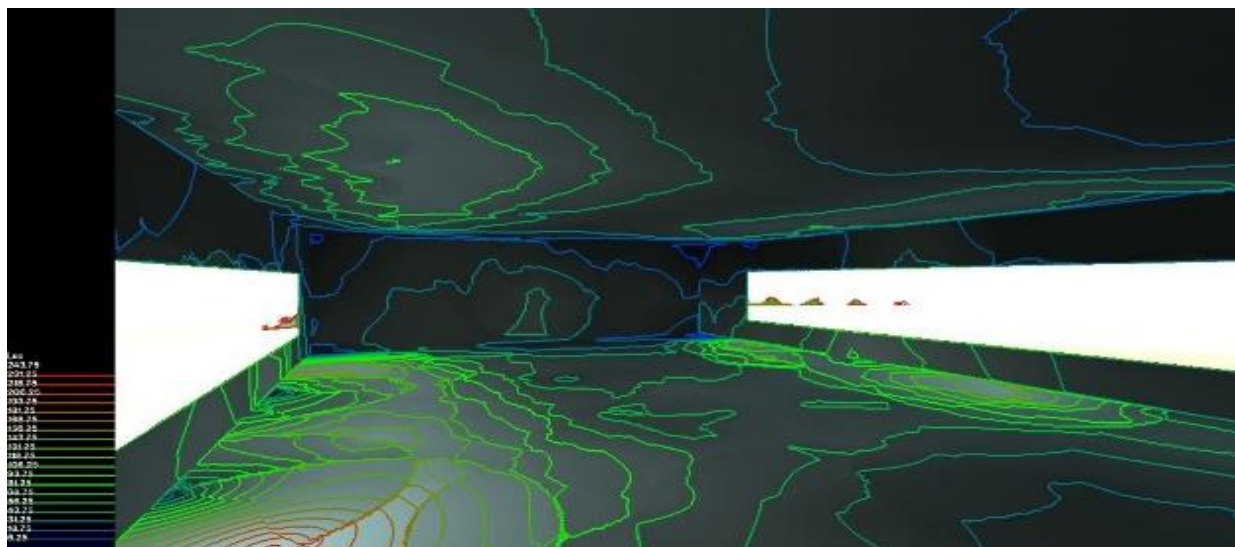


Figure 6. 31:contour ligne d'éclairement cas d'hiver 21 décembre 15:00h ciel couverte. Source: Auteur.

Etat de ciel	Eclair. Min (lux)	Eclair. Max (lux)	Eclair.moy (lux)	Indice d'uniformité
Couverte	6.25	231.25	118.75	0.05

Tableau 6. 27:Les résultats du cas 3 21décembre 15:00h ciel couverte. Source : Auteur

- ✓ En remarque que l'éclairement dans ce cas est réduit avec une valeur de 64 lux a 9 :00h, et 95 à 15 :00h.

6.1.13 Besoin mensuel :

6.1.13.1 Besoin mensuel d'éclairage en (W) :

	jan.	fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	juil.	Août	sep.	oct.	nov.	déc.
Puissance (W)	1839	536	1231	1597	3626	4084	0	0	2499	2207	2951	2629

Tableau 6. 28:Les besoins mensuel d'éclairage en (W) cas 3

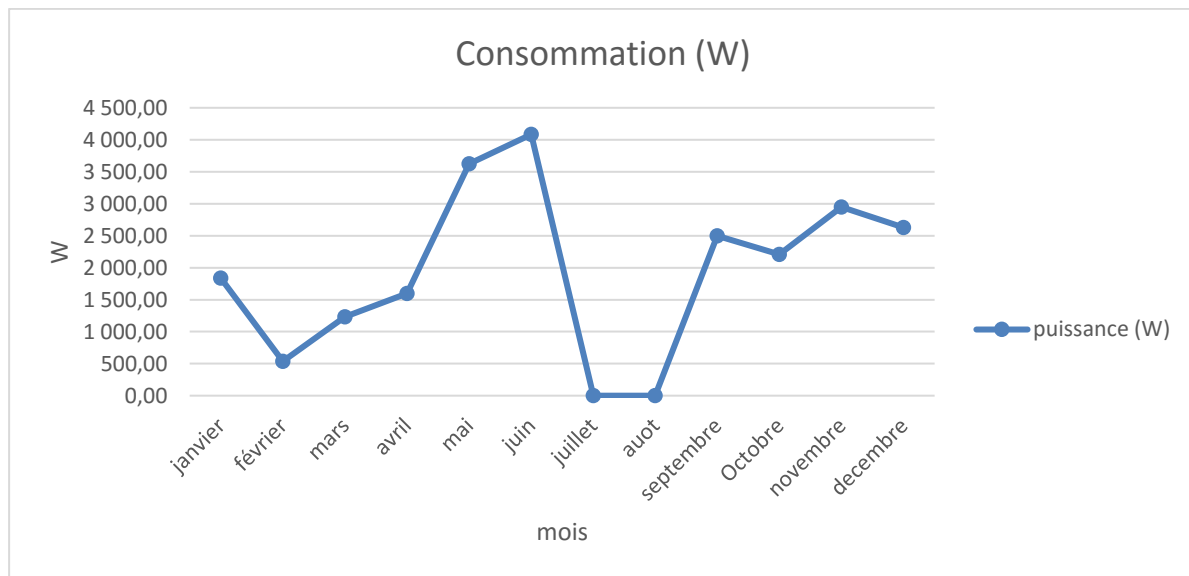


Figure 6. 32:consommation mensuelle d'éclairage cas final.

Source : Auteur

D'après le diagramme :

- ✓ Il existe des mois nuls dans la consommation d'éclairage juillet et août.
- ✓ Les mois mai et juin sont les plus consommateurs par une quantité de 4084 W.
- ✓ Les mois de septembre, octobre, novembre et décembre la quantité de consommation varie entre 2207 et 2951 W plus que les mois janvier, février, mars et avril varie entre 536 et 1839 W.

6.1.14 Comparaison entre la consommation d'éclairage :

A partir de ce tableau et graphe nous voyons une séquentiel de consommation entre les deux cas.

	jan.	fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	juil.	Août	sep.	oct.	nov.	déc.	Total
Consommation du cas 1 (W)	2109	3550	3503	788	119	119	34	578	3282	4198	3141	4850	26271
Consommation du cas 3 (W)	1839	536	1231	1597	3626	4084	0	0	2499	2207	2951	2629	23199

Tableau 6. 29:Les besoins mensuel d'éclairage en (W) pour le cas 1 et cas 3.source : auteur

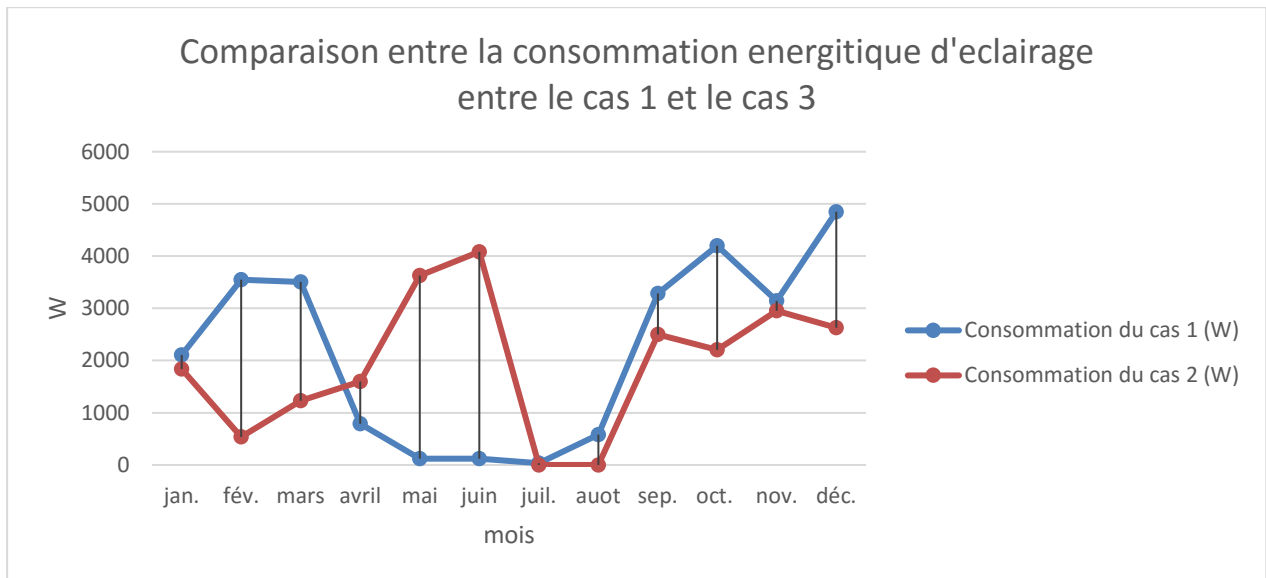


Figure 6. 33: comparaison de la consommation mensuelle d'éclairage cas initial et cas finale.
Source : Auteur.

D'après le diagramme :

- ✓ Le cas final consomme plus que le cas initial dans les mois Avril, mai, juin, par une quantité globale 9307 W.
- ✓ Pour le cas initial les mois qui consomment beaucoup sont Janvier, février, mars, Aout, Septembre, Octobre, Novembre et décembre par une quantité de 25211 W.
- ✓ Le cas final consomme plus dans les mois de juillet et aout par rapport au cas initial.
- ✓ Le cas initial a une faible consommation pour la période du mai à juillet par une consommation totale de 272 W.
- ✓ Pour le mois juillet et aout la consommation est nulle se traduit que l'espace est en période de confort visuelle.
- ✓ Le gain dans l'éclairage est faible de 3072 W qui représente 11.7% de la consommation du cas initial.

6.1.15 Conclusion partielle :

La simulation du confort visuel avait pour but de vérifier l'impact des techniques bioclimatiques utilisées préalablement dans notre projet L.A.G, et nous avons intégré principalement des techniques passive pour assurer le confort thermique ainsi que le confort visuel.

A travers les résultats de simulation numérique du laboratoire d'urbanisme sont presque suffisants, car le confort est atteint passivement, Finalement nous avons conclu que le confort et presque assurée avec cette technique de double enveloppe est aidez-nous de gain 3072 W qui représente 11.7% de la consommation énergétique par rapport mono enveloppe.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GÉNÉRALE :

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

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

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

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

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

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GÉNÉRALE :

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

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

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

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

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

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

OUVRAGES, ARTICLES ET THESES :

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

SITES INTERNET :

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

REFERENCES ET BIBLIOGRAPHIE

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

ANNEXE 01

Exemple 03 complémentaire :

Fiche technique :

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

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

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

État du projet : 2012 -2018 (terminé)

Superficie du terrain : 38588,0 m²

superficie bâtie : 26477,3664m²

Logement étudiant : 16258,032m², Logement de la faculté : 4180,6368 m², l'institut : 6038,7044 m².

Catégorie : Université

Contexte : urbaine



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

Climat :

Vijayawāda a un climat de type tropical.

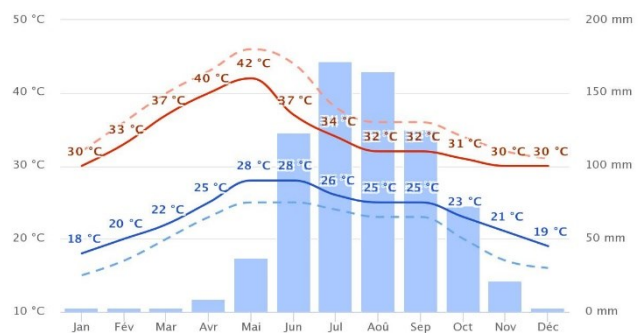
Par rapport à l'hiver, les étés ont beaucoup plus de pluie.

En moyenne la température à Vijayawāda est de 28.5 °C. La moyenne des

précipitations annuelles atteints 1067 mm.

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

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



Les données climatiques de la ville de Vijayawāda

Situation :

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



Plan de Situation de l'institut

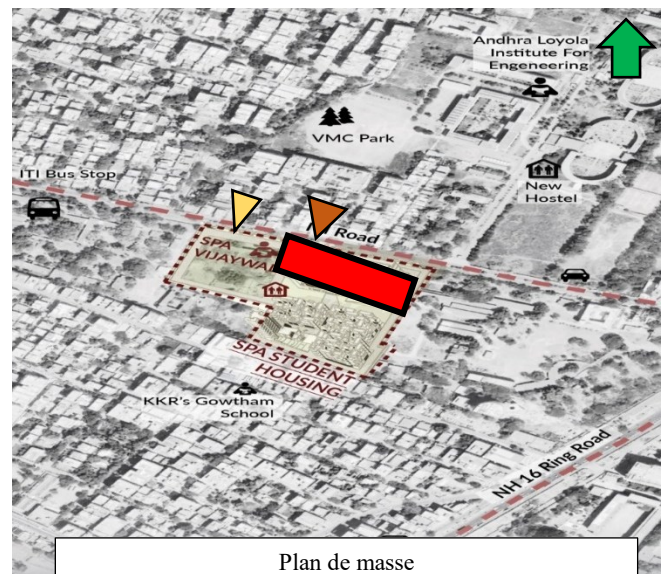
L'accessibilité et les axes mécaniques :

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

Plan de masse :

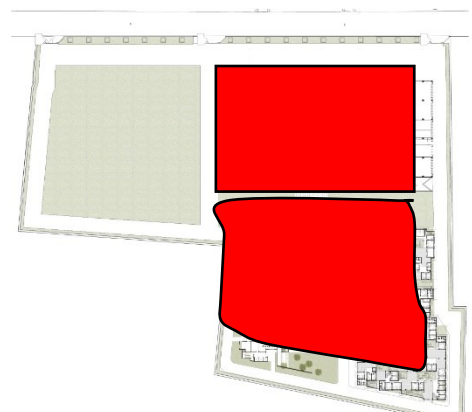
L'institut est implanté au milieu d'une zone végétale en alignement avec l'axe principale, L'institut de planification et d'architecture est une masse dominante située à l'extrémité nord-est du site prend son plan après le site de forme quelconque qui abrite l'école, les logements des étudiants et les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

-  Accée secondaire.
-  Accée principaux.
-  L'institut



Plan de masse

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



L'occupation de sol

La conception :

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

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

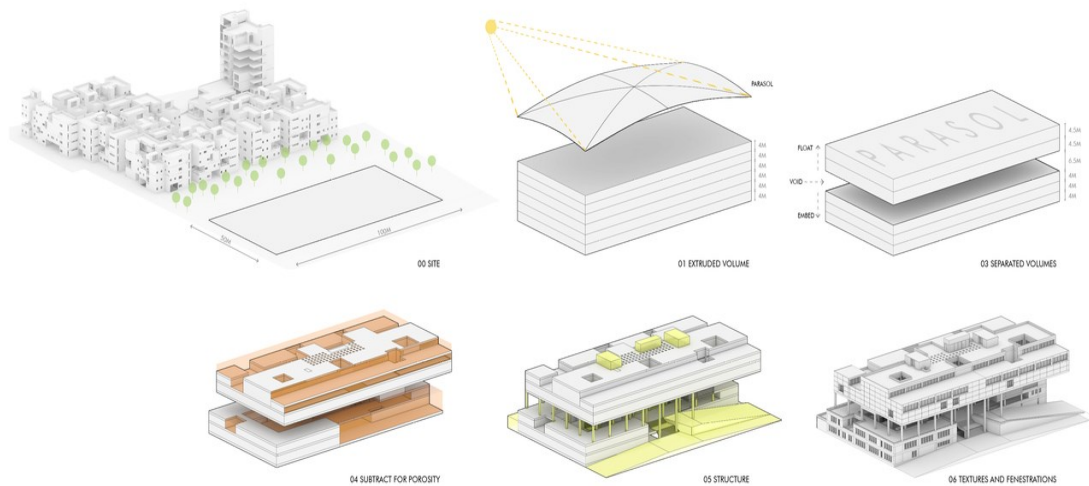
Alors que la conception du bâtiment de l'institut est influencée par les principes brutalistes (un mouvement florissant de 1951 à 1975 qui mettait l'accent sur la fonctionnalité et l'expression des matériaux sous leur forme brute / exposée).

