



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTÉ : Génie civil et d'Architecture

DÉPARTEMENT : D'Architecture

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par :

BENZAÏT HADJER

DOMAINE : Architecture, Urbanisme & Métiers de la Ville

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE

Thème

Intégration des matériaux innovants et leur impact sur la performance énergétique dans la conception d'un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
BOUKHEKHAL	M.C. A	Président
ABOUBAKER		
BAALI SAIDA	M.A. A	Examinatrice
Mr DEHINA KARIM	M.C. B	Co-Rapporteur
BENCHEIKH HAMIDA	PR	Rapporteur

Remerciement

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

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

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

Un Grand Merci à mon Encadreur

Professeur BENCHÉIKH HAMIDA pour ses connaissances, son accompagnement, tout au long de mon travail et ses précieux conseils qui m'ont été d'une aide inouïe. Et à mon Co- encadreur Monsieur DEHINA Karim pour leurs précieuses informations et conseils, leurs orientations, leurs aides et leurs patiences non seulement dans l'élaboration de ce travail mais durant tout mon cursus universitaire.

Je voudrai exprimer mes profondes gratitudes à chère doctorante Mlle. BENCHÉIKH DARDA pour l'aide compétente qu'il m'a apporté, pour sa patience et son encouragement. Son œil critique m'a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections.

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

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

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à nos familles et à nos amis par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles. et toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail Et pour finir nous remercions encore et encore ALLAH, qui nous a permis de réaliser ce rêve, d'être des architectes.

Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant, qui trace le chemin de ma vie

*J'ai pu arriver à réaliser ce modeste travail que Je dédie Aux
êtres les plus chers, A la lumière de ma vie, mes chers parents,
exemple de courage et de sérieux qui m'ont tout donné pour me
permettre de réaliser mes rêves.*

*En ces quelques mots, je leurs exprime tout mon amour et
mon respect pour tout ce qu'ils m'ont offert comme soutien,
encouragement et aide. Je leurs souhaite une bonne santé,
que Dieu me les garde.*

*A mes chères adorables tantes et leurs maris ; FOUZIA, ZAHIA,
KHADIDJA Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à
mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse
atteindre mes objectifs.*

A ma chère grand-Mère,

Qui je souhaite une bonne santé.

A mes petites formidables sœurs : NESRINE - FARAH

J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail aussi à :

A mes Sœurs De Vie ; YOUSRA -ASSIA - ARCHITECTE : ABIR

Architecte Fatima.....

A ma chère amies ; Z.NESRINE - CHAIMA ABIZA- ...

A tous ceux qui nous sont chers, nous leurs dédions ce

Modeste travail

Promotion : 2021



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : Génie civil et architecture

DEPARTEMENT : Architecture.

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture.

Filière : Architecture et Urbanisme et Métiers De La Ville.

Option : Architecture et Environnement et Technologie.

Thème : Intégration des matériaux innovants et leur impact sur la performance énergétique dans la conception d'un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses.

Présenté par :

- **BENZAÏT HADJER.**

Encadreur :

- **BEN CHEIKH HAMIDA.**

Co-encadreur :

- **DEHINA KARIM**

Résumé :

Cette étude consiste à la mise en œuvre d'un centre de recherche sur l'amélioration de l'immunité et lutte contre les maladies infectieuses dans le cadre de la santé et recherche scientifique au sien de la ville de Laghouat, focalisant sur la dimension environnementale et aux exigences spécifiques pour un bon fonctionnement du laboratoire de recherches , en suivant également une démarche conceptuelle logique, sécurisé et une bonne stratégie afin d'exploiter un ensemble de possibilités sur le champ climatique en prenant en charge

l'application des systèmes passifs et actifs adéquats. Le projet s'inscrit dans un milieu scientifique (nouveau pôle universitaire) afin de créer un complexe avec une vocation scientifique.

Cet équipement sanitaire et scientifique répond aux critères de la durabilité afin d'offrir une meilleure intégralité dans son environnement et avoir les différents critères de confort vers une création d'un milieu de recherche convenable pour les usagers. A travers l'intégration des matériaux innovants appropriés dans un climat chaud et aride dans la ville de Laghouat et l'étude de leur effet sur la performance énergétique. Se basant sur des simulations numériques par le logiciel Energy Plus pour évaluer le degré de confort thermique au sein des espaces choisis, afin de trouver les solutions nécessaires à la conception durable du projet.

Mot clés :

un centre de recherche, les maladies infectieuses, conception durable, recherche scientifique, équipement sanitaire, Laghouat, matériaux innovants, confort thermique, EnergyPlus.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة عمار ثليجي – الأغواط

كلية: الهندسة المدنية والهندسة المعمارية.

قسم: الهندسة المعمارية.

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: العمارة وتخطيط المدن وتداولات المدينة.

الشعبة: هندسة معمارية.

التخصص: هندسة معمارية وبيئة.

عنوان المذكرة: دمج المواد المبتكرة وتأثيرها على أداء الطاقة في تصميم مركز أبحاث وطني لتحسين المناعة ومكافحة الأمراض المعدية.

تقديم الطالبة:

• بن زايط هاجر.

الأستاذ المؤطر:

• بن الشيخ احميدة.

الأستاذ المساعد :

• دهينة كريم

ملخص المذكرة:

تم من خلال هذه الدراسة انجاز مركز أبحاث لتحسين المناعة ومكافحة الأمراض المعدية في إطار البحث الصحي والعلمي في مدينة الأغواط، مع التركيز على البعد البيئي والمتطلبات المحددة لأداء وظيفي مناسب ، يتبع أيضًا نهجًا مفاهيميًا منطقيًا وأمنًا واستراتيجية جيدة من أجل استغلال جميع الإمكانيات المناخية من خلال تطبيق الأنظمة التي تقلل من استهلاك الطاقة. المشروع يتموقع في علمية (قطب جامعي جديد) يسمح بإنجاز مركب علمي. يجيب هذا المركز الصحي العلمي على مفاهيم الاستدامة المطبقة فيه لتقديم تكامل أفضل للمشروع في بيئتها والحصول على معايير الراحة المختلفة لجميع مستعمليه. بدمج مواد مبتكرة مناسبة في مناخ حار وجاف في مدينة الأغواط ودراسة تأثيرها على أداء الطاقة. استنادًا إلى المحاكاة الرقمية بواسطة برنامج EnergyPlus لتقييم درجة الراحة الحرارية داخل المساحات المختارة، من أجل إيجاد الحلول اللازمة وتحسين التصميم المستدام للمشروع.

الكلمات المفتاحية:

مركز بحث، الأمراض المعدية، تصميم مستدام، بحث علمي، معدات صحية، الأغواط، مواد مبتكرة، راحة حرارية، محاكاة

برنامج EnergyPlus.

TABLE DES MATIERES

1. REMERCIEMENT:	II
2. DEDICAS :	V
3. RESUMES	VI
4. TABLE DES MATIERES.....	VII
5. LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	XIV
6. LISTE DES TABLEAU.....	XVIII
<i>Introduction Générale :</i>	1
<i>Introduction:</i>	2
II. Problématique :	3
III. Hypothèses :	3
IV. Méthodologie de la recherche :	3
V. Structure du mémoire :	4
<i>Chapitre I : Recherche thématique :</i>	5
<i>Introduction :</i>	6
II. Définition des concepts :	6
II.1. Architecture durable :	6
II.2. Architecture verte :	6
II.3. Architecture écologique :	6
II.4. Architecture bioclimatique:	7
II.5. La haute qualité environnementale HQE :	7
II.6. Bâtiment passive:	7
II.7. Bâtiment BBC:	8
II.8. Bâtiment a énergie positive:	8
III. Climat désertique :	9
III.1. Les concepts de l'architecture et environnement appliqués dans un climat désertique chaud :	10
IV. Matériau innovant :	12
a) Les critères :	12
b) Domaine d'application :	13
V. Le centre national de recherche sur l'amélioration d'immunité et lutte contre les maladies infectieuses :	13
V.1. La recherche:	13
V.2. La recherche scientifique :	13
V.3. Centre de recherche:	14
V.4. Laboratoire:	14

V.5. <i>Laboratoire de recherche:</i>	14
V.6. <i>Centre national de recherche en infectiologie:</i>	14
VI. <i>La santé :</i>	14
VII. <i>Les maladies infectieuses :</i>	14
VII.1. <i>L'immunologie :</i>	14
VII.2. <i>Epidémiologie :</i>	15
VIII. <i>Aperçu historique sur les centres en infectiologie :</i>	15
IX. <i>Les types de laboratoires dans un centre en infectiologie :</i>	18
IX.1. <i>Le laboratoire de Cytologie :</i>	18
IX.2. <i>Le laboratoire d'Hématologie :</i>	18
IX.3. <i>Le laboratoire de Microbiologie :</i>	18
IX.4. <i>Le laboratoire de Pathologie :</i>	19
IX.5. <i>Le laboratoire de Bactériologie médicale :</i>	19
IX.6. <i>Le laboratoire de Virologie médicale :</i>	19
IX.7. <i>Le laboratoire de Microbiologie moléculaire :</i>	19
IX.8. <i>Le laboratoire de cytogénétique :</i>	19
VI. <i>ANALYSE DES EXEMPLES :</i>	20
1) <i>Les critères de choix d'exemples :</i>	20
A. <i>1er exemple : Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg</i>	20
1) <i>Fiche technique :</i>	20
2) <i>Présentation :</i>	21
3) <i>Situation :</i>	21
4) <i>Étude contextuelle :</i>	22
a. <i>Accessibilité :</i>	22
b. <i>Les gabarits :</i>	22
c. <i>L'implantation :</i>	22
d. <i>Volumétrie :</i>	23
e. <i>L'orientation :</i>	23
5) <i>Etude fonctionnelle :</i>	24
a. <i>Niveau Rez Bas :</i>	24
b. <i>Niveau rez haut :</i>	25
c. <i>1er Niveau :</i>	26
d. <i>Plan courant 2eme Niveau :</i>	26
6) <i>Analyse de technique :</i>	27
a. <i>Type de structure : Structure en béton armé avec une verrière repose sur une.....</i>	27
b. <i>L'enveloppe du bâtiment :</i>	28
c. <i>Système de ventilation :</i>	29

B.	2em exemple Centre Zayed pour la recherche sur les maladies rares chez les enfants.	
	31	
1)	Fiche technique :	31
2)	Présentation :	32
3)	Situation :	32
4)	Étude contextuelle :	32
a.	Accessibilité :	32
b.	Les gabarits :	33
c.	Les limites :	33
5)	Etude fonctionnelle :	34
a.	Les Rez de haut :	36
b.	Les Rez de bas :	37
c.	Niveau 01 :	38
d.	Niveau 02 :	39
e.	Niveau 03 :	39
f.	Niveau 04 :	40
g.	Hiérarchisation verticale :	42
6)	Analyse de façade :	43
a.	La fixation de mur rideau et panneau :	
	Des lames de terre cuite encadrent et ombragent les fenêtres.	44
b.	Système constructif et matériaux :	44
	Synthèse thématique :	46
	Chapitre II : Analyse Contextuelle :	48
	Introduction :	49
II.	Présentation de la ville de Laghouat :	49
II.1.	Situation géographique :	49
II.2.	Situation astronomique :	49
II.3.	Situation administrative :	49
II.4.	L'accessibilité :	49
II.5.	Les données climatiques :	50
1)	La Température :	50
2)	La précipitation et l'humidité relative :	50
3)	Les vents :	51
4)	Rayonnement solaire : l'insolation en heure :	51
5)	Type de ciel :	52
6)	Diagramme psychrométrique :	52
II.6.	Architecture et typologie architecturale de cadre bâti la ville de Laghouat :	53