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

MO-OFF / Mobile Offices



maquette



Principe de conception

Etude des plans :

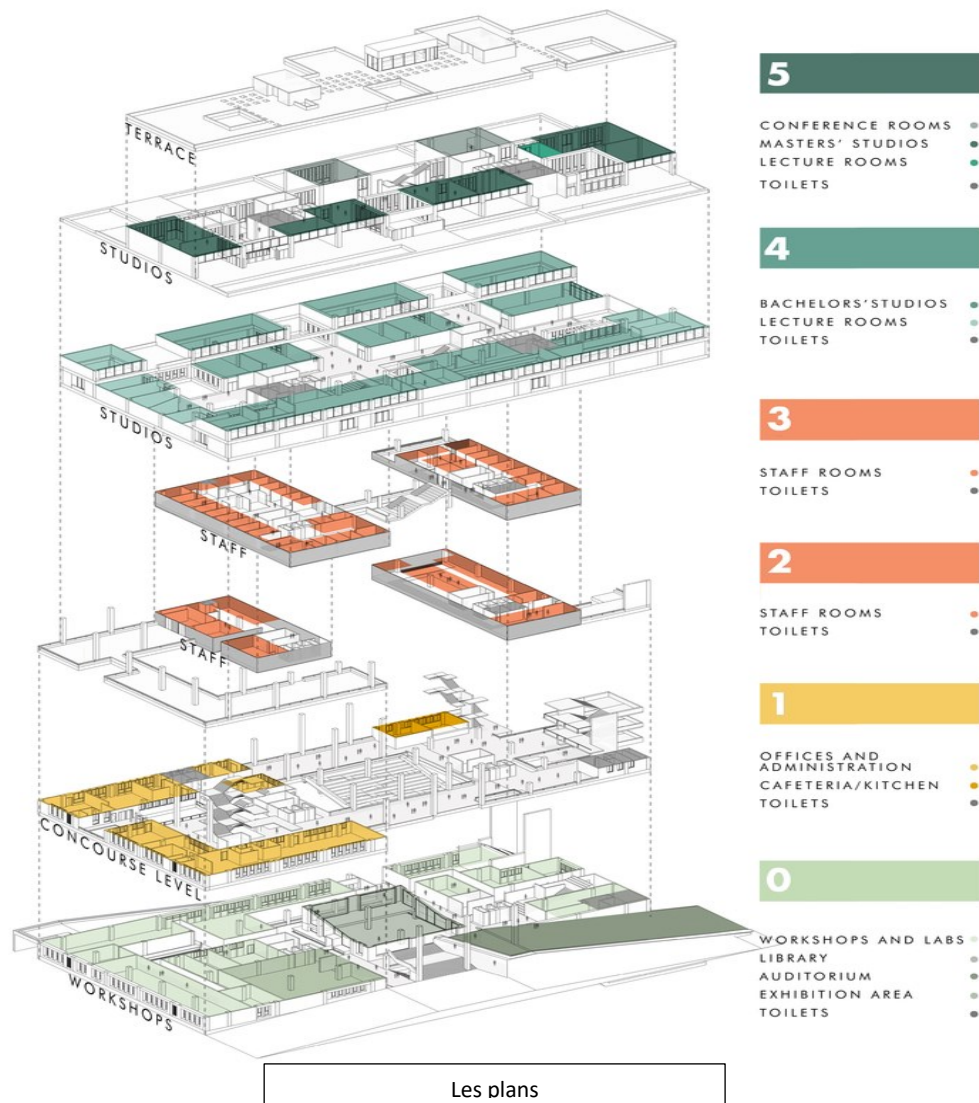
La conception met l'accent sur la diversité des individus et l'immensité d'une communauté et crée des programmes interdépendants qui offrent une multitude d'espaces interactifs qui seraient bénéfiques pour une expérience communautaire.

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

La plate-forme abrite des ateliers et des laboratoires.

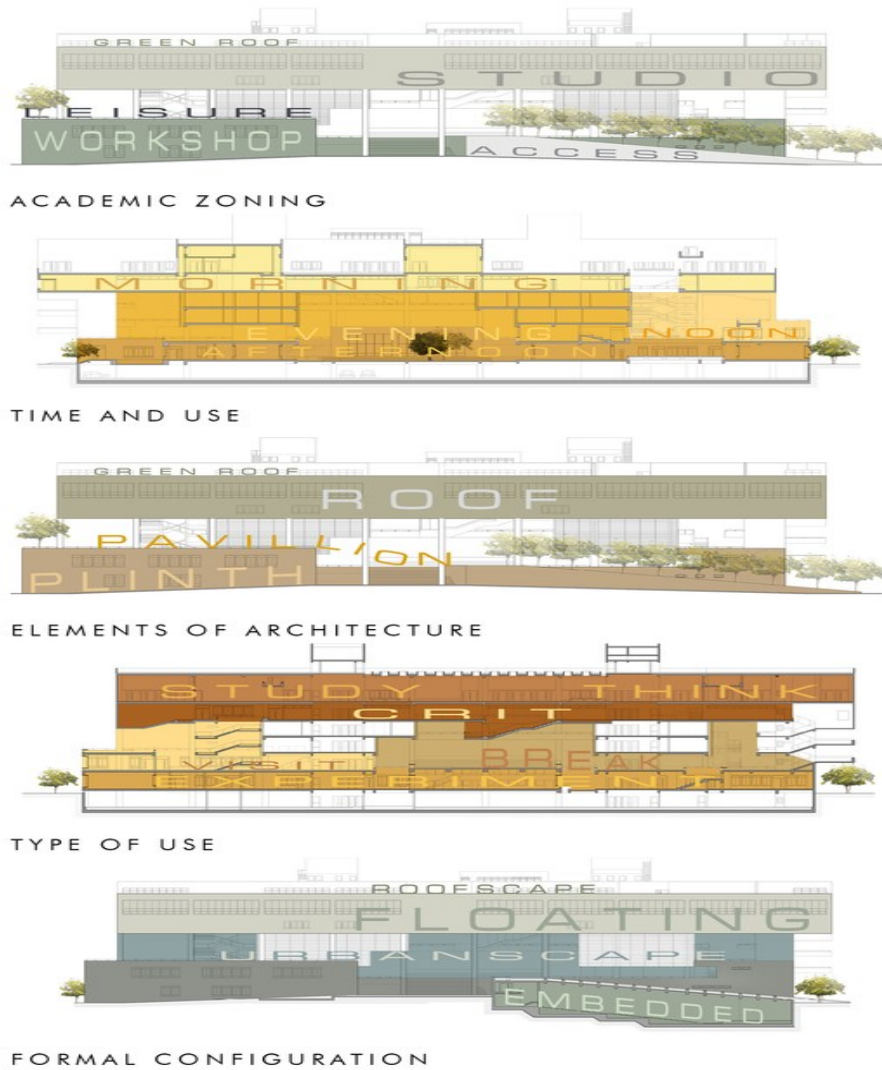
La partie centrale (hall) abrite principalement des espaces de détente comme la cafétéria ainsi que les bureaux, les programmes administratifs et les locaux réservés au personnel.

La partie supérieure (Parasol) abrite les salles de classe et les studios.



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

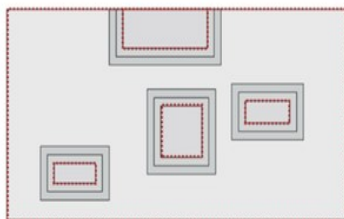
Le bâtiment de l'Institut a été divisée en trois parties principales : le parasol, le hall et la plate-forme. Chaque partie est active à différents moments de la journée, les heures d'apprentissage du matin étant passées dans la section supérieure, ce qui est cool. L'apprentissage interactif de l'après-midi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



Les coupes

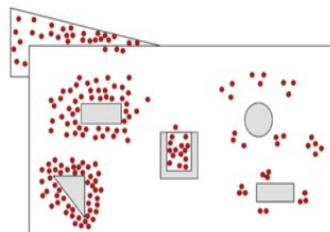
Organisation :

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



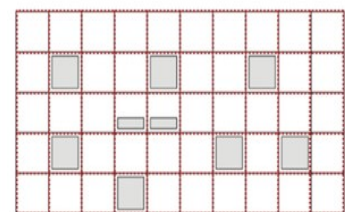
GROUND LEVEL

CENTER AND PERIPHERY EFFECTIVE FOR INTERACTIVE LEARNING



CONCOURSE LEVEL

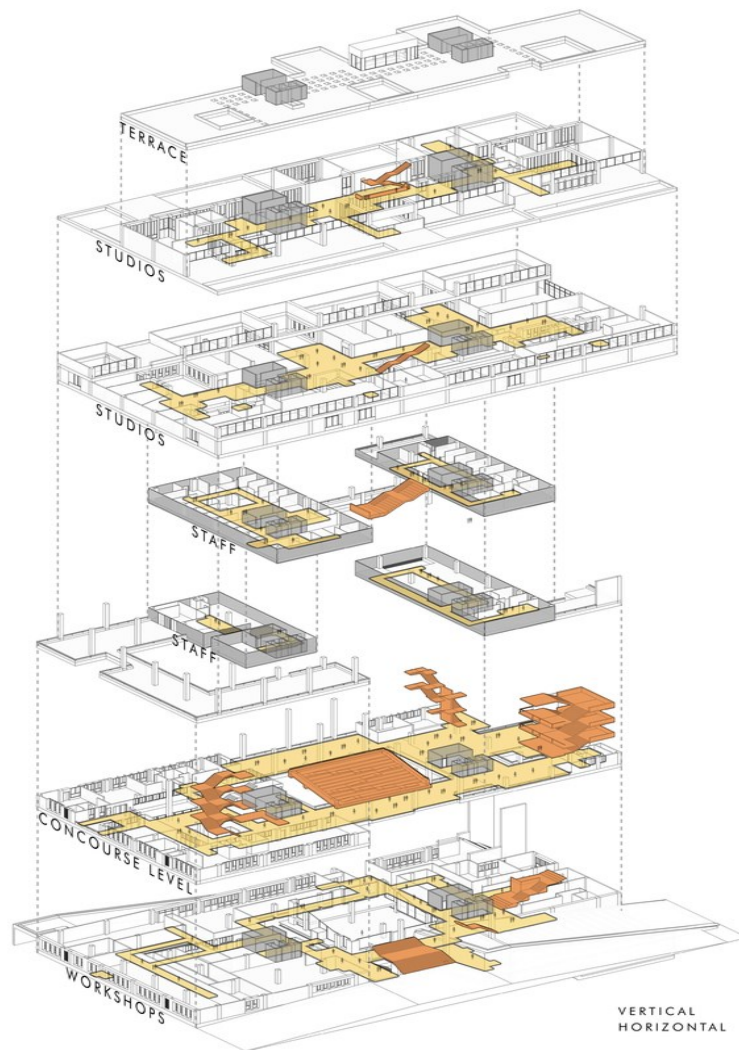
FIELD INFORMAL FOR NETWORKED EXCHANGE



TOP LEVEL

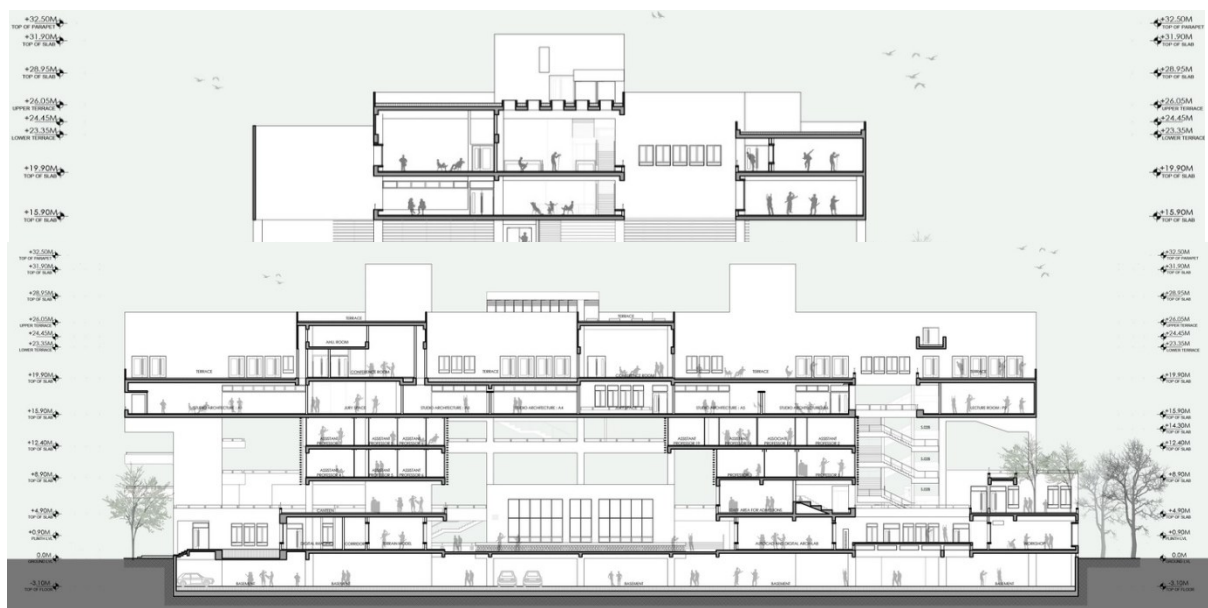
GRID EFFICIENT FOR FOCUSED LEARNING

La circulation :



La Circulation

La coupe :



La coupe

Les façades :

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

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

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

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

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



EAST ELEVATION



WEST ELEVATION

Les façades :

Les techniques et les solutions bioclimatiques :

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

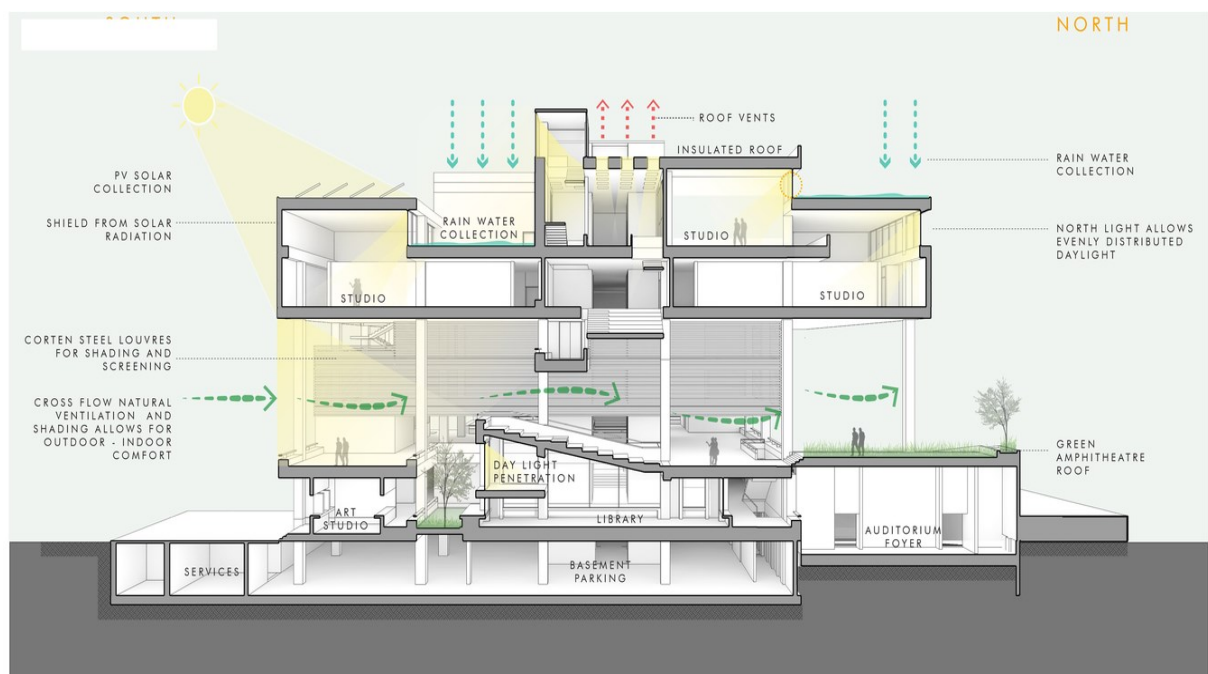
La planification minutieuse d'Agarwal et de Poredi intègre des systèmes de refroidissement passifs et l'utilisation de matériaux locaux tels que la pierre de Tandur pour les revêtements de sol et les revêtements, les briques de cendre volante et les jalés en blocs préfabriqués.

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

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

La coupe :

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



Programme quantitatif :

Entité	Espace	Espace	N°	Surface (m²)
Entité des laboratoires	Laboratoire	Laboratoire	1	67
	Informatique	Stockage	1	6
	Espace de loisir	/	1	21
	Topographe laboratoire	/	1	25
	Travaux publique laboratoire	/	1	34
	Imagerie numérique	/	1	60
	Espace AHU	/	1	21
	Electrique	/	1	22
	Atelier d'environnement	/	1	64
	Atelier	/	4	297
	Centre des données	/	1	41
	Levé de terrain	/	1	29
	Modèle de terrain	/	1	33
	Art studio	/	1	178
	Stockage	/	1	23
	Architecture laboratoire ; autocad et numérique	/	1	165
	Laboratoire de climat	/	1	61
	BC laboratoire	Lab.	1	51
		Stockage	1	9
	Stockage	/	1	32
	Reprographie RM	/	1	35,5
	Matériaux et structure lab.	/	1	49
	Chambre numérique architecture	/	1	97
	Bibliothèque	/	1	361
	Sanitaire	/	3	115
	Exposition	/	1	400
	Maquette	/	1	69
	Musée des matériaux	/	1	186
	Circulation	45 %		

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

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

Entité	Espace	Espace	N°	Surface (m²)
Entité des studios	Salle de lecture	/	7	391
	Studio	/	14	2620.5
	Sanitaire	/	2	110
	Circulation	28%		
		Programme quantitatif		

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

Fiche technique :

- ✓ **Nom** : Italcementi i.lab (centre d'innovation et de recherche du groupe italien du ciment).
- ✓ **Localisation** : le parc scientifique Kilometro Rosso, bergame, Italie.
- ✓ **Superficie** : 23 000 m² avec 7 500 m² exclusivement dédié aux activités de recherche.
- ✓ **Occupant** : accueillera des ingénieurs, des techniciens et des chercheurs.
- ✓ **Architecte** : Richard Meier.
- ✓ **Étage** : R+1 et un et 3 niveaux en sous-sol.
- ✓ **Année d'inauguration** : 16 avril 2012.
- ✓ **Cout** : \$51.8 millions.
- ✓ **Contexte** : urbaine, zone de science et technologie.



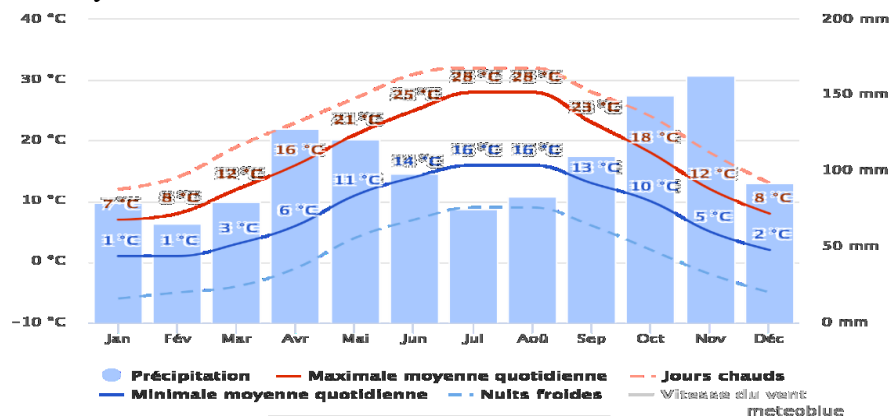
Italcementi i.lab (centre d'innovation et de recherche du groupe italien du ciment).

Climat :

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

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

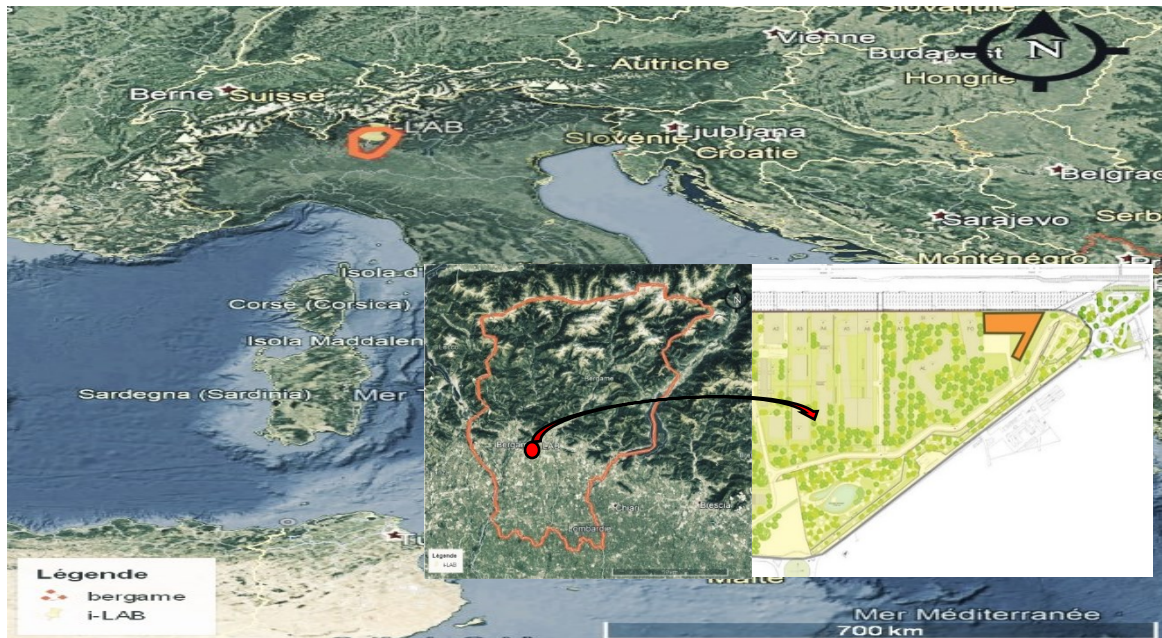
La saison froide dure 3,5 mois, du 18 novembre au 3 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 11 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 11 janvier, avec une température moyenne minimale de -1 °C et maximale de 6 °C.



Climat

Situation :

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

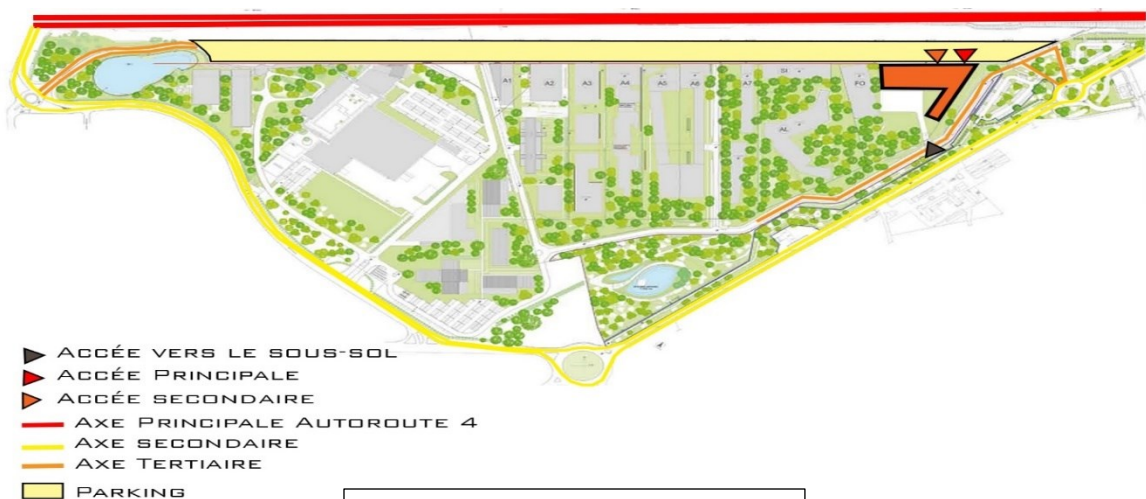


Plan de situation

L'accessibilité et les axes mécaniques :

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

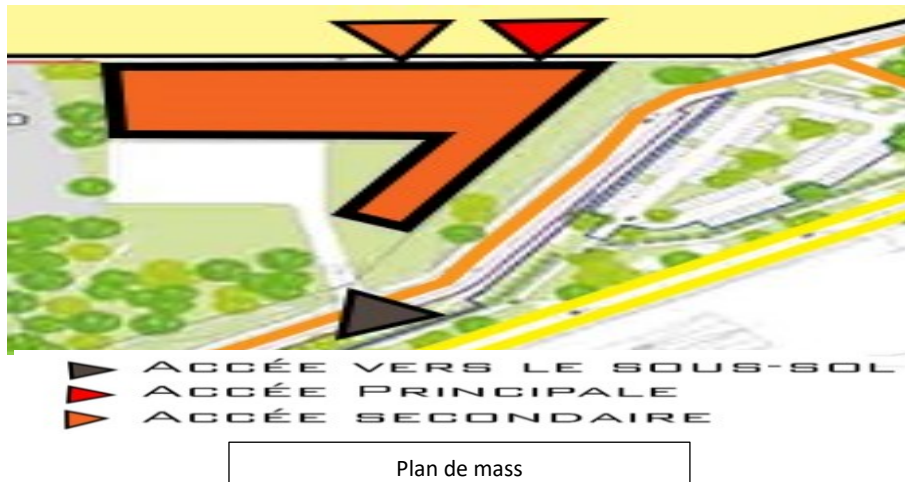
L'entrée principale et secondaire orientée vers le parking et une autre entrée vers le sous-sol orienté vers la voie tertiaire.



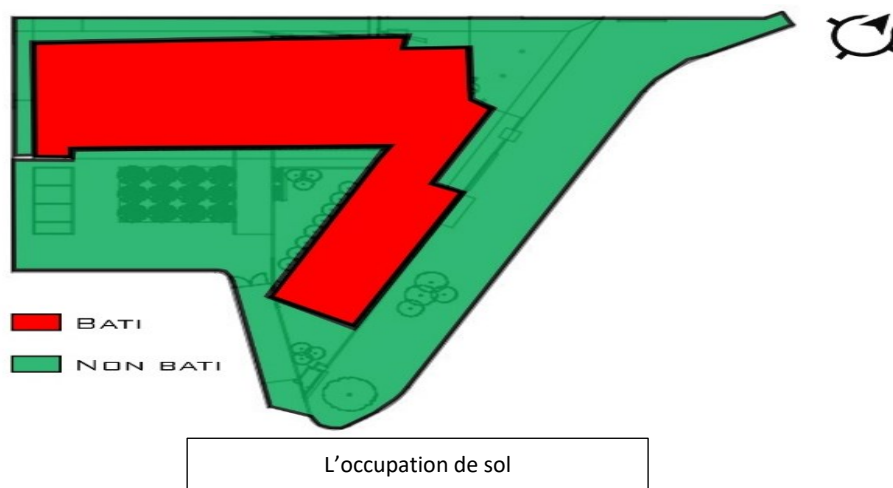
L'accessibilité et les axes mécaniques :

Plan de masse :

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

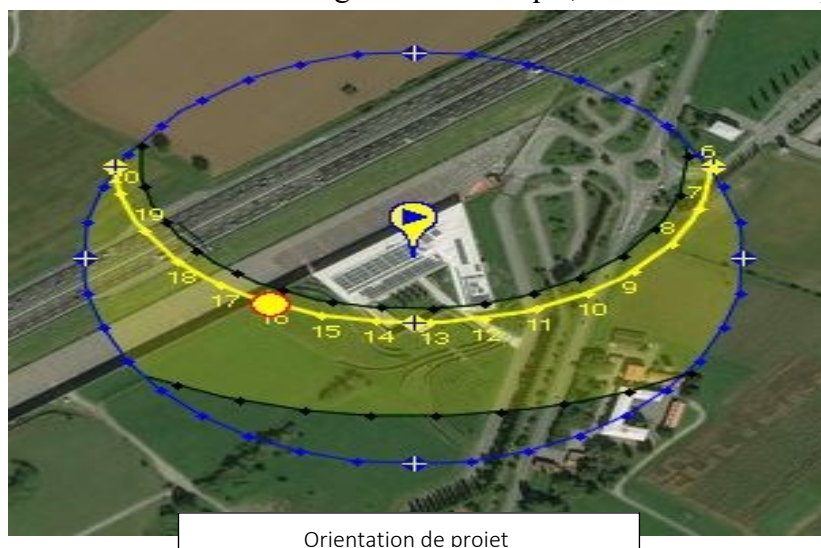


- ✓ Bâti représente 45% d la surface total et 55% de la surface non bâtie.



Orientation de projet :

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



La volumétrie :

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

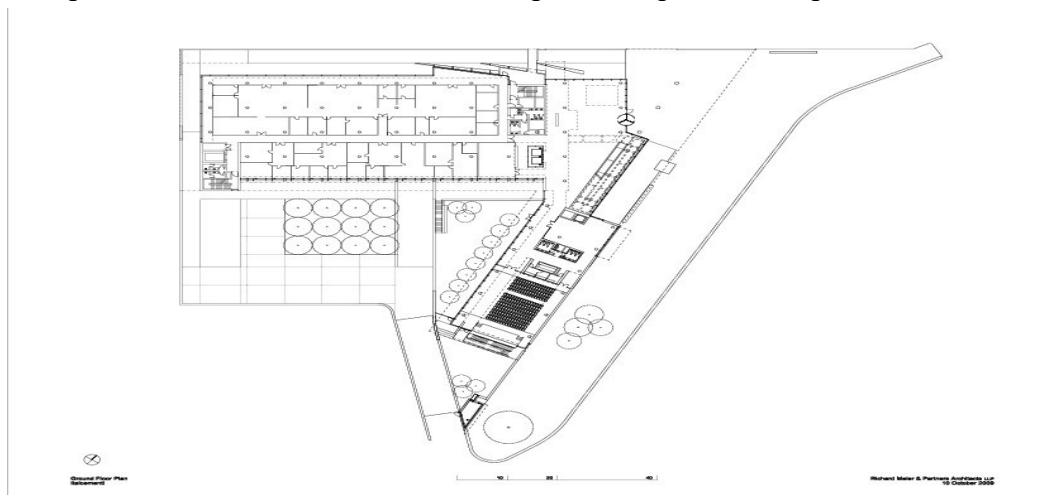


La volumétrie

Etude des plans :

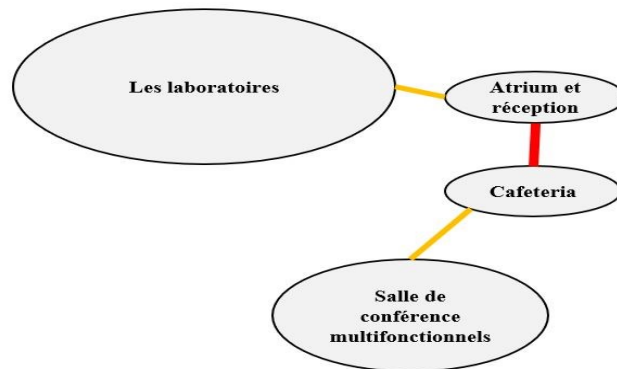
L'organisation interne du bâtiment pour les laboratoires répond aux exigences hautement fonctionnelles du projet.

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

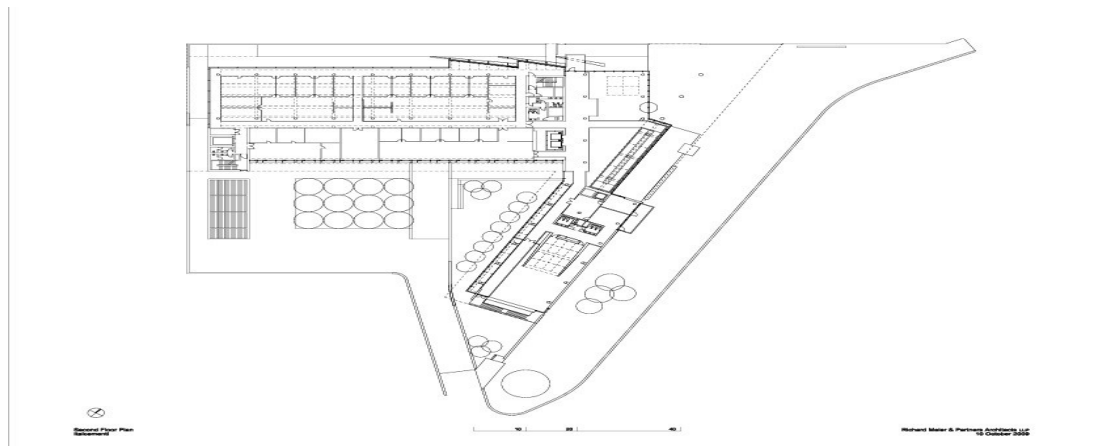


Plan de RDC

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



Organigramme fonctionnelle RDC



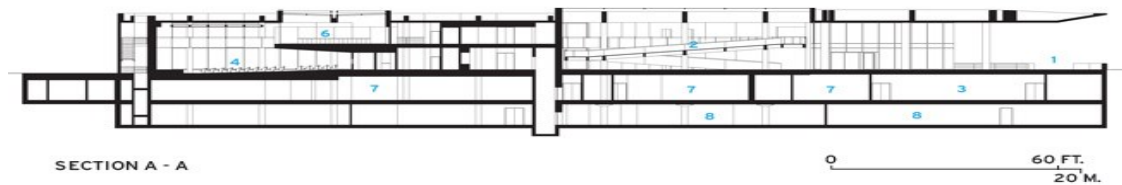
Plan R+1

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

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

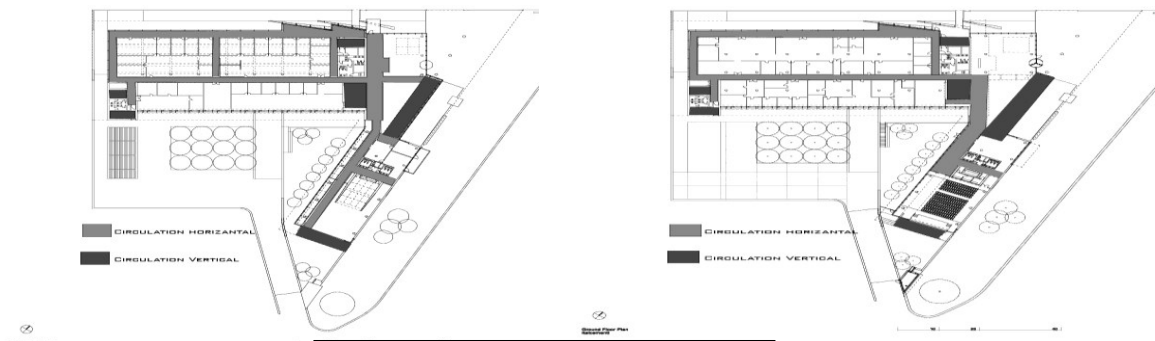
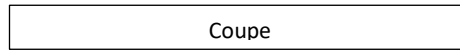


Organigramme fonctionnelle RDC

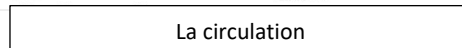


- | | |
|--------------|-------------------|
| 1 ENTRANCE | 5 CAFETERIA/BAR |
| 2 ATRIUM | 6 CONFERENCE ROOM |
| 3 OFFICES | 7 STORAGE |
| 4 AUDITORIUM | 8 MECHANICAL |

la circulation :



Les façades :



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

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

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

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



Vu 3D

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



Vu 3D

Le system constructif :