1) Phase précoloniale :	53
2) Phase coloniale :	54
II.7. Equipements d'accompagnements :	54
II.8. Analyses de site :	56
a. Critères de choix de site :	56
b. Présentation du site N°1 :	56
c. Présentation du site N°02 :	57
d. Présentation du site N°03 :	57
e. Tableau comparatif entre les sites :	58
II.9. Présentation de site d'intervention :	59
a. L'accessibilité :	59
b. L'environnement immédiat :	60
c. Les vents et l'ensoleillement :	60
d. La morphologie et la topographie de site :	61
Synthèse :	62
Chapitre III : Recherche Programmatique :	63
Introduction :	64
II. Principe de programmation adopté dans le travail :	64
II.1. Fonctions et Activités :	64
II.2. Les usagers :	64
III. Programme qualitatif :	65
IV.1. Les organigrammes :	76
Synthèse :	77
Chapitre IV : Eutde Conceptuelle :	78
Introduction :	79
II. Les étapes de formalisation de projet :	79
II.1. Rappel des données de site:	79
II.2. Mode d'occupation et zoning :	79
II.3. Processus de la genèse :	80
II.4. L'idée conceptuelle :	81
ETAPE 01 :	82
ETAPE 02 : l'adaptation au programme quantitatif :	82
ETAPE 03 :	83
ETAPE 04 : flexibilité de volumétrie :	83
ETAPE 05 : jeu de volume et surface :	84
III. Plan de masse :	85

IV. Conception des plans intérieurs :	86
IV.1. Principes de base :	86
V. Description et présentation des plans:	86
V.1. Au niveau du RDC :	86
V.2. Au niveau du R+1 :	87
V.3. Au niveau Plan R+2 :	89
V.4. Au niveau Plan R+3 :	90
V. Les façades :	92
Synthèse :	93
Chapitre V : Choix des techniques de constructions et durabilité :	94
Introduction :	95
II. Choix de système structurel :	95
II.1. Motivation de choix de la structure :	95
III. GROS OEUVRES :	95
III.1. L'infrastructure :	95
III.1.1. Les fondations :	95
III.1.2. La superstructure :	96
III.2. Les joints :	97
III.3. Escaliers :	97
IV. Les seconds oeuvres :	97
IV.1. Les cloisons intérieures :	97
IV.2. Les cloisons en maçonnerie :	97
IV.3. Les murs extérieures :	97
IV.4. Mur rideaux :	97
V. Corps d'état secondaire :	98
V.1. Portes :	98
V.2. Système de Climatisation et chauffage :	98
V.3. Électricité :	99
V.4. Plomberie :	99
V.4.1. Réseau eau.....	99
V.4.2. Réseau eau incendie.....	99
V.4.3. Réseau évacuation.....	99
V.5. Assainissement / V.R.D :	99
VI. Confort thermique :	99
VI.1. Forme du projet :	99
VI.2. Les matériaux innovants :	100

VI.2.1. Béton fibré ultra-hautes performances :	100
VI.2.1.1. Les motivations de choix :	100
VI.2.2. Vitrage thermo chrome :	101
VI.3. Photovoltaïque organique :	103
VI.4. Façade double peau ventilée :	104
VI.5. La ventilation naturelle :	105
VI.6. L'isolation :	105
VI.6.1. Polystyrène expansé :	105
VI.6.2. Pienture isolante :	106
VII. Confort visuelle :	106
VII.1. Forme du projet :	106
VII.2. Atrium :	106
VII.3. Eclairage zénithal :	106
VII.4. Eclairage artificiel à basse consommation d'énergie :	106
VII.5. Brises soleil :	107
1. Brises soleil verticaux dynamiques :	107
2. Brises soleil horizontale :	107
VIII. Confort acoustique :	107
VIII.1. L'isolation phonique :	107
IX. Gestion d'eau :	107
X. Gestion de déchets :	108
X.1. Élimination des déchets :	108
XI.1. Système d'extinction :	110
XI.2. Le matériel de première intervention :	110
XI.2.1. Les extincteurs :	110
XI.2.2. Les robinets d'incendie armés (R.I.A.) :	110
XI.2.3. Les bouches et poteaux d'incendie :	110
XI.2.4. Extinction automatique à eau : les sprinklers	111
XI.2.5. Les issues de secours :	111
XII. Système de sécurité :	111
XIII. Eclairage de sécurité :	112
Synthèse :	112
Chapitre VI : Evaluation du confort thermique à l'aide de simulation	
numérique :	113
Introduction :	114
Problématique :	114

<i>Hypothèses :</i>	114
<i>Objectifs :</i>	114
<i>I. La performance énergétique et les matériaux innovants :</i>	114
<i>I.1. LA PERFORMANCE ENERGETIQUE :</i>	114
<i>I.2. Les impacts des caractéristiques architecturales sur la consommation énergétique :</i> 115	
<i>II. Confort thermique :</i>	116
<i>II.1. Les paramètres affectant le confort thermique :</i>	116
<i>II.2. Les principales propriétés thermo-physiques des matériaux qui influent sur la performance énergétique et le confort thermique :</i>	116
<i>II.2.1.La conductivité thermique :</i>	116
<i>II.2.2.La résistance thermique :</i>	116
<i>II.2.3.L'émissivité:</i>	117
<i>II.2.4.Capacité thermique :</i>	117
<i>II.2.5.La masse volumique :</i>	117
<i>II.2.6.L'inertie thermique par absorption:</i>	117
<i>II.2.6.1. Les normes de confort thermique recommandé à l'intérieure :</i>	118
<i>III. Partie de simulation:</i>	118
<i>III.3. Description du cas étude :</i>	119
<i>III.4. Les paramètres de la simulation :</i>	119
<i>III.4.1. Les jours de simulation :</i>	119
<i>III.4.2. Résultats et analyse :</i>	120
<i>III.4.2.1. Matériaux de construction :</i>	120
<i>1. En journée d'été :</i>	120
<i>2. En journée d'hiver :</i>	122
<i>III.4.2.2. Les solutions pour améliorer le confort thermique :</i>	123
<i>1. En journée d'été :</i>	124
<i>2. En journée d'été :</i>	125
<i>Conclusion :</i>	127
<i>CONCLUSION GENERALE :</i>	128
<i>BIBLIOGRAPHIE :</i>	130

LISTE DES ILLUSTRATIONS :

Figure I-1: Les volets de l'architecture durable (source www.dveloppementdurable.com , 2020/2021)	6
Figure I-2: Les 5 clés pour un projet bioclimatique durable.....	7
Figure I-3: les 14 cibles de HQE.....	7
Figure I-4: Les différentes sources d'énergies renouvelables	9
Figure I-5 : Régions ayant un climat désertique chaud.....	10
Figure I-6: schéma représente l'implantation d'un bâtiment.	10
Figure I-7: L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au soleil.	11
Figure I-8 : la différence de déperdition dans deux formes différentes	11
Figure I-9: Zonage (zoning) thermique.....	11
Figure I-10: Coefficient d'absorption pour différents matériaux et différentes couleurs	12
Figure I-11: 3 Schéma de principe du mur capteur.....	12
Figure I-12: L'Institut Pasteur 1887.....	15
Figure I-13: les développements des instituts de pasteur a travers le temps.....	16
Figure I-14: les développements des instituts de pasteur a travers le temps.....	17
Figure I-15: les types des maladies infectieuses	17
Figure I-16: schémas surveillance des maladies	18
Figure I-17: Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg (Source : http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/).....	20
Figure I-18: La distribution des équipements du Campus des technologies médicales de Strasbourg	21
Figure I-19: Plan de masse.....	21
Figure I-20: situation géographique de Strasbourg.....	21
Figure I-21: La situation géographique de centre	22
Figure I-22: La situation géographique de centre	22
Figure I-23 : Vue aérienne de centre.....	23
Figure I-24: Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg	23
Figure I-25: Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg	23
Figure I-26: axonométrie de centre	24
Figure I-27: La genèse de Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg	24
Figure I-28: Coupe du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg.....	25
Figure I-29: Plan rez de haut du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg	25
Figure I-30: 1er Niveau du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg	26
Figure I-31: Vue à l'intérieur de laboratoires	26
Figure I-32: Plan courant du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg.....	27
Figure I-33: Les différents laboratoires du centre.....	27
Figure I-34: Façade sud du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg	27
Figure I-35: Coupe du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg.....	27
Figure I-36: Vue sur l'atrium couvert par une verrière reposant sur ossature en acier	27
Figure I-37: Brises solaires colorés couvrant la fenêtre.....	28
Figure I-38: Pose des Brises solaires colorés sur l'ossature	28
Figure I-39: Brises solaires colorés.....	28
Figure I-40: Atrium du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg.....	28
Figure I-41: Le fonctionnement de système de ventilation du Centre	29
Figure I-42: centre de traitement de l'air	29
Figure I-43: système de ventilation à travers le tirage thermique dans atrium	30
Figure I-44: ventilation double flux	31