Béton (coulé en place et préfabriqué)

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

Les matériaux utilisés :

TX actif

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

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

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

i.light ciment « transparent »

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

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

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

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

Bétons innovants

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

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

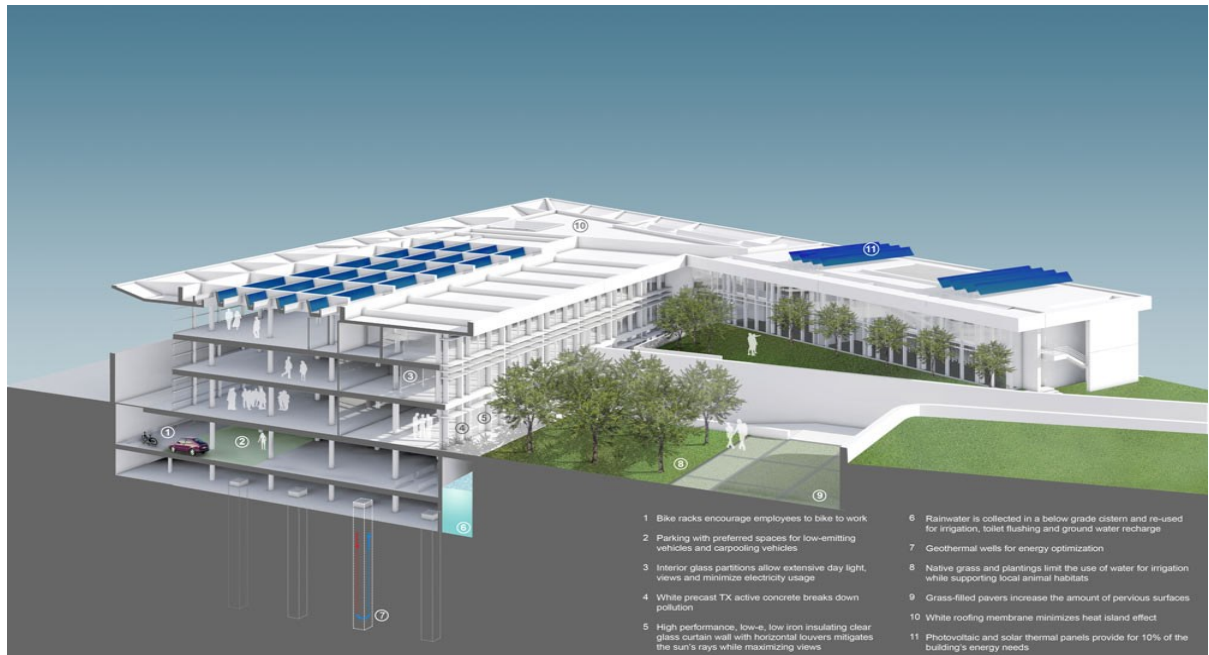
Un béton blanc armé spécialement conçu à haute résistance et à haute résistance a été mis au point spécialement pour Italcementi i.lab. Pour réduire la pollution. En tant que caractéristique étendue, le béton est auto-nettoyant, laissant le bâtiment blanc toute l'année.

Matériaux alternatifs

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

Les techniques et les solutions bioclimatiques :

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



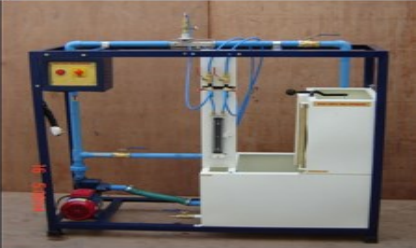
L'occupation de sol

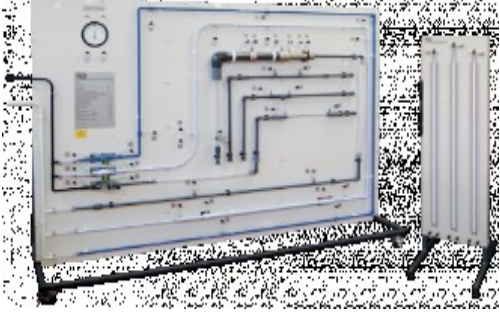
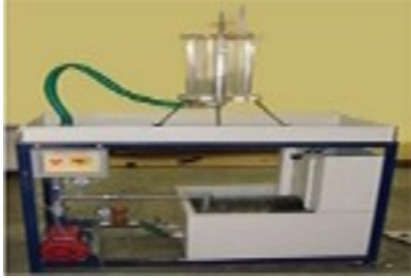
ANNEXE 02

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

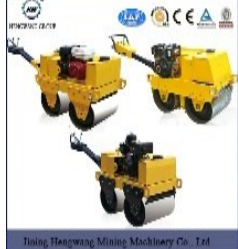
ANNEXE 03

Tableau des équipements des laboratoires :

LABORATOIRE HYDRAULIQUE (MDF)	
Piézomètre	
Manomètre à tube de Bourdon	
Venturimètre	
Bernoulli's Apparatus avec tous les accessoires	
Manomètre	
Tube de Pitot	

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

Turbines (a) Roue Pelton (b) Francis	
Pompes (a) Pompe à simple effet (b) Pompe alternative	 

Laboratoire du mécanique de sol	
Table à secousses à densité relative	/
Systèmes de test de conductivité hydraulique	
Équipement de compactage	 
Équipement d'analyse de la taille des grains	

Perméamétries	
Appareil d'essai triaxial	
Colonne Résonnante	
deux machines à compression non confinée	
des appareils de réfraction sismique	
une chambre à température et humidité contrôlée	 www.kymeg.ch kymeg.ch/produits.htm Modèle: K100-100000 Watts: 1000-10000 Température: -40 to 150 Degree Humidité: 20% to 90% Air: Cooled or Water Cooled

Table vibrante de 10,000 kg.	
------------------------------	--

Cadre de test CBR	
Odomètres	
Appareil d'essai limite	
Appareil de densité	
Appareil de sédimentation	
Appareil de perméabilité	

Tests de Casse grande	 A large impact testing machine with a heavy base and a pendulum arm. A sample is positioned on the base. Two small rectangular samples are shown in front of the machine.
Tests au pénétromètre à cône	 A cone penetrometer with a vertical column and a yellow dial. A cone-shaped indenter is positioned above a sample on the base.
Appareil d'essai de cisaillement simple cyclique	 A blue and white testing machine with a horizontal sample stage and a vertical loading mechanism. A small monitor is attached to the side.
Appareil d'essai triaxial cyclique	 A complex testing machine with multiple components. Labels point to various parts: 'LCD Display' (top left), 'Pressure control' (bottom left), 'chamber about column' (top right), 'lubricated seal' (middle right), 'top barrel, steel' (top right), 'with wire mesh' (middle right), 'with special cage' (bottom right), and 'LCD Display' (bottom right).

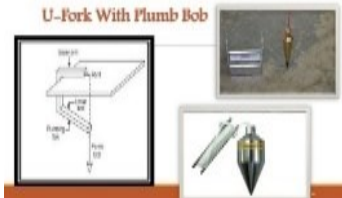
Appareil de cisaillement direct



Consolidomètre



Laboratoire du géotechnique	
Chaîne métrique (a) 20m (b) 30m	
Ruban métallique (a) 30m (b) 15m	
Ruban d'acier - 30m	
Cannes de Rangement - 2m & 3m	/
Tige excentrée - 3m & 4m	/
Place optique	
Prism Square	

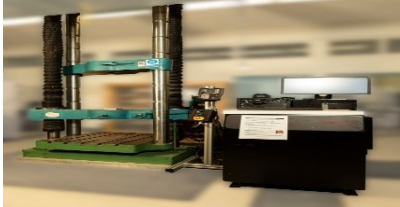
Line Ranger	
Compas prismatique avec trépied	
Fil à plomb (laiton)	
Clinomètre	
Table avion avec trépied	
Fourche	
Auge boussole	

alidade avec échelle (laiton) / Electronic Alidade	
Niveau de l'esprit	
Dumpy level avec trépied	
Niveau automatique	
Personnel de nivellement	
Théodolite de transit	
Théodolite électronique	

Station totale avec tous les accessoires	
--	--

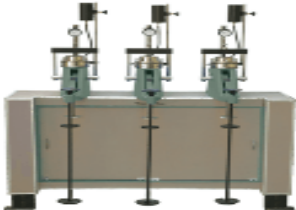
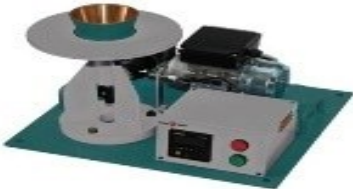
Laboratoire du structure	
Équipement d'essai de déformation / déplacement	/
Extensomètre laser MTS LX500	
Système de photogrammétrie 3D Aramis avec caméras à basse et haute vitesse	
Système de suivi en temps réel Mercury	

Extensomètre vidéo sans contact Instron Ave 2	
Installation d'essai à grande échelle	/
Machine d'essai de compression / flexion Amsler 5000kN	
Cric hydraulique Instron 250kN	
Systèmes de test de fatigue Instron 8802	
Système d'essai de matériaux Instron 5982	

Cadre de test universel pour série Shimadzu Autograph AGS-X	
Baldwin Universal Test Machine	
Instron 600DX	
Instron 33R 4204	
Chambre environnementale de Weiss	
Installation d'essai à haute température	/
Chambre environnementale Instron série 3119-400 pour le test de matériaux	

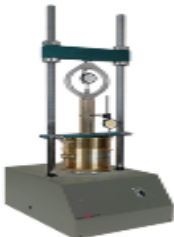
Instron SF-16 Fournaise avec port d'extensomètre	
Four à gaz	

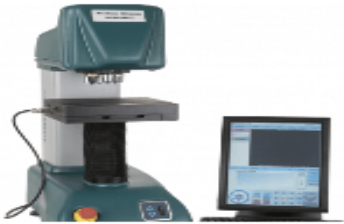
Kit de mesureur d'humidité relative / d'humidité avec capteur BluePeg	
Pénétromètre dynamique à cône de chaussée (DCP) - Modèle TO-567	
Marteau d'essai de béton - SilverSchmidt	
Écho à impulsions ultrasoniques pour les essais de béton à l'aide du modèle Pundit PL-200PE de Proceq	
Autoclave à ciment - Modèle TO- 408	

Détecteur de barres d'armature - Profoscope	
Instrument d'essai de vitesse d'impulsion ultrasonique Pundit PL-200	
Appareil de consolidation numérique et analogique - Modèle TO-126	
Testeur de tirage - Famille Proceq DY-2	
Pourquoi choisir Zettlex IncOder plutôt que les résolveurs de dalles traditionnels	

Humidimètre pour essais de béton - Rapid RH 4.0 de Wagner Meters	
Table de débit - Modèle TO-411	
Cadre de charge d'essai triaxial - Modèle TO-064	
Machines d'essai de stabilité Marshall numériques et analogiques	
Mélangeur concret de casserole - TO-9891	
Testeur de compression numérique - Manuel 0 à 5000 kN	/
Vérificateurs de dureté pour l'échelle Brinell de Tinius Olsen	/

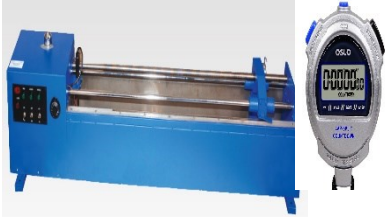
Extracteur à centrifuger pour la détermination du pourcentage de bitume dans les mélanges de pavage	
Appareil d'essai de cisaillement direct - Modèle TO-105-2	
Appareil automatique Blaine - Modèle TO-391	
Testeur de compression non confiné pour roches - Modèle TO-217	
BioProTT™ FlowTrackPlus (Montage sur panneau) -	

DIL 402 Expedis Select / Supreme - La dilatométrie redéfinie à partir de NETZSCH	
Appareil de test CBR numérique et analogique	
Machine d'essai de ductilité - TO- 565	
Testeur de perméabilité du béton - Poroscope Plus de NDT James Instruments	
Pénétrromètre à béton projeté: Essai de béton pulvérisé	

Pénétrromètre universel - Modèle TO-512	
Compteur de couverture à balayage de béton avancé - Profometer 6	
Solutions pour tests Vickers et Knoop de Tinius Olsen	
Air Entrainment Meter - Type A et B	
Table de circulation motorisée - Modèle TO-336	

Testeur de compression numérique - Entièrement automatique 0 à 5000 kN	
DIL 402 Expedis Classic - La dilatométrie redéfinie à partir de NETZSCH	
Mélangeur à mortier pour ciment et mortier - TO-412	/

Laboratoire du travaux publique	
Balance de pesée	
Machine d'essai de compression	
Machine de test d'usure de Deval	

Machine d'essai d'abrasion angles LOS	
Jauge d'élongation	
Tamis, jauge de longueur	
Panier métallique, pycnomètre	
Machine à ductilité, Chronomètre	
Flammes d'essai	

Machine d'essai de stabilité Marshall	
Appareil à anneau et à boule, bain et agitateur	
Viscosimètre	
Bain-marie à régulation thermostatique	

Laboratoire du construction	
Truelle	

Spatule	
Gunia	
Niveau à bulle	
Moules à cube standard (a) pour les essais de ciment (b) pour les essais de béton	
Balance électronique (a) 500 g (b) 5 ng	
Appareil de test d'appareils Vicat avec tous les accessoires	

Appareil de test du chatelier avec tous les accessoires	
Appareil d'essai de briquettes avec moule	
dispositif de test slup	
Machine d'essai de compression (a) 1000 KN (b) 500 KN (c) 100 KN	
EST. jeu de tamis: I.S. Tamis Tamis de 100, 63 mm, 10 mm, 4,75 mm, 2 mm, 1 mm, 600u, 425u, 300u, 212u, 150u et 75u	
Jauge d'élongation	
Flakiness Gauge	

Appareil à coupelle fermée Pensky Martens	
Appareil à bille et anneau	
Los angeles Test device	
Pénétromètre	
Bétonnière	

Vibrateur Mechine (a) Type d'aiguille (b) Type de plateau	
--	--

Laboratoire du fabrication	
Découpe laser	
Routeur CNC	
Imprimante 3D	
Ponceuse a bande et a disque	

Scie à ruban	
Epaisseur S50 linxincibles	
Laser cutter	
Scie circulaire à table	
Les tables de fabrication	/
Robot indistrial fanuc 2000 ia /165R	

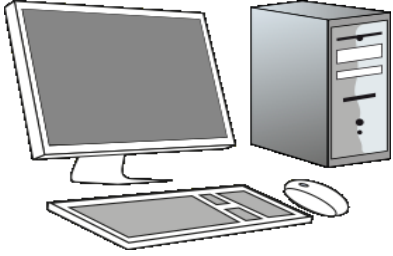
Laboratoire énergétique	
Microclimamètre	
Station météorologique	
Acquisiteurs de données HOBO avec sondes température	
Outils de relevés solaires traceur solaire	
Logiciels de simulation énergétique	

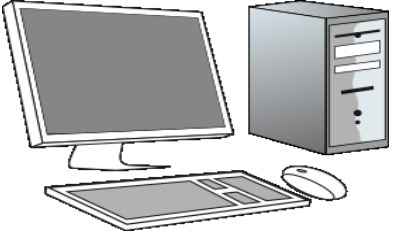
Caméra infrarouge FLIR	
Débitmètre a ultrason	
Ballon sondes pour mesure altitude	

Laboratoire des ambiances physiques	
Acoustique	/
Chambre réverbérante absorption acoustique	
Chambre réverbérante isolation acoustique	

Chambre semi anéchoïque puissance acoustique	
Ciel artificiel	
soufflerie	
La soufflerie climatique Jules Verne	

Laboratoire bioclimatique

Les ordinateurs	
Station météorologique	

Laboratoire d'urbanisme	
Les ordinateurs	

ANNEXE 04

Les concepts et les principes du projet :

Toute conception architecturale nécessite une réflexion basée sur des concepts et des principes architecturaux. Une telle démarche nous aide à choisir les bonnes orientations, afin d'éviter la gratuité des gestes et assure une formalisation d'un ensemble architectural cohérent répondant à toutes les contraintes

La gradation:

Ce sont les intervalles ou les éléments qui peuvent changer graduellement de forme, de dimension ou d'orientation. La gradation réunit ainsi deux caractéristiques contradictoires: une parenté et une différence sans hiérarchie prononcée.

Fluidité et lisibilité : La qualité visuelle, la clarté apparente ou lisibilité se conjuguent pour créer une structure globale du projet qui lui permet d'être lisible à l'intérieur et se laisse découvrir à l'aide d'une fluidité et lisibilité de circulation.

La géométrie : Les tracés géométriques sont superposés et rejoignent pour donner naissance à un langage architectural plus riche à un ordre spatial plus dynamique.

La perméabilité : Elle assure la relation de l'équipement avec son environnement à travers ces différents accès (piéton et mécanique) et les relations fonctionnelles entre les différentes entités (accueil, conférence, assemblage, restauration) ; elle peut se traduire à travers les relations visuelles internes de l'équipement.

La transparence : Elle renforce l'accessibilité et implique la notion de continuité visuelle, c'est une façon de découvrir l'espace avant même de le franchir.

Fonctionnalité : Afin d'avoir un bon fonctionnement ; les différentes espaces seront disposés en fonction de leurs relations et leurs caractéristiques pour obtenir une continuité et une complémentarité.