Figure I-45:Centre Zayed de recherche sur les maladies rares chez les enfants	31
Figure I-46:La situation géographique de quartier du savoir Source : (earth, 2021).....	32
Figure I-47:La situation géographique de londrès	32
Figure I-48:L'environnement immédiat du centre	32
Figure I-49:Plan de situation du centre	33
Figure I-50:Plan de situation du centre	33
Figure I-51:Maquette exprime les gabarits et les limites du centre	33
Figure I-52:Maquette exprime les gabarits et les limites du centre	34
Figure I-53:la hiérarchisation des services de centre	34
Figure I-54:Maquette exprime la distribution intérieure du centre.....	34
Figure I-55:Les baies vitrées de Laboratoire de rez de bas du centre	35
Figure I-56:Laboratoire de rez de bas du centre	35
Figure I-57:L'organigramme spatio-fonctionnel	36
Figure I-58:Plan rez de haut du centre	36
Figure I-59:Plan rez de haut du centre.	36
Figure I-60:L'atrium du centre	36
Figure I-61:Espace de repos pour les personnels.....	37
Figure I-62:Plan rez de bas du centre.....	37
Figure I-63:L'organigramme spatio-fonctionnelle	37
Figure I-64:Plan rez de bas du centre.....	37
Figure I-65:Espace d'attente des patients Source : (www.ArchDaily.com, 2021).....	38
Figure I-66:Espace d'attente des patients	38
Figure I-67:Espace de repos des travailleurs	38
Figure I-68:Plan 1er niveau du centre.....	38
Figure I-69:Consultation enfants	38
Figure I-70:Espace de réunion libre.....	39
Figure I-71:Plan 2eme niveau du centre	39
Figure I-72: Plan 3eme niveau du centre	39
Figure I-73: Espace de réunion libre.....	39
Figure I-74:Plan 4eme niveau du centre	40
Figure I-75:L'organigramme spatio-fonctionnel	40
Figure I-76:Usine de production de vaccin.....	40
Figure I-77:L'organisation spatiale de la salle blanche	40
Figure I-78:L'organisation spatiale de la salle blanche	41
Figure I-79:Centrale de traitement de l'air	41
Figure I-80:Les installations de la salle blanche	41
Figure I-81:Plan de 5eme niveau du centre	42
Figure I-82:Coupe longitudinale du centre	42
Figure I-83:Plan du bassement du centre	42
Figure I-84:Distribution verticale fonctionnelle des espaces du centre	42
Figure I-85 : Brises solaires	43
Figure I-86:Baies vitré réfléchissant	43
Figure I-87:Façade principale	43
Figure I-88:Façade principale	43
Figure I-89:Façade principale	44
Figure I-90:Fixation des lamelles de terre cuite.....	44
Figure I-91:Revêtement des murs extérieures en terre cuite.....	44
Figure I-92:Garde-corps avec le matériau de chêne	45

Figure I-93:Garde-corps avec le matériau de chêne	45
Figure II-1: Carte de situation géographique de la wilaya de LAGHOUAT.....	49
Figure II-2:carte géographique de commune Laghouat Source : (www.decoupageadministratifalgerie.blogspot.com , 2021)	49
Figure II-3: Diagrammes Température 2011-2020	50
Figure II-4:Diagrammes précipitation 2011-2020	50
Figure II-5: Diagrammes l'humidité relative 2017-2020.....	50
Figure II-6:Rose des vents de la ville de Laghouat.....	51
Figure II-7:Vitesse du vent	51
Figure II-8: Position du soleil (de bas en haut) au solstice d'hiver, aux équinoxes et au solstice d'été dans la ville de Laghouat Source : (www.sunearthtools.com, 2021).....	51
Figure II-9 : diagramme couverture de ciel –Laghouat.	52
Figure II-10: diagramme d'éclairement de ciel –laghouat.....	52
Figure II-11:Diagramme psychométrique.....	52
Figure II-12:la forme urbaine de la ville de Laghout.....	53
Figure II-13:la forme urbaine de la ville de Laghouat	53
Figure II-14:les maisons traditionnelles de la ville de Laghouat	53
Figure II-15: les éléments architectoniques précoloniaux de la ville Laghouat	53
Figure II-16:Les éléments architectoniques coloniaux de la ville Laghouat	54
Figure II-17: Situation des hôpitaux dans la ville de Laghouat	54
Figure II-18: Faculté De La Médecine.....	55
Figure II-19Centre Anticancer Laghouat	55
Figure II-20:Hôpital de 240 lits à Laghouat.....	55
Figure II-21:Carte de situation géographique de la ville de Laghouat	56
Figure II-22:Carte de situation géographique de la ville de Laghouat	57
Figure II-23:Carte de situation géographique de la ville de Laghouat	57
Figure II-24:situation géographique de site d'intervention.....	59
Figure II-25:Carte de situation géographique de la ville de Laghouat	59
Figure II-26:situation géographique de site d'intervention.....	59
Figure II-27:l'environnement immédiat de site d'intervention.....	60
Figure II-28:les données climatiques de site d'intervention	60
Figure II-29:site d'intervention	61
Figure II-30: coupe transversale	61
Figure II-31: coupe longitudinale	61
Figure III-1:les activités des espaces intérieurs	64
Figure III-2:Schéma fonctionnel de la zone d'accueil	65
Figure III-3:Hall d'accueil	65
Figure III-4:salle de consultation	66
Figure III-5:salle de Radio-immunologie	66
Figure III-6: salle de Prélèvement.....	67
Figure III-7:la salle de Tri des échantillons	68
Figure III-8:fonctionnel de la salle de Tri des échantillons	68
Figure III-9:Schéma fonctionnel d'une salle de microbiologie	69
Figure III-10 : salle technique NC3	69
Figure III-11: Zone de travail	69
Figure III-12 : Zone PSM.....	70
Figure III-13: Exemple des différents niveaux de pression d'une salle technique NC3	70

Figure III-14: : Fenêtre d'observation permettant de voir le personnel travaillant dans la salle technique,NC3.....	70
Figure III-15: Système de ventilation et de filtration d'air au-dessus de salles techniques NC3	71
Figure III-16: vestiaire d'un laboratoire de niveau de confinement 3	71
Figure III-17:Laboratoires d'enseignement	72
Figure III-18:salle de conférence	72
Figure III-19: Organigramme fonctionnel RDC	76
Figure III-20:Organigramme fonctionnel R+1	77
Figure III-21 : Organigramme fonctionnel R+2/R+3	77
Figure IV-1 : situation de projet par rapport l'environnement immédiat source : auteure	79
Figure IV-2:terrain de projet.....	79
Figure IV-3: mode d'occupation de terrain.....	80
Figure IV-4:sous zoning du projet	80
Figure IV-5:sous zoning.....	81
Figure IV-6: la bactérie de streptococcus	81
Figure IV-7:Vue 3D Sue L'étape 1 ; La Projection De L'idée	82
Figure IV-8:L'étape 1 ; La Projection De L'idée	82
Figure IV-9: L'étape 2 ; l'adaptation au programme quantitatif	82
Figure IV-10: l'adaptation au programme quantitatif.....	82
Figure IV-11: Vue 2D Sur L'étape 3 l'adaptation du la forme aux données de site	83
Figure IV-12: Vue 3D Sur L'étape 3 l'adaptation du la forme aux	83
Figure IV-13:Vue 2D Sur L'étape 4 la flexibilité de la volumétrie	84
Figure IV-14:Vue 3D Sur L'étape 4 la flexibilité de la volumétrie.....	84
Figure IV-15: développement de volume	84
Figure IV-16: Vue du plan de masse du projet source : auteur.....	85
Figure IV-17: plan du RDC	87
Figure IV-18: plan du R+1.....	88
Figure IV-19:plan de laboratoire.....	89
Figure IV-21: plan de laboratoire.....	90
Figure IV-20: plan du R+2.....	90
Figure IV-22:plan laboratoire	91
Figure IV-23:plan 3eme étage.....	91
Figure IV-24: la façade Sud/Ouest.....	92
Figure IV-27: la bactérie streptocoque.....	92
Figure IV-26: la bactérie streptocoque selon Voronoi treemaps	Erreur ! Signet non défini.
Figure IV-25: façade (Nord/Ouest) principale.....	92
Figure IV-28: façade Sud/Est.....	93
Figure IV-29: façade EST	93
Figure V-1:la présentions des joints dans les plans	97
Figure V-2:porte coupe-feu.....	98
Figure V-3:accès contrôlé avec empreinte digital.....	98
Figure V-4:représente une porte coupe-feu avec deux battants	98
Figure V-5:composant de beton fibré	100
Figure V-6:Le verre thermochromique Prel-Shade triple vitrage	101
Figure V-7:: la performance de vitrage thermochrome triple vitrage	101
Figure V-8:Photovoltaïque organique.....	103
Figure V-9:Façades double-peau	105

Figure V-10:l'application des plaques de polystyrène expansé sur les murs intérieurs.	106
Figure V-11:les caractéristiques de polystyrène expansé	106
Figure V-12:5 Eclairage plafonnier Led Synchro Prism Zenium.	107
Figure V-13:la récupération des eaux pluviales.....	107
Figure V-14: Schéma des différentes phases de l'évacuation des déchets	109
Figure V-15: exemple d'affiche pour le tri des déchets DASRI au LABM59	109
Figure V-16: Exemple d'affiche pour le tri des déchets DAOM au LABM	110
Figure V-17: Le matériel de première intervention	111
Figure V-18:Installation de sprinklers Minimax série	111
Figure VI-1:Sources de consommation énergétique à considérer dans le calcul de performance énergétique d'un bâtiment.....	114
Figure VI-2:les aspects conceptuels nécessaires pour une construction performante énergétiquement	115
Figure VI-3:L'impact des caractéristiques architecturales sur la charge de la climatisation.....	115
Figure VI-4:L'impact des caractéristiques architecturales sur la charge du chauffage	115
Figure VI-5 : programme de Energy plus source : www. Energy plus.com	118
Figure VI-6: l'espace de simulation du projet	119
Figure VI-7: forme en 2d des zones à simulées	119
Figure VI-8 : détail intérieur du volume en 3d généré par Energyplus	119
Figure VI-9 : Variations de températures opératives des espaces témoins, pendant la journée type été. Source : « Auteur »	121
Figure VI-10 : Variations de températures opératives des espaces témoins, pendant la journée type hiver	123
Figure VI-11:Variations de températures opératives des espaces témoins et de températures extérieures pendant la journée type été (cas amélioré).	124

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II-1: un résumé des vents de 2012/2017 Laghouat	51
Tableau II-2:comparaison entre les sites	58
Tableau IV-1:les caractéristiques des couleurs de vitrage thermochrome.....	103
Tableau V-1:Paramètres influents sur la sensation du confort thermique source :.....	116
Tableau V-2:les normes de confort thermique.....	118
Tableau V-3 : caractéristique espaces de simulation	119
Tableau V-4: les jours de la simulation.	120
Tableau V-5:caractéristiques des matériaux	120
Tableau V-6:tableau récapitulatif des résultats obtenus pendant la journée type été	121
Tableau V-7: récapitulatif les principaux résultats des graphes De cas référence hiver.....	122
Tableau V-8:Les matériaux de construction utilisés dans le cas amélioré.	123
Tableau V-9:Tableau récapitulatif des résultats obtenus pendant la journée type été (cas amélioré).	125
Tableau V-10:Variations de températures opératives des espaces témoins et de températures extérieures, pendant la journée type hiver (cas amélioré).....	126
Tableau V-11:Tableau récapitulatif des résultats obtenus pendant	126

INTRODUCTION GENERALE :



Introduction Générale :

« Les maladies infectieuses sont responsables dans le monde de 17 millions de décès par an, soit un tiers de la mortalité et 43 % des décès dans les pays en voie de développement (contre 1 % dans les pays industrialisés). »

D'après l'institut Pasteur de Paris

La lutte contre les maladies infectieuses a toujours été la préoccupation la plus importante des centres de recherche dans tous les pays. Dès 1962 l'Algérie a consacré dans sa constitution ce droit des citoyens à la protection de leurs santés par la création et le développement d'un grand nombre de centres de recherche.