Flexibilité : Elle garantit à l'équipement une adaptation aux changements opérés sur l'espace (tel que les salles de commissions, salles polyvalentes) et aux nouvelles exigences, afin de prévoir les différentes modifications, elle se traduit par la structure qui réduirait au maximum les contraintes d'aménagement de l'espace et la modularité de l'ensemble des composantes constructives.

Hiérarchie : Le projet présente un programme riche et diversifié qui nécessite une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les entités mères (conférence) et secondaires, des fonctions calmes et bruyantes.

L'orientation: L'orientation d'un projet est en fonction de sa destination.

Une bonne orientation du projet permet de réduire les consommations des énergies. L'orientation dominantes (Nord-Sud), pour Ensoleillement pendant l'hiver et éviter des protections plus difficiles.

L'implantation : L'emplacement du projet permet de profiter de l'environnement proche ou éloigné, pour améliorer le micro climat d'un site.

L'articulation: "L'articulation permet de parler de la construction, de la fonction et de la relation au lieu de cette façon, l'édifice devient plus explicite, nous parle lui-même"

Protection des parcours extérieurs : Cette protection est assurée par des éléments architectoniques (les galeries, les portes à faux ou par des plantations à feuilles persistantes).

Forme optimale : les formes circulaires sont performantes de point de vue thermique (le ratio surface/volume est petit).

Le décrochement des volumes au niveau spatiale et plane (minimiser les surfaces exposées à l'ensoleillement par rapport les autres surfaces).

Chauffage : conception architecturale intégrer avec l'utilisation un système de captage solaire passif (la serre).

- ✓ Stockage thermique direct.
- ✓ Conservation de la chaleur.
- ✓ Distribution de la chaleur dans la construction.
- ✓ Isolation de la construction contre les déperditions de chaleur et les facteurs extérieurs.

Climatisation : Le refroidissement des locaux assure par des moyens naturels : Une première solution consiste à favoriser la ventilation naturelle par système de patio.

Utilisation des toitures ventilées.

Conception d'ombrage : intégrée avec la conception architecturale (les décrochements des volumes, les arcades, les coursives, les brise-soleils, le système pilotis).

Dans la mesure où des ouvertures orientées à l'est et à l'ouest n'ont pas être évitée, celles-ci devront comporter des brises soleil à lames verticales qui remplaçant des écrans horizontaux.

Protection des parcours extérieurs : Cette protection est assurée par des éléments architectoniques (les galeries, les portes à faux ou par des plantations à feuilles persistantes).

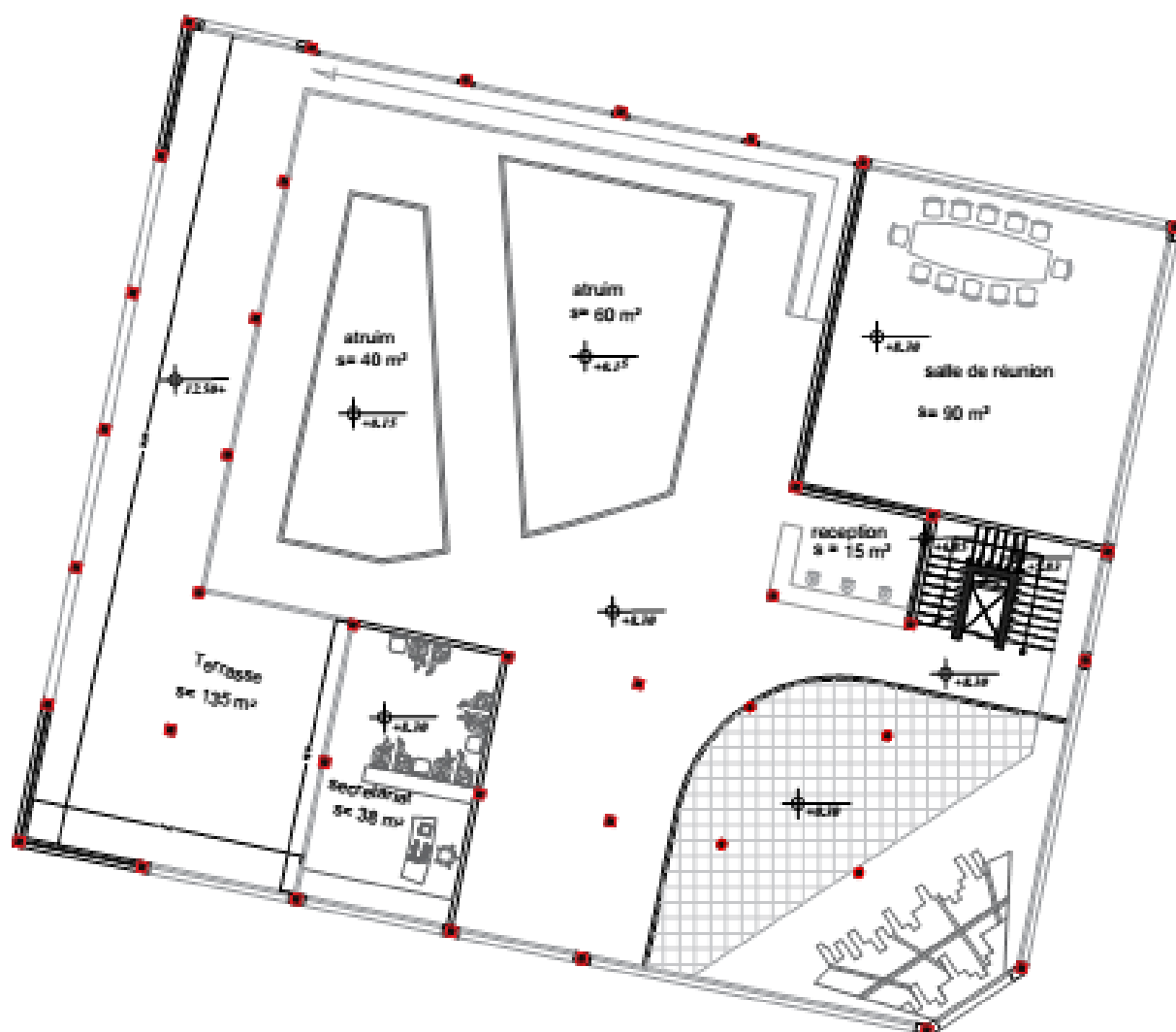
La végétation : La végétation à feuilles caduques procure un ombrage naturel saisonnier permet de profiter de la lumière et l'ensoleillement en hiver tout en créant un ombrage en été.

Une chaîne de plantations à feuilles persistants proposées au côté nord-ouest pour briser les vents froids. **Matériaux de construction :** utilisation de matériaux locaux durables : pierre, sable, argile, chêne.....

[illegible]

Tableau éclairage extérieur :

Nom	W	Eclairage	Lm	K	T(h)	H(mm)	Diamètre/dimension (mm)	Nombre
Luminaire	58	Led	3821	4000	70000	1000	445*445	24
Luminaire	84	Led	5972	4200	70000	138	591*286	14
Applique	25	Led	700	3000	50000	250	102	10
Borne d'éclairage	14	Led	507	3000	50000	1000	150	70
Tube d'éclairage	3.45	Led	140 à 950	2700 a 4000	Plus de 1500		13	/



Plan de 3ème étage

Tableau des surfaces Plan RDC :

Espace	N	Surface		
Hall d'accueil	/	273 m ²		
Réception	01	18 m ²		
Service	01	13 m ²		
Cafétéria	01	80 m ²	Stockage : 28 m ²	
Break out room	/	42 m ²		
Espace de nettoyage	01	42 m ²		
Salle de conférence	01	82 m ²		
Bureaux de chercheuses	04	518 m ²		
Patio (espace d'échange)	/	270 m ²		
Bibliothèque	01	Salle de lecture : 130 m ²	Rayonnage : 70 m ²	
Infirmierie	01	40 m ²		
Exposition temporaire	01	332 m ²		
Espace expérimentation	03	570 m ²		
Dépôt	01	100 m ²		
Locale technique	01	100 m ²		
Laboratoire de soufflerie	01	235 m ²		
Laboratoire artificiel	01	36 m ²		
Laboratoire acoustique	01	53 m ²		
Laboratoire de structure et matériaux	01	235 m ²		
Salle de repos	01	60 m ²		
Sanitaire	05	130 m ²		
Douche	01	22 m ²		
		Circulation	514m ²	9.8 %
		Surface total	3993 m ²	
		Surface d'étage	5258 m ²	

Tableau des surfaces Plan R+1 :

Espace	N	Surfaces	
Exposition	01	530 m ²	
Bureaux de chercheuses	01	131 m ²	
Salle de réunion	01	80 m ²	
Bibliothèque	01	Salle de lecture : 130 m ²	
Laboratoire académique	04	Unitaire : 75 m ²	300 m ²
Laboratoire MDF	01	235 m ²	
Laboratoire de structure et matériaux	01	100 m ²	
Laboratoire de géotechnique	01	110 m ²	
Salle de repos	01	60 m ²	
Sanitaire	04	119 m ²	
Serre	02	165 m ²	
		Circulation	786 m ² 17.5 %
		Surface Total	2746 m ²
		Surface d'étage	4487 m ²

R+2

Espace	N	Surface	
Exposition	01	387 m ²	
Réception	01	15 m ²	
Bureau de directeur	01	38 m ²	
Secrétariat	01	37 m ²	
Salle de réunion	01	90 m ²	
Bureau de serveur	01	30 m ²	
Bureau de maintenance	01	16 m ²	
Bureau de comptable	01	16 m ²	
Bureau de nettoyage	01	16 m ²	
Laboratoire académique	04	Unitaire : 75 m ²	300 m ²
Laboratoire d'urbanisme	01	115 m ²	
Laboratoire de fabrication	01	100 m ²	
Laboratoire énergétique	01	130 m ²	
Laboratoire bioclimatique et paysage	01	130 m ²	
Laboratoire géomatique	01	100 m ²	
Stockage	01	270 m ²	
Sanitaire	03	89 m ²	
		Circulation	732 m ² 16.9%
		Surface Total	2224 m ²
		Surface d'étage	4344m ²

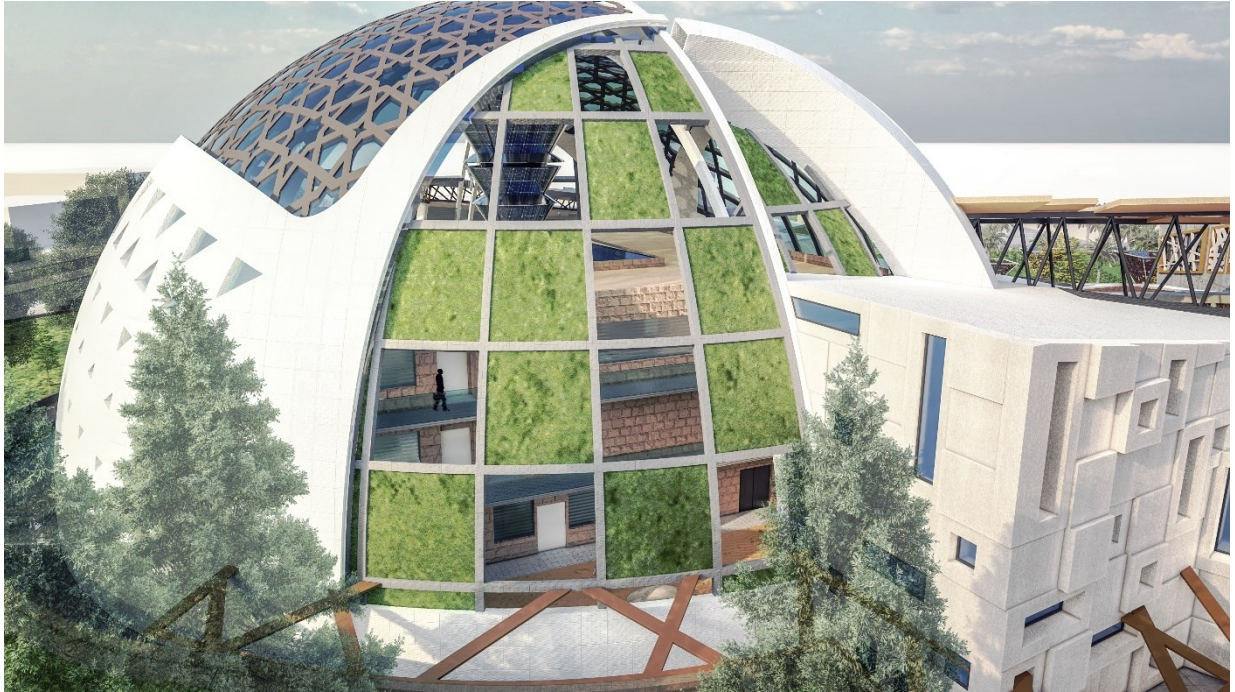
R+3

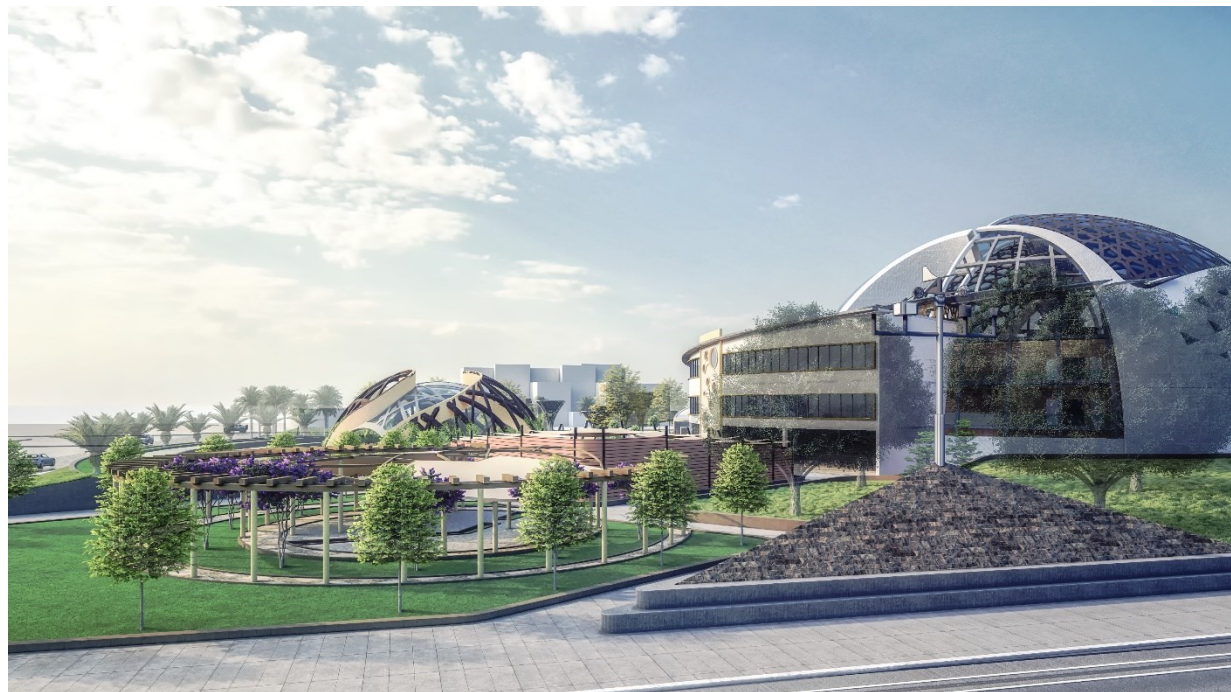
Espace	N	Surface
Terrasse	01	135 m ²

Vues 3D :

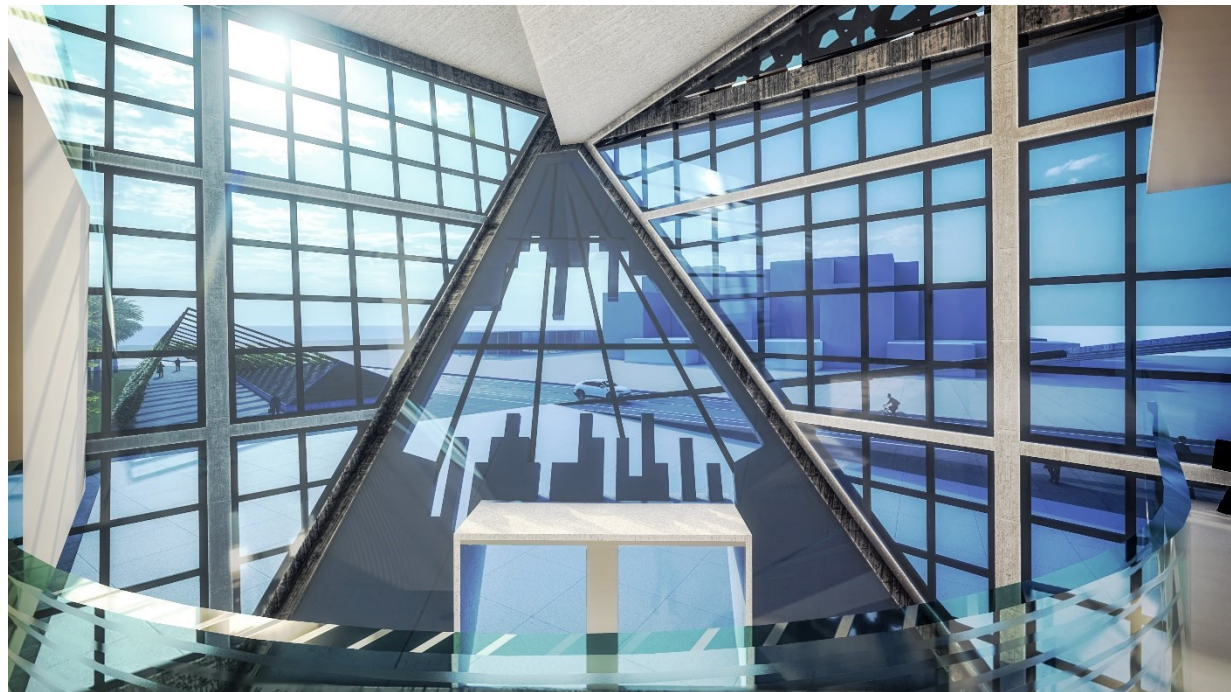








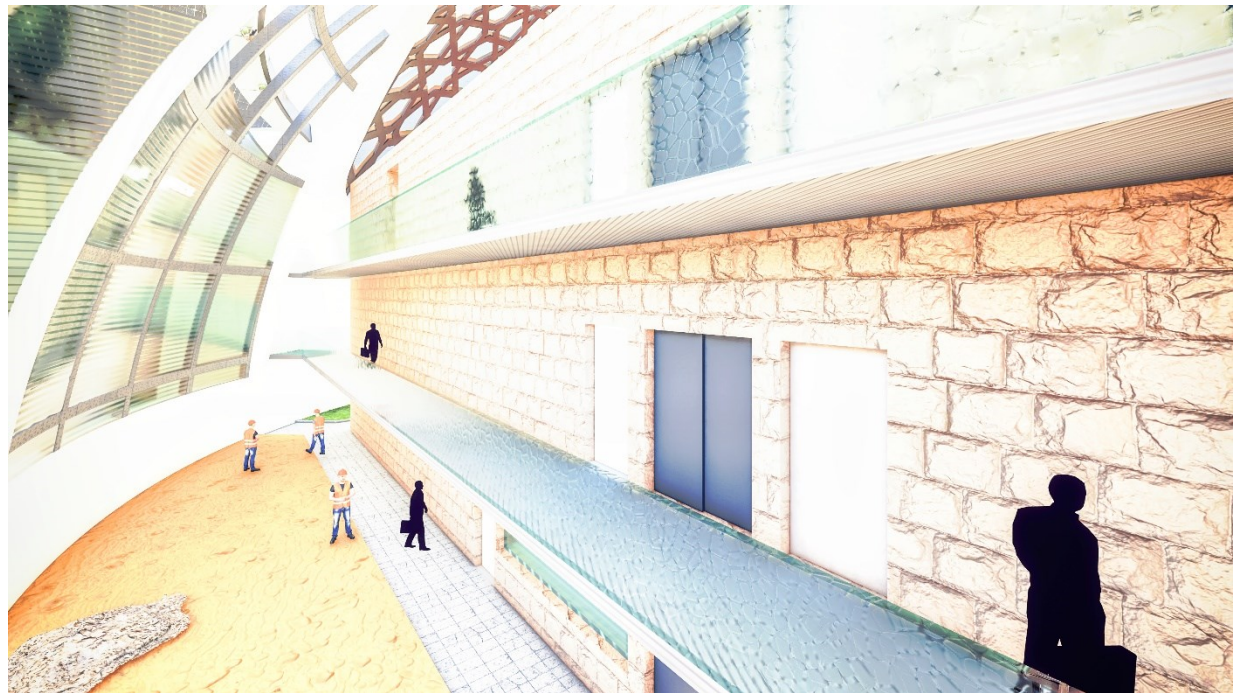
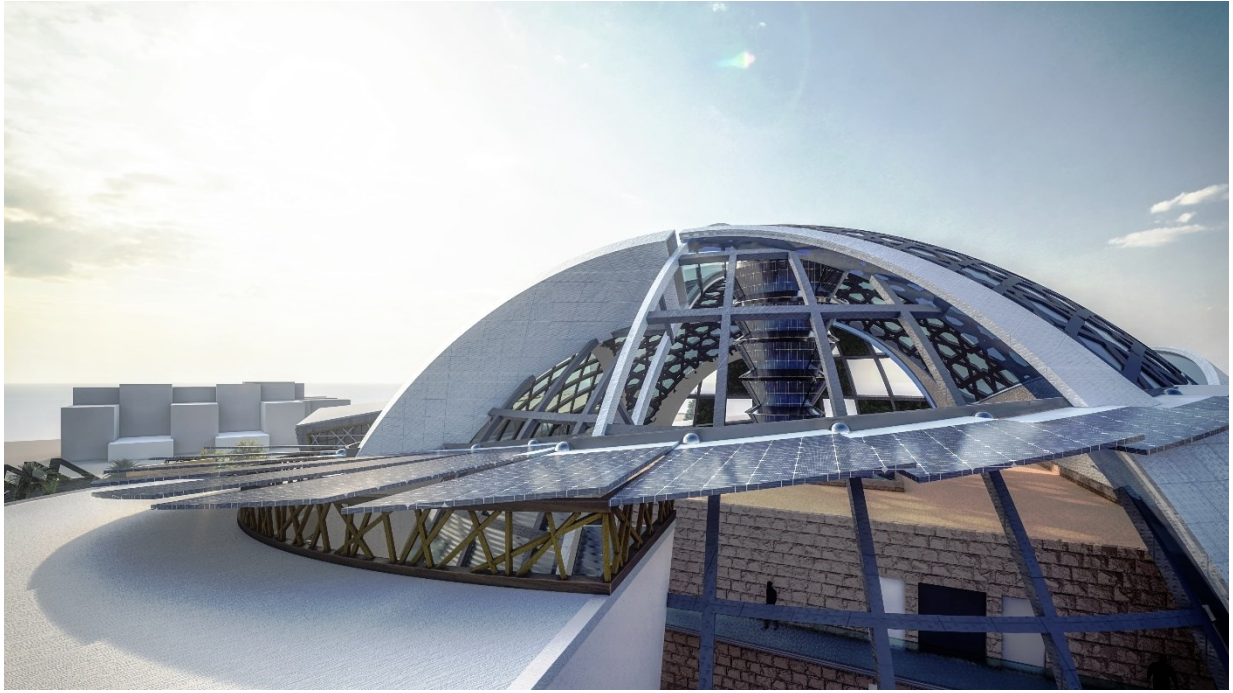








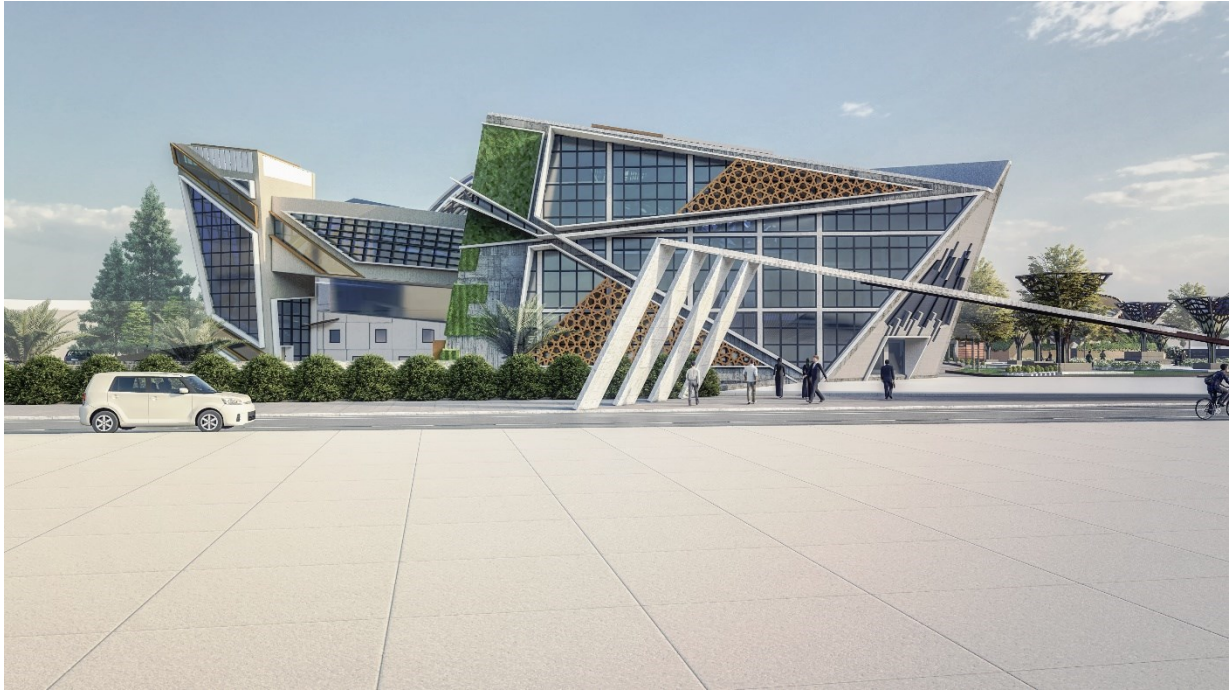






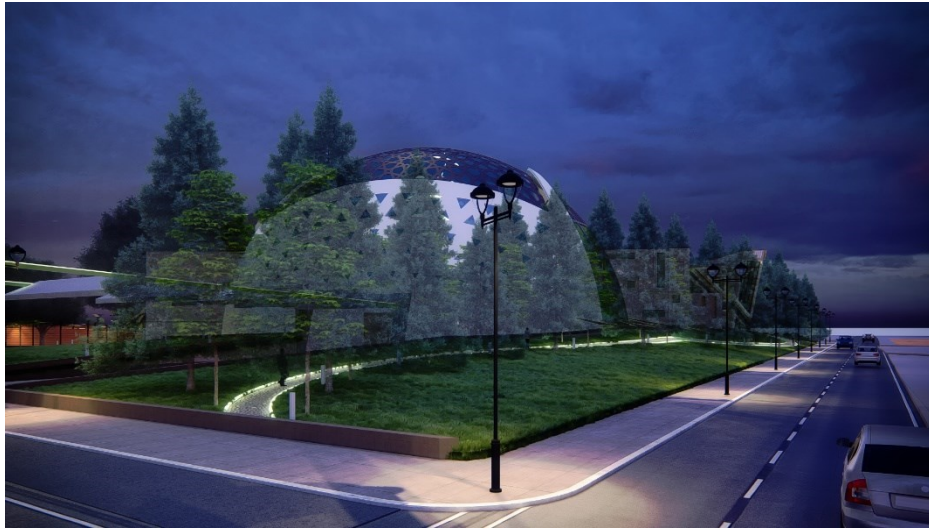










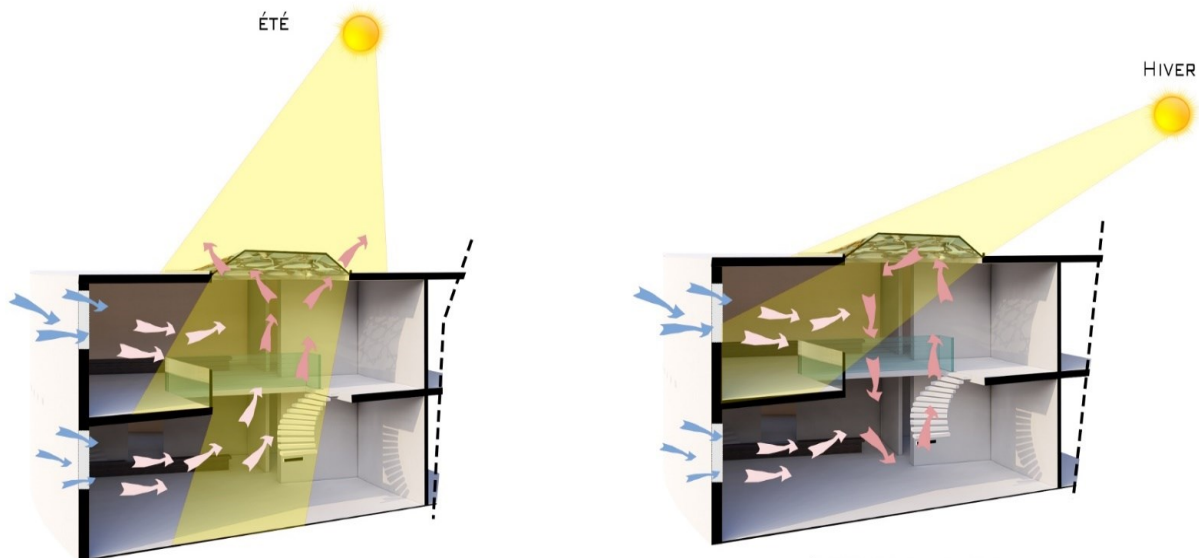


Atrium :

- ✓ La salle de lecture de la bibliothèque ou la lumière naturelle pénètre au centre grâce à l'atrium (éclairage zénithal), et aussi utilise pour l'entité d'accueil, exposition et administration.
- ✓ Pour assurer l'aération naturelle

Cette technique joue deux rôles : (comme montré à la figure)

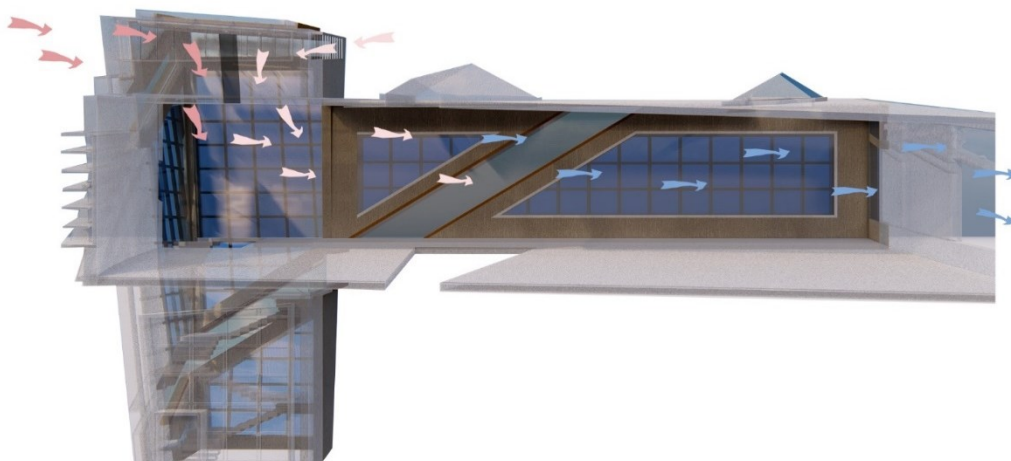
- En été comme cheminé solaire.
- En hiver comme serre.



Tour à vent :

Le pilonne abrite l'espace de circulation (escalier) joue trois rôles :

- ✓ Un élément porteur pour l'exposition.
- ✓ Rafraichissement passif (tour à vent).
- ✓ Espace de circulation vertical.

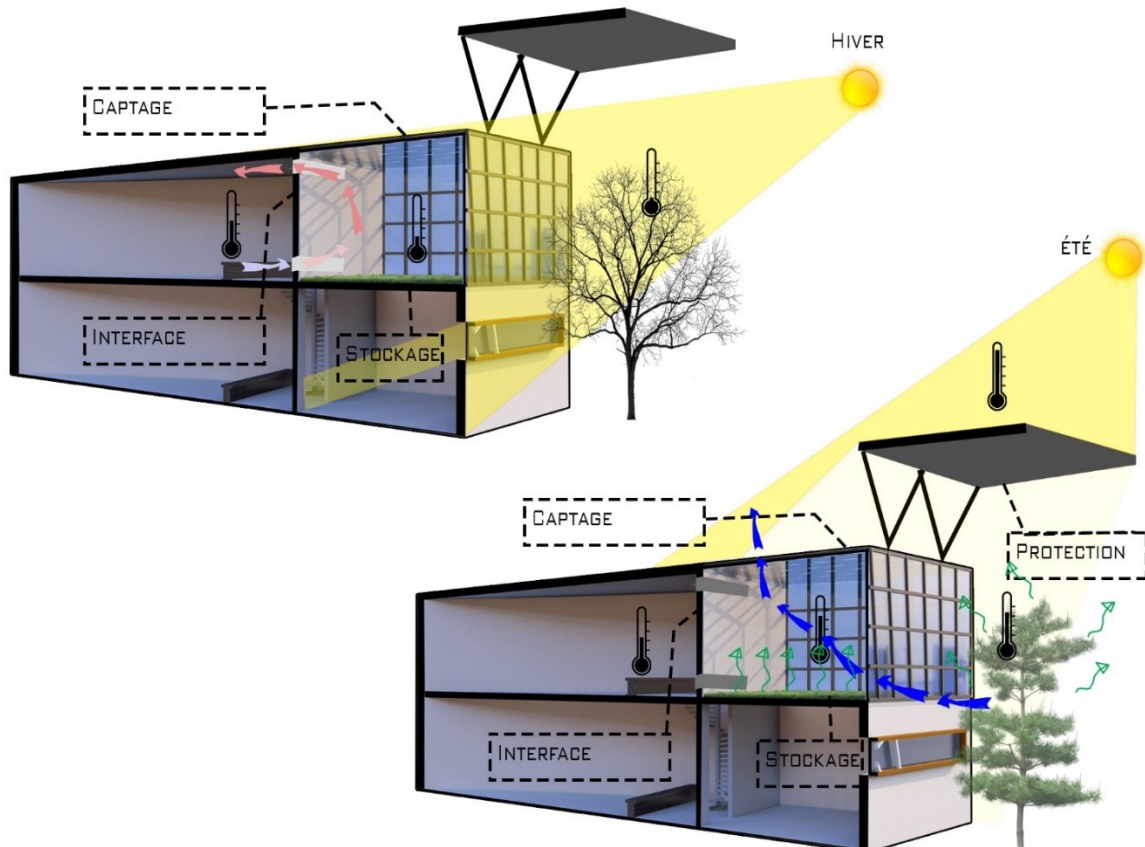


La serre :

Les espaces dans les bureaux chercheurs et bibliothèque favorise le captage du rayonnement solaire, ce rayonnement est transformé en chaleur par effet de serre, cette serre est orientée sud.