Malgré tous les efforts fournis au cours de plusieurs décennies dans ce secteur le facteur modernisation reste très marginaliser spécialement la recherche scientifique dans le domaine de santé en Algérie. Où les centres de recherche participent à éradiquer, contrôler et prévenir les maladies infectieuses. L'émergence successive d'épidémies et leur propagation fréquente à cause de l'identification tardive et méthodes nécessaires pour la traite plus la mobilité des patients, ce qui permet à la maladie de se propager à un moment très rapide cause la dégradation de la santé des citoyens, et ceci est principalement dû à : l'absence des équipements sanitaire et de recherche suffisants.

La dernière pandémie de *covid-19* a redéfini les réelles exigences humaines et a relancé la recherche scientifique en infectiologie. Un centre national de recherche en infectiologie suit une approche pluridisciplinaire alliant la microbiologie (bactériologie et virologie), l'immunologie, la biologie cellulaire, la recherche clinique et l'épidémiologie l'un des projets nécessaire et autonomes qui répondent à des besoins sanitaire et scientifique en Algérie.

La ville de Laghouat possède des conditions appropriée pour implanter ce type de projet par l'existence des plusieurs équipements sanitaires (CHU, hôpital psychiatrique, centre anti cancer...) qui créer une vocation dans le plan sanitaire. Donc, ces projets renforcent cette vocation. L'exploitation des hôpitaux et les laboratoires universitaires existants et des chercheurs pour un travail en coordination aussi augmente le rendement des services aussi la centralisation de projet par rapport notre pays.

Les projets de recherche et de santé se distingue par leur strict respect des règlements et des techniques durant leur construction et leur exploitation, particulièrement du côté environnemental ou l'acte de construire plus exploitation produit des déchets ce qui augmente les risques sanitaires (les maladies infectieuses : virus, bactéries, parasites, champignons.... Donc, la gestion des déchets solides, liquides et médicaux et le choix approprié des matériaux de construction et de revêtements doivent être étudiés pour assurer la sécurité et le confort de ses usagers. Aussi le climat désertique chaud de la ville de Laghouat fait partie de l'environnement exige l'adapter le bâtiment aux conditions climatiques de la région (hiver froid, été chaud); le choix d'une orientation favorable qui permettant un maximum d'apports solaires en hiver , et un protection été ,une protection contre les vents spécialement les vents sable ,le choix des matériaux adéquats (à faible conductivité),une mise en œuvre de systèmes passifs de chauffage et de refroidissement réduit la consommation d'énergie.

II. Problématique :

- Quel est le processus de design à suivre qui aide à une conception architecturale d'un centre de recherche en infectiologie qui assure la sécurité et le confort, et le faible impact environnemental, dans un milieu chaud et aride cas : la ville de Laghouat ?
- Quels types des matériaux innovants de construction contribuent à améliorer la sécurité et la performance énergétique d'un centre en infectiologie, tout en assurant sa durabilité ?

III. Hypothèses :

Pour répondre aux équations de la problématique posée, les hypothèses suivantes sont conclues :

- ☆ L'usage d'une conception architecturale compacte pour mieux garantir la sécurité et le confort des usagers à l'intérieure.
- ☆ Utilisation des matériaux innovants intégrait dans des façades intelligentes permettent de réduire durablement la consommation en énergie de bâtiment.

IV. Méthodologie de la recherche :

Pour atteindre les objectifs tracés, les démarches sont suivies :

- ✚ Une recherche documentaire en relation directe avec le thème de recherche : les maladies infectieuses, les centres de recherche, la durabilité et la performance énergétique afin d'enrichir nos connaissances et l'investigation des données récoltées.
- ✚ Une étude analytique des exemples nationaux et internationaux et d'autres exemples complémentaires, qui nous permettent d'approfondir et bien comprendre ; les différents espaces, leur fonctions et relations entre eux d'un centre de recherche en infectiologie, l'élaboration d'un programme quantitatif et qualitatif et l'intégration des stratégies environnementale et durable à travers l'étude des techniques et des dispositifs utilisés au sein des exemples analysés.
- ✚ L'étude du contexte permet connaître les éléments influant sur le site d'intervention par des visites sur terrain, le contact avec les différentes directions, et la consultation des documents graphiques liés au site d'intervention pour assimiler les atouts et les contraintes du site d'intervention.
- ✚ L'utilisation des connaissances récoltées durant les étapes précédentes aide dans le processus de conception d'un projet architecturale durable, fonctionnel, bien intégré dans son environnement et de grande qualité architecturale.
- ✚ Une simulation numérique par des logiciels spéciaux aide à l'évaluation du niveau de confort thermique et visuel atteint qui suivis par des corrections et par des solutions architecturales pour améliorer les deux confort.

V. Structure du mémoire :

La mémoire est structurée par :

1. CHAPITRE INTRODUCTIVE :

- Représente le thème du mémoire.

2. CHAPITRE THEMATIQUE :

- Contient les définitions des concepts environnementaux et les informations du les d'un centre de recherche en infectiologie.
- Etude des exemples similaires à projet.

3. CHAPITRE CONTEXTUEL :

- Contient une analyse sur la ville de Laghouat et du site d'intervention plus son contexte climatique.

4. CHAPITRE PROGRAMMATIQUE :

- Contient un programme obtenu à partir de la collecte des informations précédentes pour créer le programme quantitatif et qualitatif avec ces exigences recommandées selon les besoins.

5. CHAPITRE CONCEPTUEL :

- Représenter les différentes étapes de la conception du projet (l'idée de projet – zoning -genèse de projet) liée à la synthèse globale.

6. CHAPITRE TECHNIQUE ET DURABILITE :

- Déterminer les systèmes constructifs, matériaux et les techniques de durabilité.

7. CHAPITRE EVALUATION DU CONFORT THERMIQUE A L'AIDE DE SIMULATION NUMERIQUE :

- L'évaluation de confort dans les espaces étudié à travers les outils informatiques, et voire l'efficacité des solutions proposé.

8. CONCLUSION GENERALE.

CHAPITRE I : RECHERCHE THEMATIQUE



Introduction :

Ce chapitre développe deux volets relatifs aux notions et concepts liés d'une part à la durabilité et d'autre part à la recherche dans les maladies infectieuses, dans le but de comprendre la thématique et de porter les choix sur les concepts qui servent à l'élaboration du projet, plus l'analyse des projets similaires.

II. Définition des concepts :

II.1. Architecture durable¹ :

L'architecture durable est un système de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie.



Figure 0-1: Les volets de l'architecture durable
source : www.developpementdurable.com, 2020/2021

On peut distinguer plusieurs « lignes directrices » :

- ☆ Le choix des matériaux, renouvelable, recyclable et respectueux à l'environnement de la santé de l'homme.
- ☆ Le choix de la disposition des espaces pour favoriser les économies d'énergie en réduisant les besoins énergétiques tout en utilisant les apports solaires :
 - Le choix du cadre de vie offert ensuite à l'homme (jardin...).

II.2. Architecture verte² :

C'est une façon de construire des bâtiments tout en respectant l'environnement, avec une coordination entre l'encouragement du développement durable et l'utilisation maximale des végétations dans la conception

II.3. Architecture écologique³ :

C'est une construction qui a un faible impact sur l'environnement et qui prend en compte des critères comme : l'économie d'énergie, la durabilité et la non toxicité, voire l'esthétique. Elle tient aussi compte des conditions de l'environnement local et s'adapte au mode de vie...

¹ Site internet : (<https://fr.wikipedia.org>, 2020).vu 12/11/2020.

² (UICN : l'union internationale de la conservation de la nature.)

³ (JEAN PASSINI. Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition)PDF.

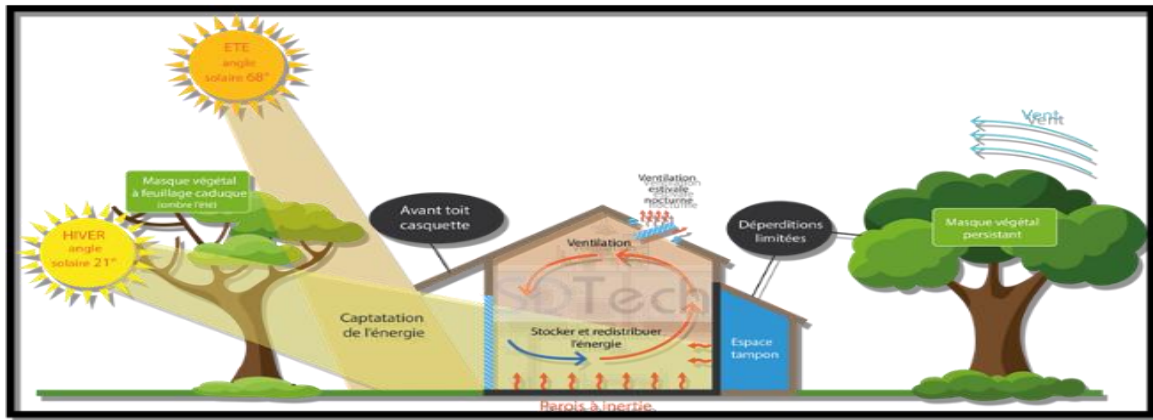


Figure 0-2: Les 5 clés pour un projet bioclimatique durable

Source : (<https://blog.batilinks.fr/projet-maison-bioclimatique>, 2020)

II.4. Architecture bioclimatique ⁴:

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

II.5. La haute qualité environnementale HQE ⁵:

Le label Haute performance énergétique (HPE 2005) peut être attribué aux bâtiments qui présentent une consommation conventionnelle d'énergie au moins inférieure de 10 % à la consommation de référence définie par la RT 2005/17. Rappelons que celle-ci fait désormais état de référence et constitue donc la performance minimale à respecter pour toutes les nouvelles constructions.

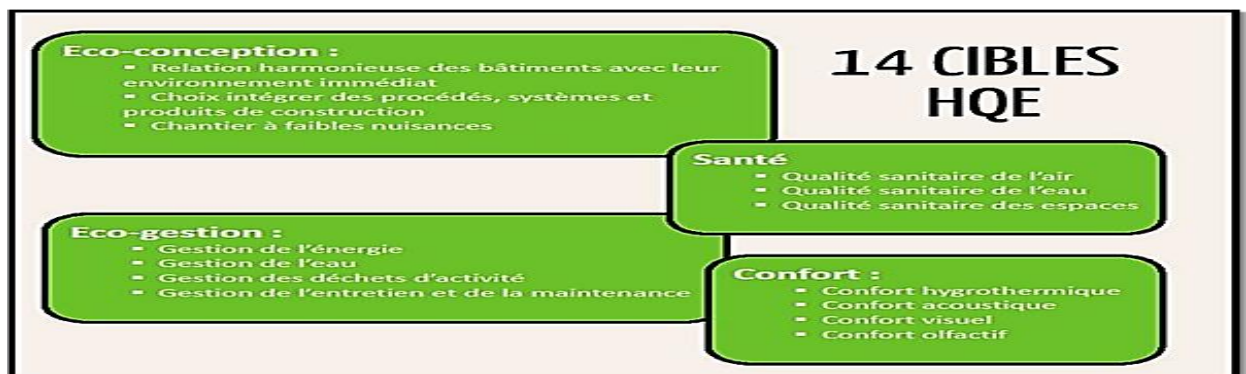


Figure 0-3: les 14 cibles de HQE

Source : (www.novoceram.fr/blog/environnement-ecologie/novoceram-sinscrit-dans-la-demarche-hqe, 2020)

II.6. Bâtiment passif ⁶ :

La notion de bâtiment passif est une norme énergétique (allemande) ainsi qu'une appellation utilisée pour certains types de bâtiments. C'est un bâtiment à très faible consommation énergétique qui offre durant l'année une température agréable sans l'application conventionnelle d'un chauffage, ce dernier étant compensé par les apports solaires ou internes (chaleur des machines, des usagées) et par une très bonne isolation.