- En hiver favorisé le captage.
- Intégration des protections solaire pour minimiser le captage (prise soleil-végétation) pour la période d'été.
- La végétation pour le rafraîchissement de l'air en été.

Comme montré la figure



Double enveloppe :

La géode englobe le cube qui abrite l'entité principale de projet (entité de recherche)

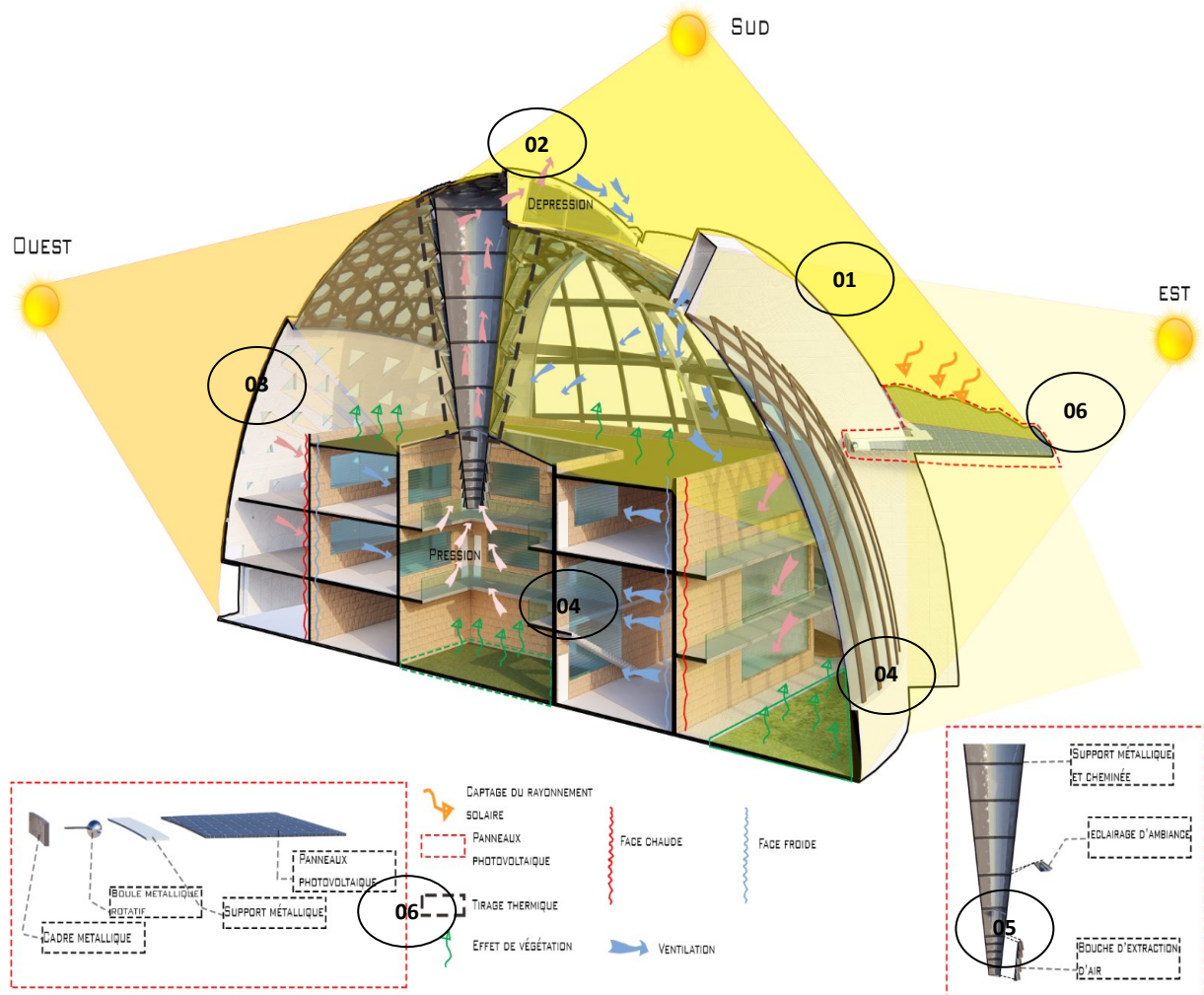
Pour améliorer le niveau de confort thermique et visuel aux mêmes temps nous avons :

- ✓ Perforée la géode dans les deux cotée SUD et NORD pour éviter effet de serre.
- ✓ Pour la ventilation naturelle :
 - Deux gaines bien intégrées avec la forme de géode (Pression / dépression). (1)
 - Un élément central ouvert pour le tirage thermique. (2)
 - Des végétations pour rafraîchie l'aire. (4)

- ✓ Augmentée l'opacité de la membrane de la géode du côté ouest pour éviter l'effet d'éblouissement. (3)

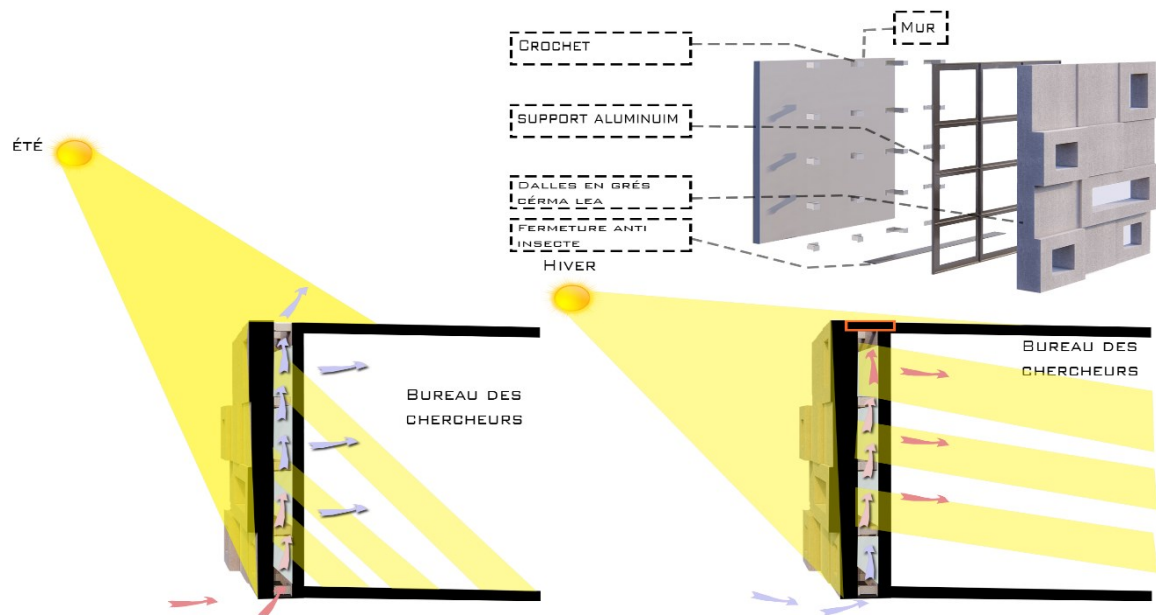
Pour la production d'énergie :

- ✓ Une aile en PV d'une surface 340 m^2 à axe de rotation horizontal afin de capter le maximum de rayonnement solaire. (6)



Façade ventilée :

Une façade ventilée est un système de construction qui est largement utilisé par les architectes et les constructeurs, pour sa haute qualité, pour ses possibilités esthétiques, ponts thermiques minimaux grâce à des systèmes de fixation optimisés, et pour ses avantages incontestés dans l'isolation thermique et acoustique.

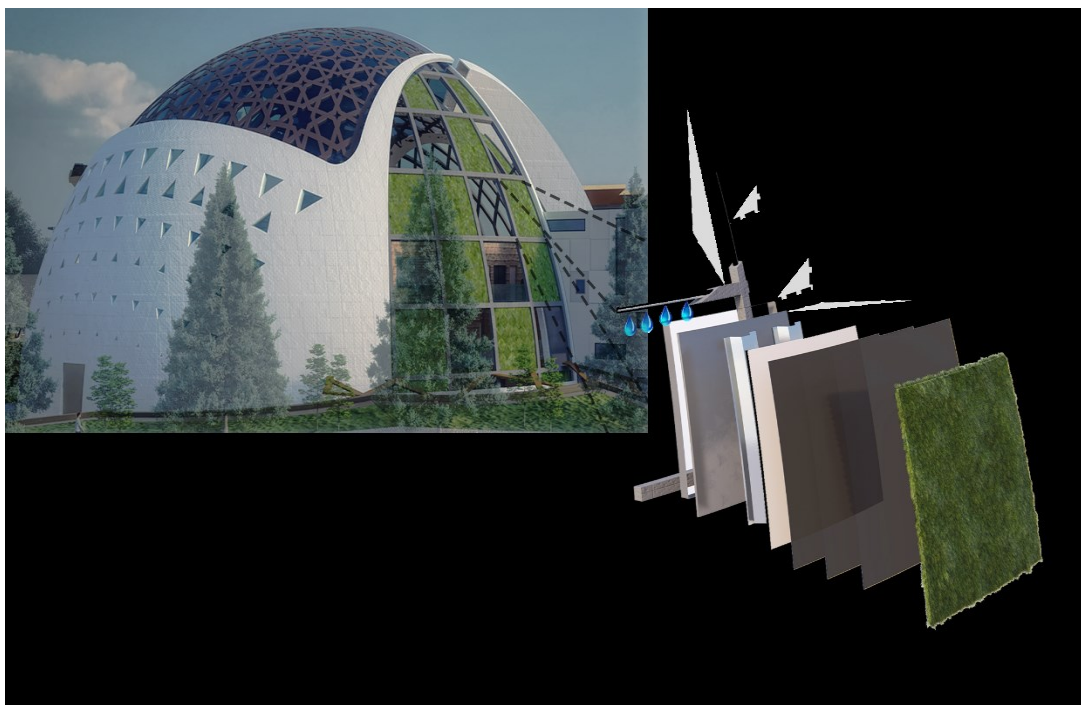


Façade végétalisée (mur vivant) :

La végétalisation des façades fait référence à des jardins ou écosystèmes verticaux, plus ou moins artificiels, conçus comme éléments esthétiques de décor, œuvres d'art ou éléments d'écologie urbaine.

Il est utilisé dans le côté sud et sud-ouest pour :

- ✓ Rafraîchissement des espaces intérieurs.
- ✓ Création de micro climat.



Les Murs végétalisés (brise-vent) :

L'efficacité du brise-vent dépend essentiellement de plusieurs paramètres :

l'orientation, la perméabilité, la hauteur, la longueur et l'homogénéité de sa structure.

L'orientation des brise-vent est le premier facteur à prendre en considération, l'alignement des arbres doit être perpendiculaire aux vents dominants la réussite du brise vent repose sur une composition d'espèces végétales locales, qui poussent et se développent sans aucune contrainte majeure dans la région.

Les brise-vents performants doivent être composés de plusieurs niveaux :

- ✓ Arbres à haut jet.
- ✓ Arbres en cépée ou arbres intermédiaires qui peuvent être des grands arbustes.
- ✓ Arbustes buissonnants.

Chaque catégorie d'espèces joue un rôle précis dans ce type de brise-vent.

Les arbres à haut jet, constitués d'un tronc sans branchage sur une longueur variant de 3 à 4m et d'un

houppier composé de branchage de 12 à 20 mètres selon les espèces. Le tronc fournit du bois et le houppier assure la protection haute.

Arbres à moyens jet ou des grands arbustes qui sont des arbres intermédiaires ou cépées protègent la partie intermédiaire du brise-vent et fournissent du bois, des fruits et peuvent être mellifères.

Quant aux arbustes, ils jouent le rôle de bourrage à la base du brise-vent. On identifie plusieurs formes : en boule, touffue, branchages étalés.

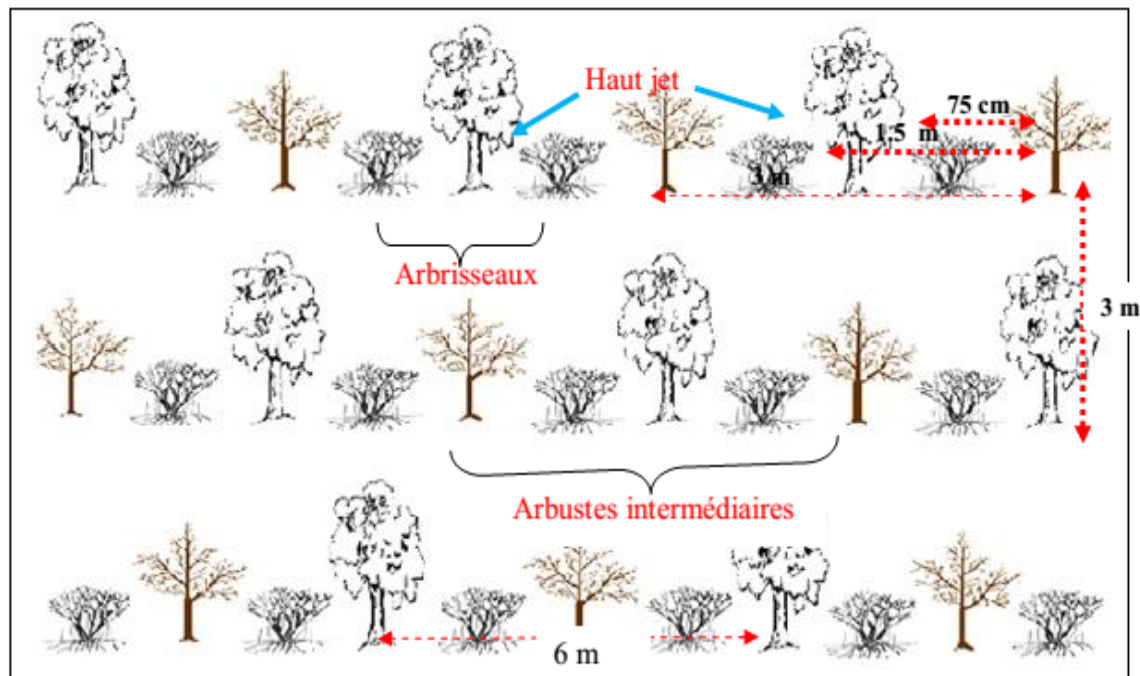
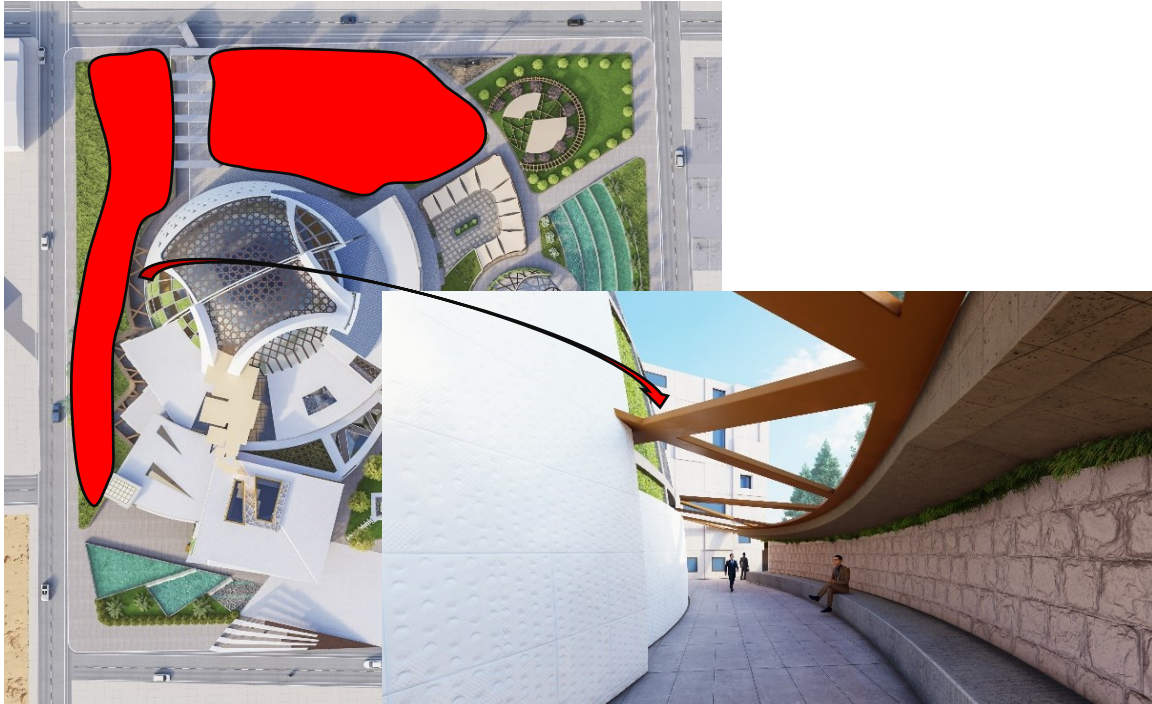


Schéma 1 : Modèle de disposition d'un brise-vent composite à base de trois espèces (haut jet – arbre intermédiaire- arbuste/arbrisseau)

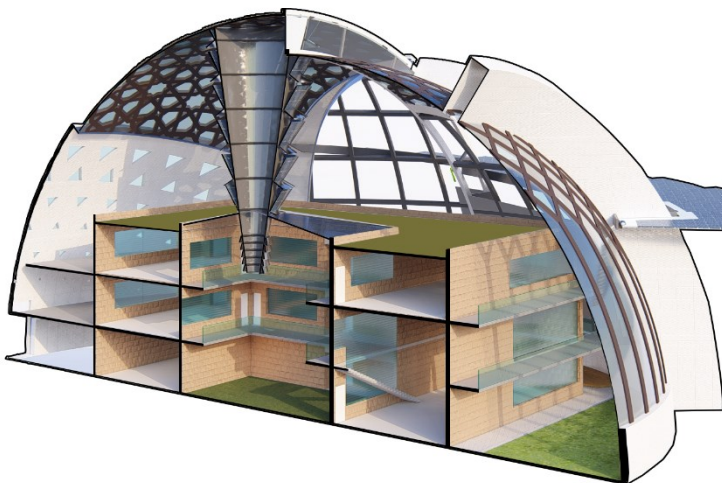
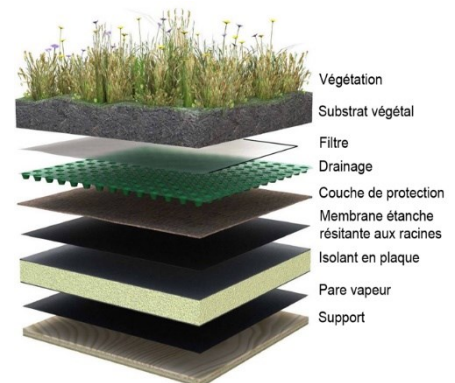
- ✓ Dans notre cas on a changé les arbustes par la création d'une pente qui joue un rôle des arbustes et protection des galeries extérieures.