⁴ L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE, 14 novembre 2007.page4).

⁵ Idem4.

⁶ (Glossaires - ENGIE Solutions)

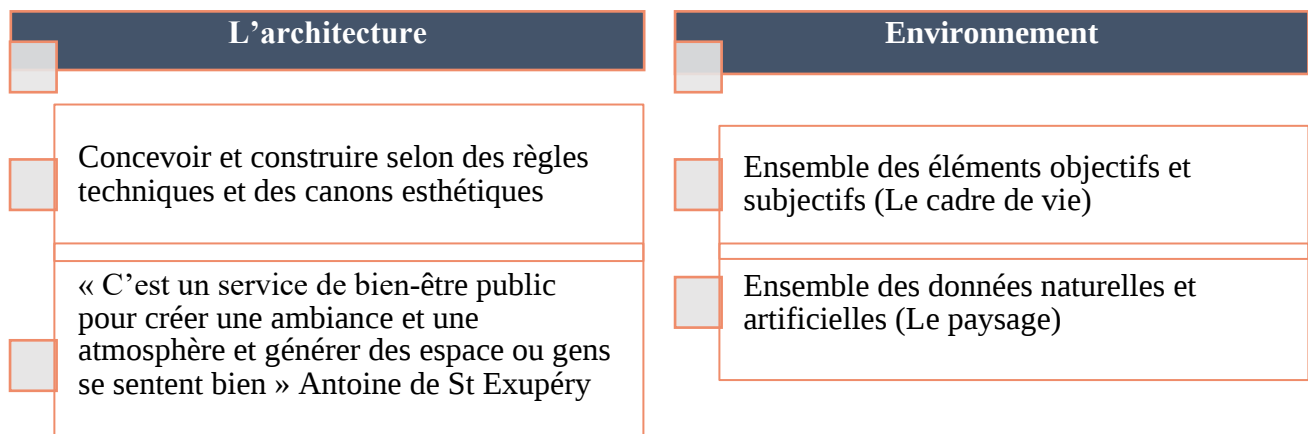
II.7. Bâtiment BBC⁷ :

Le concept de bâtiment de basse consommation énergétique (bbc 2005) est un label officiel français qui a été créé par l'arrêté du 8 mai 2007 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « haute performance énergétique ». Un référentiel est établi par l'association française Effinergie. Il repose sur l'utilisation de matériaux et d'équipements économes en énergie. La consommation énergétique maximale d'un bâtiment basse consommation neuf est limitée à 50kwh/m², an (80 kWh/m²/an en rénové), soit 4 fois moins que les exigences actuelles fixées par l'arrêté 2005. Les objectifs de consommation varient toutefois en fonction de la zone climatique et de l'altitude.

II.8. Bâtiment à énergie positive⁸:

Appelé parfois **BEPOS**, c'est un bâtiment qui sur une période donnée – en général un 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.

II.9. Architecture et environnement⁹ :



Architecture environnementale : est la soumission du coordonné d'un projet architecturale notamment, La forme, les fonctions et les émotions à d'exercice d'équilibre, de tension et de sensation avec les éléments de la nature à travers l'assimilation au milieu naturel, l'appropriation des éléments de la nature et la composition Avec la métaphore architecturale.

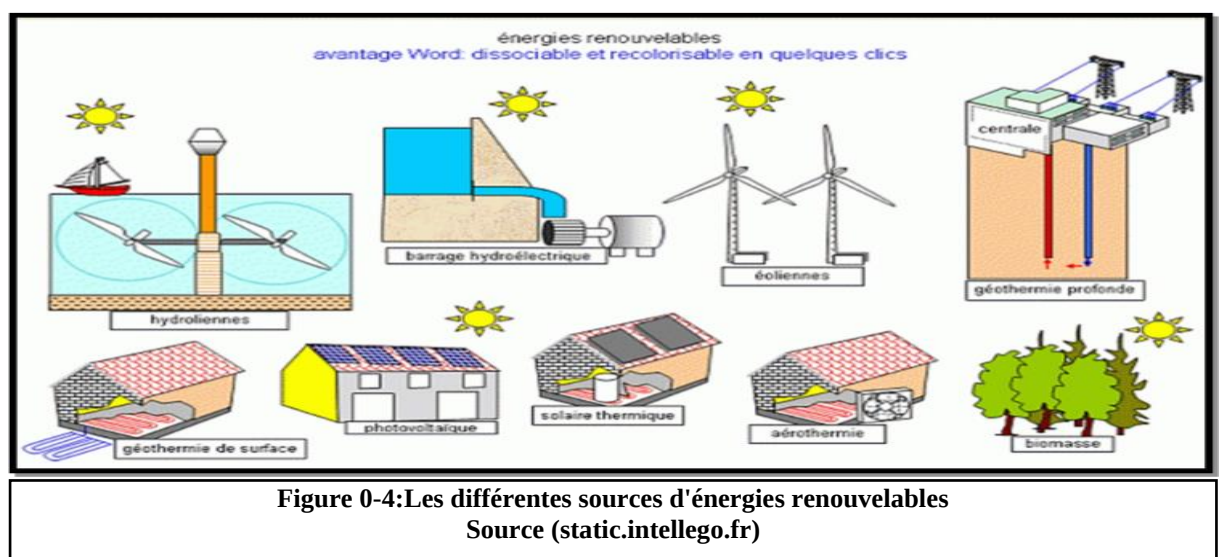
⁷ Idem6.

⁸ Idem6.

⁹ Idem6.

II.10. Energie renouvelable :¹⁰

Une énergie renouvelable est une énergie qui est considérée comme telle à l'échelle de quelques générations humaines. Fournies par le soleil, le vent, la chaleur de la terre, les chutes d'eau, les marées ou encore la croissance des végétaux, les énergies renouvelables n'engendrent pas ou peu de déchets ou d'émissions polluantes. Elles participent à la lutte contre l'effet de serre et les rejets de CO₂ dans l'atmosphère, facilitent la gestion raisonnée des ressources locales. Le caractère renouvelable d'une énergie dépend de la vitesse à laquelle la source se régénère, mais aussi de la vitesse à laquelle elle est consommée. Le pétrole ainsi que tous les combustibles fossiles ne sont pas des énergies renouvelables, les ressources étant consommées à une vitesse bien supérieure à la vitesse à laquelle ces ressources sont naturellement créées.



III. Climat désertique ¹¹:

Le climat désertique parfois appelé climat aride est caractérisé par une sécheresse permanente qui dure toute l'année. L'aridité est le manque d'eau permanent qui affecte une région. Elle dépend plus de la pluviosité que de la température. Ce phénomène restreint fortement le développement de la vie animale et végétale. Ainsi, la présence humaine y est peu importante.

De façon générale, les milieux désertiques sont caractérisés par :

- Des précipitations rares et très irrégulières, il arrive souvent qu'il ne pleuve pas pendant des années.
- Les rosées matinales y constituent souvent la seule ressource en eau en surface pour les espèces vivantes présentes.
- Une évaporation plus importante que les précipitations.
- Une forte amplitude thermique entre les températures diurnes et nocturnes.

¹⁰ (Jargstorf Benjamin, Renewable Energy & Development, Addis Ababa 2004).

¹¹ Site internet (.wp-content.com) vu le 15/12/2020.

- Une végétation rare.
- Une faune peu dense (insectes, reptiles, arachnides, rongeurs et oiseaux nocturnes).

Figure I.5 présente Les différents types de climat désertique.

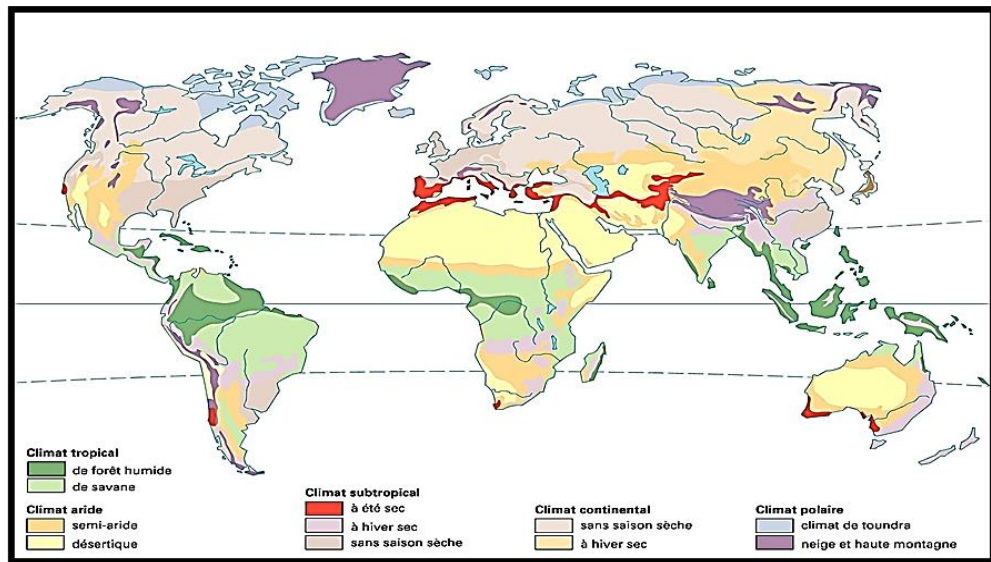


Figure 0-5 : Régions ayant un climat désertique chaud

Source : (TRIKI-Lamia.pdf)

III.1. Les concepts de l'architecture et environnement appliqués dans un climat désertique chaud :¹²

Niveau d'intégration Climatique	Stratégies conceptuelles à promouvoir	Schémas
Site et implantation	L'emplacement de projet : - L'exploitation des potentiels naturelle de site: - Reliefs/végétation (protection des vents par des collines et ouverture au soleil). - Rapprochements aux différents réseaux et services. • L'ensoleillement (exploiter en hiver par l'utilisation de serre/ l'isolation en été).	L'implantation tient compte du relief, des vents locaux, de l'ensoleillement, etc.

Figure 0-6: schéma représente l'implantation d'un bâtiment.

Source: traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

¹² Les stratégies de la conception d'un projet durable dans un climat désertique chaud, Auteur.

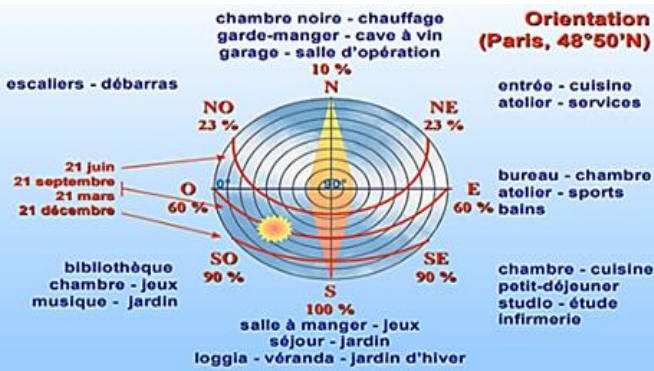
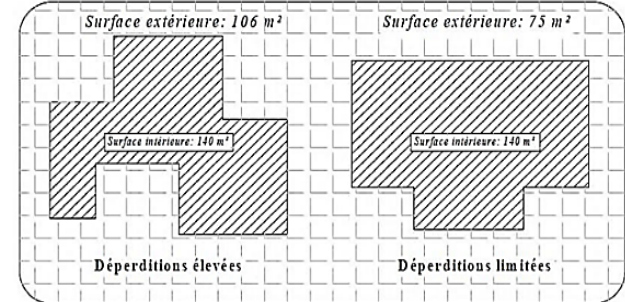
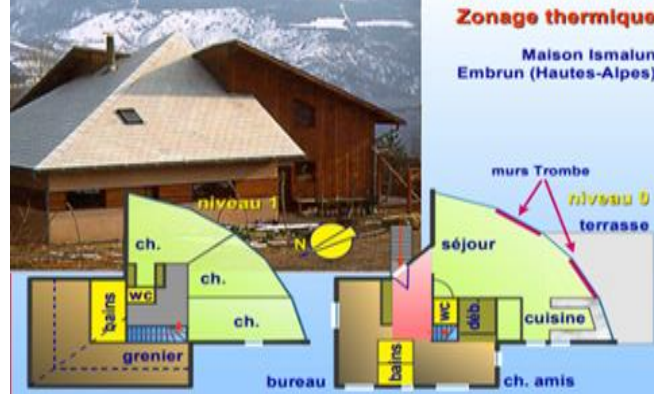
Orientation	- Les espaces active vers le Sud et l'Est pour capter le soleil de jour. - Les espaces non active (les magasins et les salle d'opération ... etc.) vers le nord et l'Ouest. - L'utilisation des rayons solaires pour chauffer le bâtiment en hiver (en fonction d'orientation et de la proportion des surfaces vitrés), et les vents pour refroidir en été (l'orientation des ouvertures ...)	
La forme du bâtiment	La surface totale exposée à l'extérieur est un facteur de déperdition d'énergie : - Il faudra donc privilégier une forme Plus compacte qui augmente le rapport entre le volume des espaces intérieurs et la surface exposée aux intempéries et limite donc les pertes calorifiques. - Utilisation de patio pour un microclimat.	
Organisation / Distribution des Espaces intérieurs	- Le zonage d'un bâtiment permet d'adapter des ambiances thermiques appropriées à l'occupation l'utilisation des divers espaces. Au nord on aména-gera des espaces non chauffée dits « tampons », ils assurent une protection thermique et contri-buent directement aux économies d'énergies et au confort des occupants.	

Figure 0-7: L'orientation de l'édifice par rapport aux vents et au soleil.

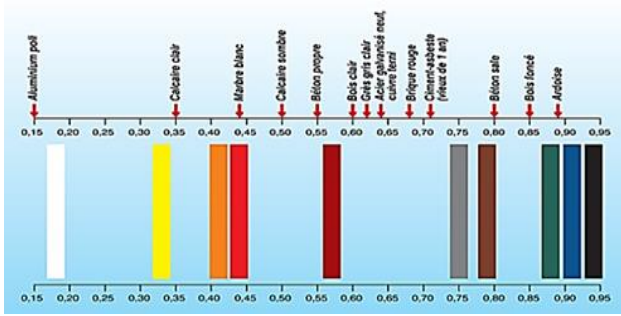
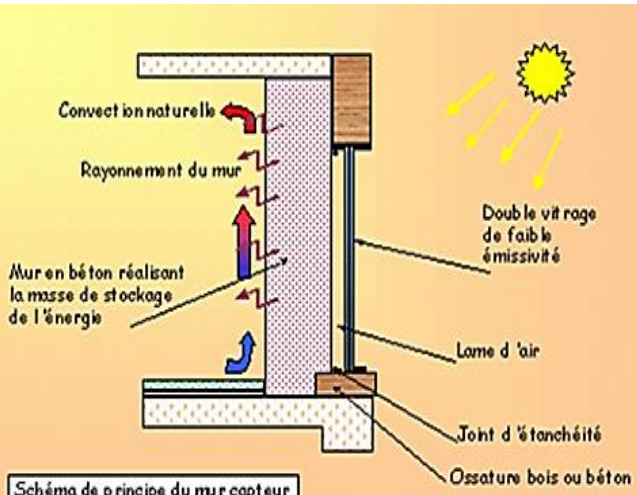
Source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

Figure.0-8 : la différence de déperdition dans deux formes différentes

Source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

Figure 0-9: Zonage (zoning) thermique.

Source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

Traitement de L' enveloppe	- Couleur claire, - texture rugueuse - l'utilisation de dispositifs architecturaux.. • Les réflecteurs • Les pare-soleil horizontaux ou verticaux • Les auvents	 Figure 0-10: Coefficient d'absorption pour différents matériaux et différentes couleurs Source : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique
Choix des Matériaux et techniques Constructives/structure	- Matériaux de grande inertie thermique. - Tenir en compte l'effet de déphasage dans le transfert de chaleur - Utiliser des isolations - Utiliser des dispositifs comme la façade ventilée etc. - Toit: on distingue deux types de Toits: toit en dôme et toit ventilée se sont des toits que nous permettent de bénéficier de ventilation naturelle	 Schéma de principe du mur capteur Figure 0-11:3 Schéma de principe du mur capteur Source : Mr Dehina Karim - Maître assistant (A) – Cours Stratégies pour un environnement construit durable

IV. Matériau innovant :¹³

« Ecologiques », « naturels », « bio construction », « sains », les qualificatifs pour caractériser ces matériaux ne manquent pas. On peut cependant dire que leurs caractéristiques convergent vers la minimisation des impacts sur la santé et l'environnement, durant le processus de fabrication, et d'élimination la fin de vie, en passant par leur utilisation (cycle de vie).

a) Les critères :

- ✓ Minimiser l'énergie nécessaire à la fabrication et présenter un écobilan favorable
- ✓ Réduire les émanations de composés organiques volatils issus des solvants des colles et peintures ;

¹³ Site (<https://www.ecoconso.be/fr/>) vu le 15/12/2020.

- ✓ Utiliser un maximum d'ingrédients ou de composants d'origine naturelle ;
- ✓ Améliorer les propriétés thermiques et réduire les consommations d'énergie
- ✓ Améliorer les propriétés acoustiques et hygrométriques des parois ;
- ✓ Réduire l'utilisation de produits pétrochimiques.
- ✓ Réduire l'utilisation de substances nocives.
- ✓ Réduire les émissions de CO₂ à la production.

b) Domaine d'application :



Exemple de construction

Le bois (pour autant qu'il soit issu d'une sylviculture respectant les principes de développement durable).

L'argile expansée.

La terre.

Le béton cellulaire.

Le ciment écologique (ou Celitement).



isolants :

L'ouate de cellulose

Le lin - Le roseau

La paille

Le bois

Le verre cellulaire

La laine



Revêtements de sols et muraux :

Pierres naturelles (calcaire, ardoise, grès...)

Carrelage en terre cuite

Tissus textiles

Parquets en bois

Enduits et peintures sans solvant

Linoléum ou caoutchouc



Couverture et toiture :

Toiture végétale

Terre cuite

Chaume

Cuivre de zinc

V. Le centre national de recherche sur l'amélioration d'immunité et lutte contre les maladies infectieuses :

V.1.La recherche ¹⁴:

Processus composé de plusieurs étapes utilisé dans le but de permettre la compréhension d'un Phénomène, son origine, ses caractéristiques et/ou les modalités probables de son évolution.

V.2.La recherche scientifique ¹⁵:

- a) C'est effectuer une étude méthodique afin de prouver une hypothèse ou répondre à une question précise. Trouver une réponse définitive est le but central de toute démarche Expérimentale.

¹⁴ (www.e-marketing.fr, 2020)vu le 20/12/2020.

¹⁵ (www.explorables.com/fr/définition-de-la-recherche, 2020) Vu le 20/12/2020.

V.3. Centre de recherche¹⁶:

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

V.4. Laboratoire¹⁷:

Local aménagé pour effectuer des recherches scientifiques, des analyses ou encore réaliser des travaux.

V.5. Laboratoire de recherche¹⁸:

Local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations et des expériences effectuées dans le cadre de recherche scientifiques, d'analyse, des tests techniques ou l'enseignement scientifique et technique.

V.6. Centre national de recherche en infectiologie¹⁹:

Le centre est une unité de recherche a pour objectif la compréhension des fonctions du système immunitaire dans les conditions normales et/ou pathologiques dues à des agents infectieux. Le centre rassemble des compétences scientifiques et cliniques en formation et en recherche dans les domaines de l'immunologie, de l'inflammation, de la microbiologie, des interactions hôte-pathogène et de la vaccinologie.

VI. La santé²⁰ :

La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité.

VII. Les maladies infectieuses²¹ :

Les maladies infectieuses sont causées par des microorganismes pathogènes, tels que les bactéries, les virus, les parasites ou les champignons. Ces maladies peuvent se transmettre, directement ou indirectement, d'une personne à l'autre.

VII.1. L'immunologie²² :

Est la branche de la biologie qui s'occupe de l'étude du système immunitaire. Apparu très tôt au cours de l'évolution, ce système a évolué pour distinguer le non-soi du soi L'immunologie

¹⁶ (Mémoire de master, Unité De Recherche En Energies Renouvelables A Tlemcen, O.Cheriguene, université)2015.

¹⁷ Site de Centre national de la recherche scientifique (www.cnrs.fr, 2020) vu le 18/12/2020.

¹⁸ Idem7

¹⁹ Idem 17

²⁰ Site de (.oms.com)OMS organisation mondiale de santé vu le 18/12/2020.

²¹ Séminaire ;Ifsi Infectieuse 2006 site internet (<https://slideplayer.fr/slide/5353330/>)vu le 18/12/2020.