Toiture végétalisée :

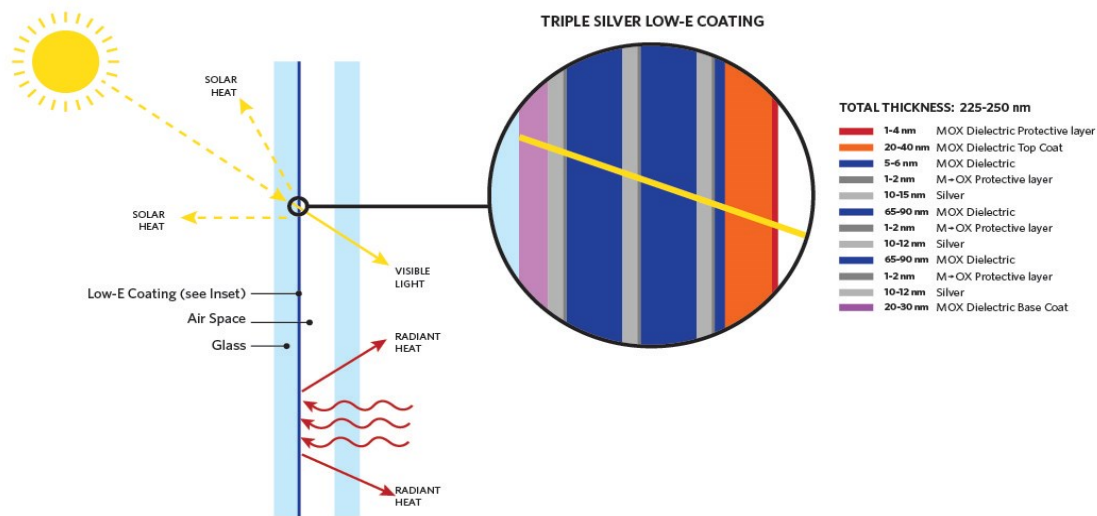
Couvrir la toiture par la végétation qui améliorer le confort thermique à travers l'augmentation de l'inertie thermique du bâtiment et le déphasage thermique entre l'intérieur et l'extérieur, assuré le confort acoustique et l'humidification de l'air.

Cette toiture utilise dans le bloc abrite l'entité de la recherche.



Vitrage basse émissivité :

Pour profit de l'éclairage naturel et limite les rapports de chaleur externe on choisit le type de vitrage : Double vitrage isolant avec un « traitement basse émissivité » (BE).



Système constructive :

Le système constructif de notre projet est choisi par :

- ✓ La forme et la fonction.
- ✓ Pour mettre le projet lui-même un

Infrastructure

Les fondations :

- ✓ Pour la fondation on utilise les semelles isolées.

Choix de la structure

Elle permet d'assurer à la construction son indéformabilité, donc sa solidité et sa stabilité. Dans le choix du système structurel des laboratoires de recherche, nous devons nous assurer qu'il répond en premier lieu à des critères particulièrement stricts de résistance et de pérennité. De ce fait nous avons choisi deux types de structures : une structure en béton armé ; et la structure métallique.

Système constructif

La superstructure

- ✓ Pour l'entité de la recherche : une structure métallique en poteaux-poutre, avec mur porteurs en pierre, et pour les dalles on utilise les planchers mixtes.
- ✓ L'entité d'exposition (la forme inclinée) : utilisation d'une structure métallique poteaux-poutre, avec planchers isolant et léger OP-DECK.
- ✓ L'entité d'accueil, exposition et administration (le cube incliné d'accueil), l'entité académique et des chercheurs : structure en béton armée poteaux poutre, avec la toiture en plancher OP-DECK et les planchers entre niveau en corps-creux.
- ✓ La géode : en structure tridimensionnelle.

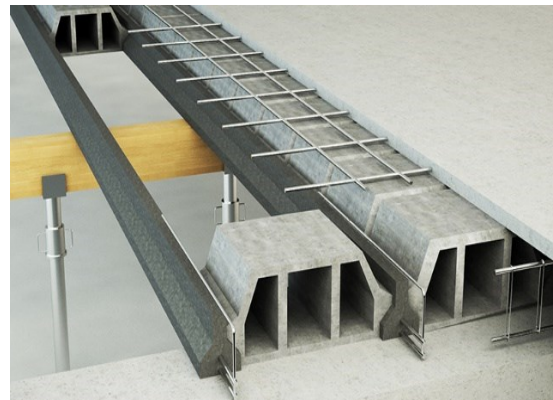
- ✓ Le pilonne : structure en voile béton armée.

Les planchers :

Plancher corps-creux : Ce sont des planchers appropriés pour les constructions d'habitation et de commerce. Les hourdis peuvent prendre différentes formes et être fabriqués en différents matériaux.

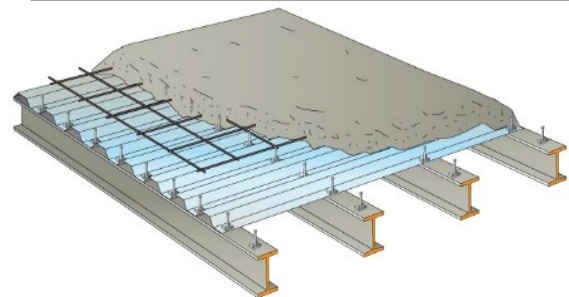
Ses avantages :

- ✓ Mise en œuvre facile, pas de coffrage, - Ne nécessite pas de gros engin de levage.
- ✓ Isolation thermique améliorée, - Le plancher est relativement léger.
- ✓ Idéal pour la confection des vides sanitaires.



Plancher corps-creux.

Plancher Mixte : Une tôle bac en acier est placée dans la zone tendue des planchers et collabore avec le béton par l'intermédiaire de connecteurs (plots) pour reprendre les efforts de traction. Utilisable pour des portées allant jusqu'à 18 mètres.



Plancher mixte.

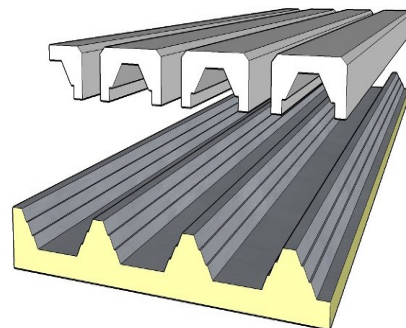
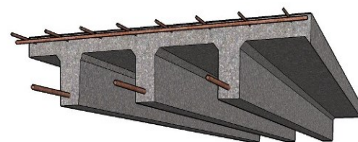
Ses avantages :

- ✓ Ce plancher est surtout utilisé pour les constructions métalliques.
- ✓ Rapidité de pose, - Réception de tout revêtement de sol ou d'étanchéité.
- ✓ Passage de gaine.

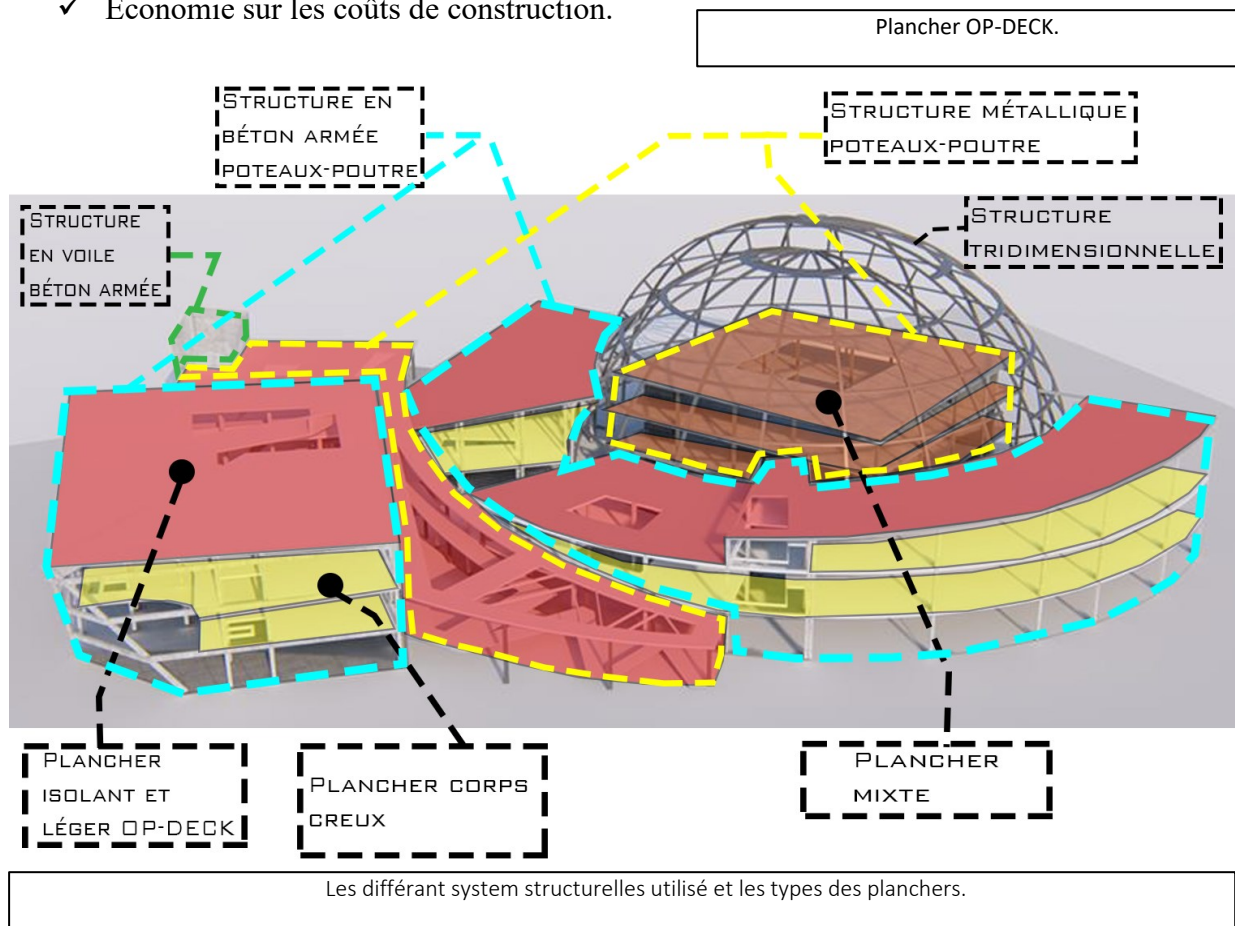
Plancher OP-DECK : Ce système repose sur un travail traditionnel du béton, mais avec une conception optimale et une grande flexibilité de montage.

Ses avantages :

- ✓ Épaisseur du plancher fini à partir de 250 mm.
- ✓ Faible poids (à partir de 190 kg/m²).
- ✓ Portée libre jusqu'à 10 m1.
- ✓ Lourde charge autorisée.
- ✓ Portance accrue pour les charges concentrées.
- ✓ Système flexible.
- ✓ Résistance au feu ≥ 60 minutes.
- ✓ Plancher isolant ($R_c > 4$ [m². K/W]).
- ✓ Montage sans seuil (max. 5,5 m1).
- ✓ Montage simple et rapide.



✓ Économie sur les coûts de construction.



Les joints :

Pour le bâtiment les deux types de joints sont utilisés, entre les blocs les joints de ruptures sont utilisés à cause de différence entre gabarit, forme et type de structure, pour les joints de

dilatation utilise dans l'entité académique et de la recherche à cause de la distance du bloc supérieur à 25m.

Les joints de rupture en rouge et les joints de dilatation en bleu.



Position des joints dans plan de RDC.

Eclairage

Eclairage solaire :

L'éclairage solaire peut être défini ainsi : Ensemble d'appareils qui distribuent une lumière artificielle qui repose sur l'utilisation du rayonnement et de l'énergie du soleil par des capteurs Solaires.

Eclairage électrique :

Dispositif permettant d'émettre de la lumière grâce à la conversion d'électricité en lumière, permettant de s'éclairer sans avoir recours à la lumière naturelle. Ce dispositif doit être le plus économique que possible, pour cela certain type de lampes doivent être utilisées tel que :

Encastré fluorescent avec lentilles paraboliques ou prismatique, utilisé pour les laboratoires, les bureaux et la bibliothèque.



Luminaire en éclairage solaire. Source : Auteur.



Éclairage encastré fluorescent avec lentilles parabolique.

Strip fluorescent pour l'espace de stockage et pour les locaux techniques Fluorescent industriel.



strip fluorescent.

Pour les salles informatiques un éclairage de type encastré parabolique ou fluorescent indirect.



: éclairage encastrée parabolique.

Les spots d'éclairage pour les sanitaires, pour les corridors un éclairage semblable aux zones environnantes.



Spots d'éclairage.

Les lampes LED, ayant comme avantages une durée de vie très importante (jusqu'à 100 000h), une faible consommation ainsi qu'une durée d'allumage rapide.

L'éclairage électrique est assuré par des détecteurs de mouvements et des lampes indique selon l'éclairement naturel pour minimiser la consommation des lampes.



Gestion d'éclairage.

Eclairage de sécurité :

Des installations d'éclairage de secours se trouvent pratiquement partout, elles sont généralement discrètes et effacées et pourtant omniprésentes, on les trouve dans les parkings en sous-sol, sur les lieux de travail.

L'éclairage est prévu dans l'ensemble des espaces publics, des espaces de circulations et des laboratoires, en cas de danger ou de panne il permet

- ✓ La signalisation des incendies.
- ✓ L'éclairage de signalisation des issues de secours.
- ✓ Eclairage de circulation et la reconnaissance des obstacles.

Chauffage et climatisation :



Exemple d'emplacement d'éclairage de sécurité.

Laghouat est caractérisée par son climat chaud et sec, alors le confort thermique en été est un élément essentiel, on essaye d'assurer par des systèmes passifs et même actifs (ventilation mécanique, ventilation naturelle, ventilation nocturne), sans oublier de prendre en considération le chauffage qui est nécessaire en hiver pour une bonne qualité de confort thermique en hiver, et pour assurer le chauffage en hiver on a choisi le chauffage central ainsi la climatisation centrale pour le confort d'été.

L 'électricité :

Une partie du besoin en électricité est assurée par les panneaux photovoltaïques et une autre par l'énergie électrique produite à partir du gaz sorti du centre d'enfouissement.

Surveillance et contrôle :

On prévoit un local de contrôle informatisé à l'entrée mécanique servant aussi pour loge de gardien, assurant la surveillance et le contrôle de tout le bâtiment, donc la détection de notre projet sera équipée de :

- ✓ Détecteurs thermo vélocimétrique
- ✓ Détecteur de fumée
- ✓ Détecteur de monoxyde de carbone
- ✓ Centrale incendie
- ✓ Alarme incendie



Les circulations verticales :

Les escaliers : Les escaliers de notre projet sont en béton armé et ils sont chaînés aux éléments qui les portent.

Les ascenseurs : sont dessinés pour les établissements recevant le grand public. (Leurs poids sont de 630Kg, 8 personnes, cabinet 1200X1400mm, vitesse 1m/s), Les montes charge : Nous avons choisi des monte-charges hydrauliques qui pouvant atteindre une charge de 1000 kg et une vitesse moyenne de 0.32m / s.

Exemple d'équipement de détection anti-incendie.