²² Idem 21

VII.2. Epidémiologie²³ :

(Grec : épîdêmia, propagation et logos, discours). A l'origine, étude des épidémies, maintenant une branche de la médecine :

E. descriptive ; étudie les circonstances dans lesquelles l'infection ou la maladie surviennent dans une population (fréquence et répartition)

E. analytique ; étudie les facteurs qui influencent la fréquence, l'extension et la distribution des maladies

E. évaluative ; étudie les résultats des interventions pour lutter contre les maladies

VIII. Aperçu historique sur les centres en infectiologie²⁴ :

Avant ces développements dans les programmes et les revues dédiés aux maladies infectieuses émergentes, des centres de recherche répartis dans le monde entier développaient des vaccins et menaient des essais pour prévenir diverses menaces infectieuses émergentes à travers l'histoire. L'Institut Pasteur (IP), créé à Paris en 1888, est l'un des plus anciens de ces centres de recherche sur les MID. L'Institut, qui mène des recherches en première ligne des épidémies d'MID, a pour objectif de faire des découvertes pour prévenir, contrôler, diagnostiquer et traiter les MID.



Figure 0-12: L'Institut Pasteur 1887

Source : (<https://www.pasteur.fr/fr/institut-pasteur/notre-histoire>)

- Fondé par décret du 4 juin 1887, l'Institut Pasteur est inauguré le 14 novembre 1888 grâce au succès d'une souscription internationale, pour permettre à Louis Pasteur d'étendre la vaccination contre la rage, de développer l'étude des maladies infectieuses et de transmettre les connaissances qui en étaient issues.
 - La 1^{ère} année après l'inauguration de l'Institut Pasteur était destiné beaucoup plus pour les enseignements théoriques et pratiques.

²³ Idem 21

²⁴ (<https://www.pasteur.fr/fr/institut-pasteur/notre-histoire>) vu le 25/12/2020.



Le premier institut pasteur a l'étranger est créé en 1891 à Saigon par Albert Calmette. Il a pour mission d'appliquer la vaccination contre la rage et la variole en Indochine.



Une mission permanente de l'IP à Paris, dirigée par les frères Sergent, organise la lutte contre le paludisme en Algérie. De la fusion du centre antirabique et de cette mission naît l'IP d'Algérie. En 1960 l'Institut Pasteur d'Algérie lance le programme de lutte contre la tuberculose.



L'IP de Bangui, inauguré en 1961, est un établissement reconnu d'utilité publique par le gouvernement centrafricain qui se consacre essentiellement à l'étude des virus transmis par arthropodes ou arbovirus.



Le centre de recherche Pasteur - Université de Hong Kong, né en 1999 et inauguré en 2000, se consacre à la recherche sur les virus qui représentent des problèmes en santé publique dans la région : maladies infectieuses émergentes et resurgentes en Chine (SRAS, grippe, sida, dengue, hépatite C).



L'Institut Pasteur du Laos est inauguré en janvier 2012 à Vientiane. C'est le 32^{ème} institut du réseau international des Instituts Pasteur. Ce nouveau centre de recherche contre les maladies infectieuses et parasitaires a pour ambition de participer à la réduction des risques de pandémie en Asie du Sud-Est, une région particulièrement touchée par ces fléaux.

Figure 0-13: les développements des instituts de Pasteur à travers le temps

Source : (Le Plateau Technique de Microbiologie (PTM) Les Hôpitaux Universitaires de Strasbourg) 2020.



Le président de la république de guinée, son excellence monsieur le professeur alpha conde, a pose le 11 novembre a conakry, la premiere pierre de l'institut pasteur de guinee en presence de monsieur jean-marc ayrault, ministre français des affaires etrangeres et du developpement international. Decidee en 2014 en reaction a la crise ebola, la creation de l'institut pasteur de guinee emane de la volonte conjointe des presidents des republicues française et guineenne de lutter durablement contre les epidemies emergentes. Cette volonte s'est concretisee en septembre 2015 par la signature d'un protocole d'accord entre la republique de guinee et l'institut pasteur

Figure 0-15: les développements des instituts de pasteur a travers le temps

Source : (Le Plateau Technique de Microbiologie (PTM) Les Hôpitaux Universitaires de Strasbourg)2020.

VIII.1.1. Aperçu sur les maladies infectieuses²⁵ :

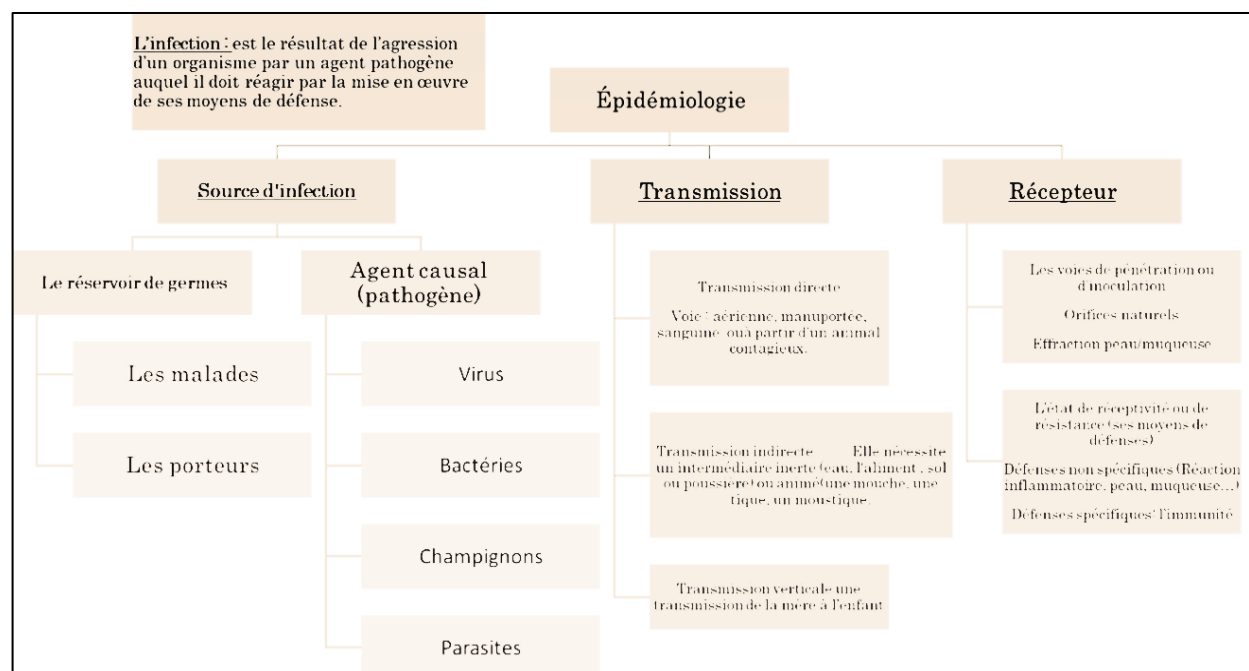


Figure 0-14: les types des maladies infectieuses

Source : (Le Plateau Technique de Microbiologie (PTM) Les Hôpitaux Universitaires de Strasbourg)2020.

²⁵ Séminaire ;Ifsi Infectieuse 2006 site internet (<https://slideplayer.fr/slide/5353330/>)vu le 18/12/2020.

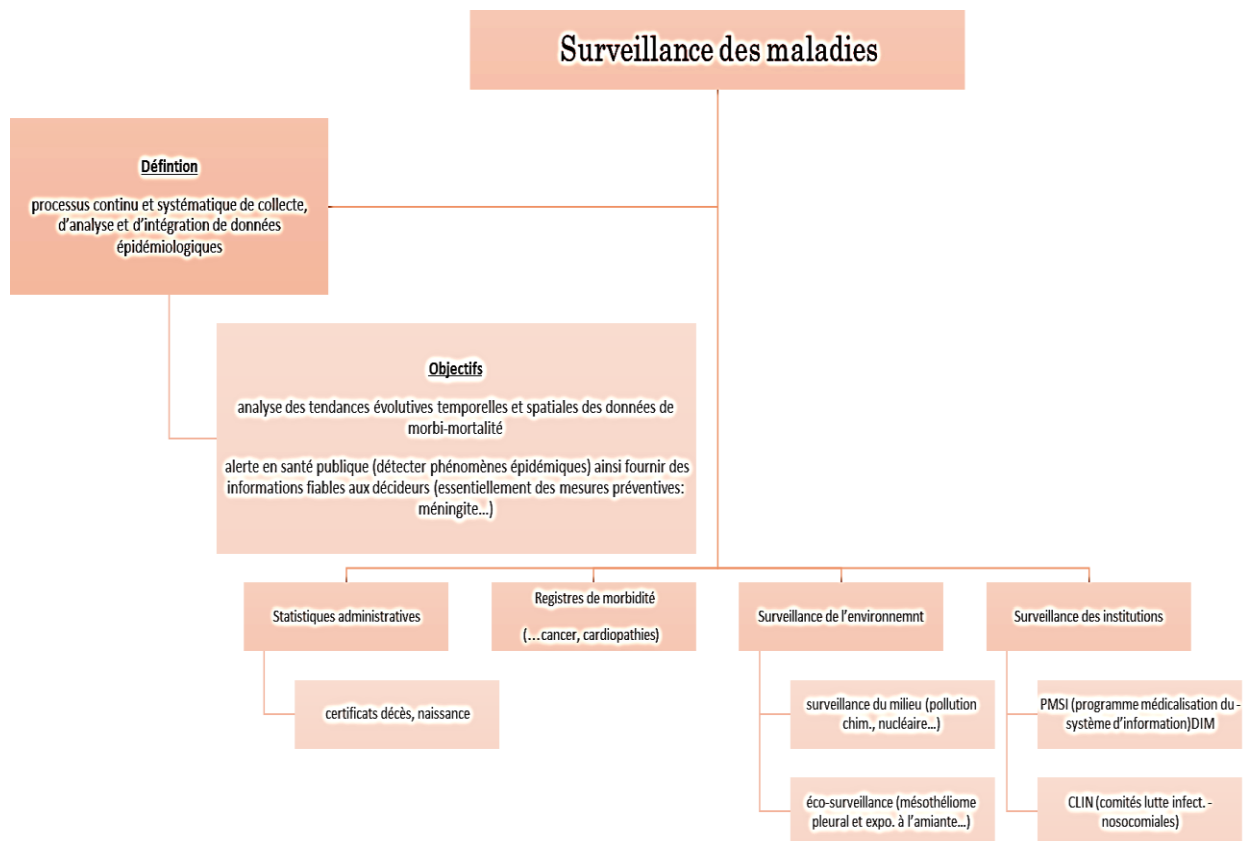


Figure 0-16:schémas surveillance des maladies

Source : (Le Plateau Technique de Microbiologie (PTM) Les Hôpitaux Universitaires de Strasbourg)2020.

IX. Les types de laboratoires dans un centre en infectiologie ²⁶:

IX.1. Le laboratoire de Cytologie :

Elle est la discipline spécialisée dans le diagnostic des maladies à partir des manifestations cellulaires. Elle se divise en deux parties (gynécologique et non gynécologique).

IX.2. Le laboratoire d'Hématologie :

Le service d'hématologie regroupe les laboratoires d'hématologie, de coagulation, d'immunologie, de cryométrie de flux et une partie de la sérologie. Les analyses que l'on retrouve en hématologie consistent à évaluer les éléments que composent le sang (globules rouges, globules blancs, plaquettes).

IX.3. Le laboratoire de Microbiologie :

Le laboratoire de microbiologie-infectiologie effectue des analyses permettant de diagnostiquer et de traiter les maladies infectieuses. Il offre des services d'analyses en bactériologie, mycologie, mycobactériologie, parasitologie, virologie, et des analyses de biologie moléculaire

²⁶ Source : (Le Plateau Technique de Microbiologie (PTM) Les Hôpitaux Universitaires de Strasbourg)2020.

IX.4. Le laboratoire de Pathologie :

La pathologie est le secteur où l'on effectue les analyses des tissus et/ou organes prélevés chez les patients afin d'établir un diagnostic et orienter le médecin vers un traitement adéquat.

IX.5. Le laboratoire de Bactériologie médicale :

Le laboratoire assure la mise en culture d'échantillons biologiques de nature très variée. Il possède l'expertise de l'identification de toute souche bactérienne. Il participe à la surveillance épidémiologique du CHU en recherchant et identifiant les bactéries multi résistantes.

IX.6. Le laboratoire de Virologie médicale :

Le diagnostic biologique des infections virales utilise différentes technologies : L'isolement des virus en culture cellulaire, la recherche des anticorps antiviraux et l'exploration du génome viral grâce à des techniques de biologie moléculaire. Cette dernière démarche représente aujourd'hui les 2/3 de l'activité du laboratoire de virologie.

IX.7. Le laboratoire de Microbiologie moléculaire :

La biologie moléculaire est dédiée à la détection, à la quantification et au séquençage du génome des agents pathogènes présents dans les prélèvements des patients ou dans l'environnement. Les techniques de biologie moléculaire sont de plus en plus performantes et leur transfert progressif vers la microbiologie médicale a profondément modifié le diagnostic, le pronostic et l'évaluation ou l'adaptation des traitements des pathologies infectieuses.

IX.8. Le laboratoire de cytogénétique :

Est l'étude des phénomènes génétiques au niveau de cellule c'est –à dire au niveau des chromosomes sans la nécessité d'extraire l'ADN : anomalies chromosomique.

VI. ANALYSE DES EXEMPLES :

1) Les critères de choix d'exemples :

Exemple 01 : Centre de Recherche en Biomédecine à Strasbourg (CRBS)

Les besoins du bâtiment sont couverts par des dispositifs passifs (atrium) et des énergies renouvelables tels que la géothermie, le solaire thermique et la surventilation nocturne amortissant les besoins en chaud et en froid. Donc projet domine la fonction de notre projet et les nouvelles techniques qui aide à minimiser l'impact environnemental spécialement l'utilisation d'un enveloppe pixellisée idéales pour le confort d'été et adaptables aux conditions variables d'ensoleillement

Exemple 02 : Centre Zayed pour la recherche sur les maladies rares chez les enfants à Londres

On a choisi à analyser ce projet pour plusieurs critères. Est un projet presque simulé à notre projet contient des fonctions liées à la recherche, la surveillance et l'information sur les maladies rares et infectieuses, et il contient aussi des laboratoires, le deuxième critère qu'est aussi important le centre est une annexe de l'Université.

A. 1er exemple : Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

1) Fiche technique :

- Projet : centre de recherche en biomédecine de Strasbourg *CREBS*
- Fonction / utilisation : Institut de recherche.
- Pays : France
- Lieu : Strasbourg, Bas-Rhin (67), Grand-Est, France
- Superficie : 13 866 m²
- Maîtrise d'ouvrage : Université de Strasbourg
- Architectes : GROUPE 6, DeAarchitecte
- Bureaux d'études : CTE ingénierie (structure), Technip TPS (fluide), Transsolar (énergie)
- Achèvement : 2017



Figure 0-17: Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)

- Climat est dit tempéré chaud (semi-continental). Les précipitations à Strasbourg sont importantes.

2) Présentation :

Le CRBS situé sur le campus de l'hôpital de Strasbourg, regroupe dix laboratoires scientifiques (Université de Strasbourg et Inserm).

A vocation pluri-thématique, il développe plusieurs axes de recherche :

- Neurosciences
- Inflammation-immunité
- Biomatériaux
- Génétique médicale
- Cancérologie

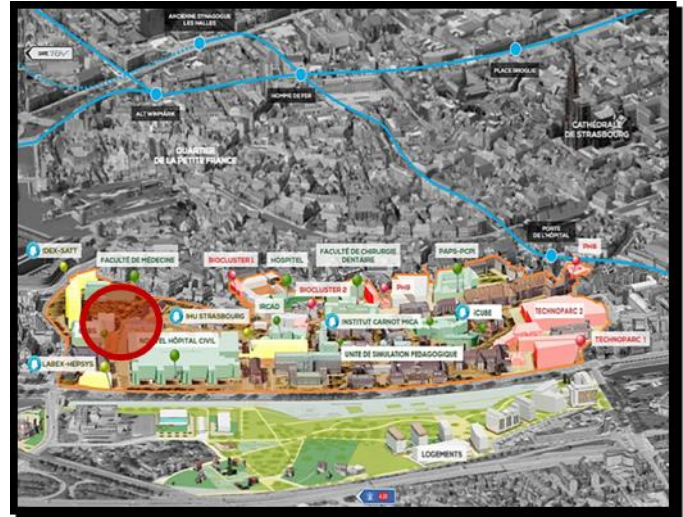


Figure 0-18: La distribution des équipements du Campus des technologies médicales de Strasbourg

Source : (earth, 2021)

3) Situation :

Le CRBS se situe en plein cœur de ville de Strasbourg la capitale de la région Alsace-Champagne-Ardenne-Lorraine (Grand Est) au nord-est de la France.

S'intégrera parfaitement dans l'espace du Campus des technologies médicales de Strasbourg où il sera implanté.

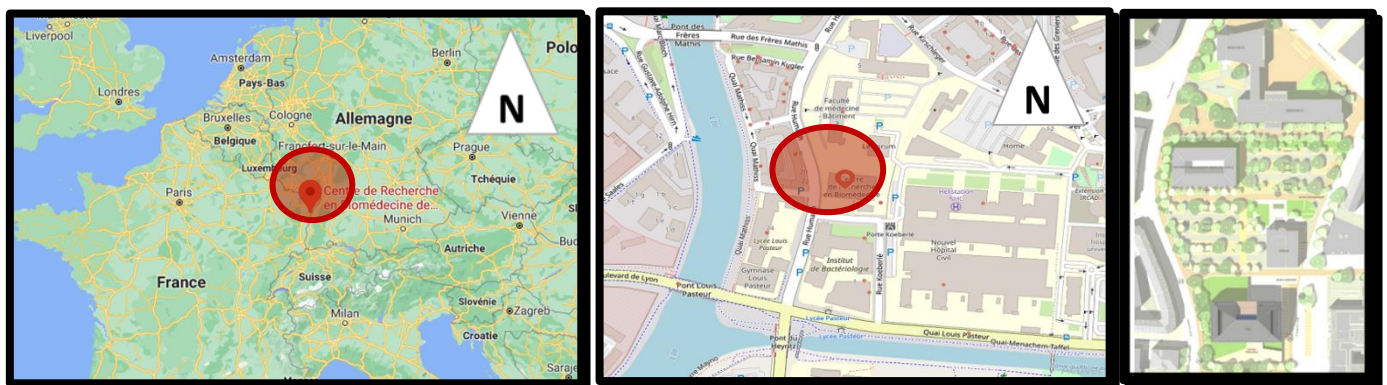


Figure 0-20: situation géographique de Strasbourg

Source : (earth, 2021)

Figure 0-19: Plan de masse

Source :
Eurométropole
Strasbourg

4) Étude contextuelle :

a. Accessibilité :

Le projet accessible par la rue Human vers la rue Boekel donc, le projet est bien desservi par des routes, vu sa situation en plein centre urbain.

La circulation piétonne elle est limitée au long de la façade principale, la circulation mécanique aussi destinée pour la gestion de déchets dirigée directement vers la rue principale pour bien maîtriser les deux flux.

Par rapport l'accessibilité au projet, le dernier doté par une entrée principale (seule accès public) et autre postérieure près de parking privé pour les travailleurs ce qui permet l'organiser les parcours de tous les types des utilisateurs de projet.

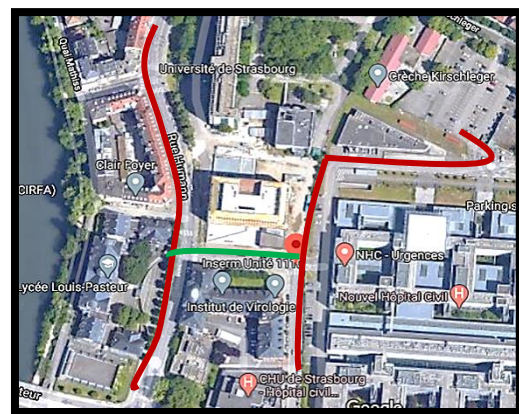


Figure 0-21: La situation géographique de centre

Source : (earth, 2021)

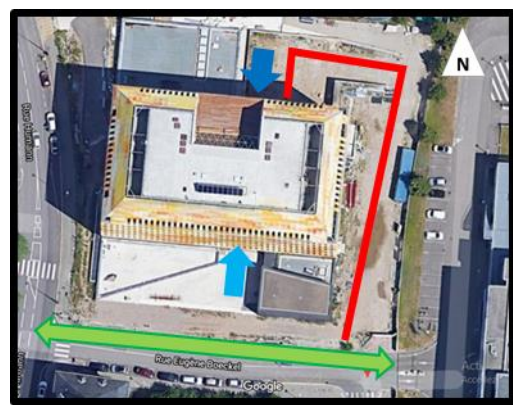
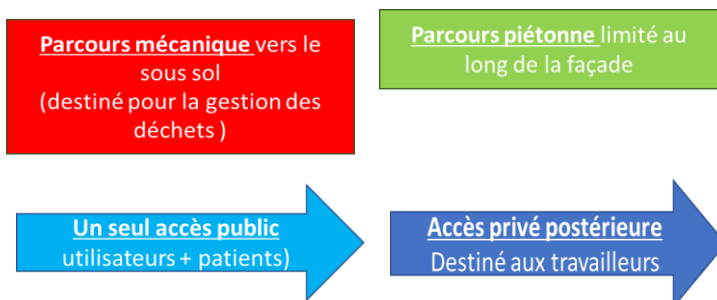


Figure 0-22: La situation géographique de centre

Source : (earth, 2021)

b. Les gabarits :

La hauteur de centre est intègre parfaitement avec les hauteurs des autres bâtiments sans engendrer un problème de vis-à-vis (**Figure I-23**).

c. L'implantation :

Le projet a convaincu par son implantation urbaine et par sa compacité, à la vue de la petitesse de la parcelle face à la surface nécessaire considérable (**Figure I-24**).



Figure 0-24 : Vue aérienne de centre

Source : (earth, 2021)

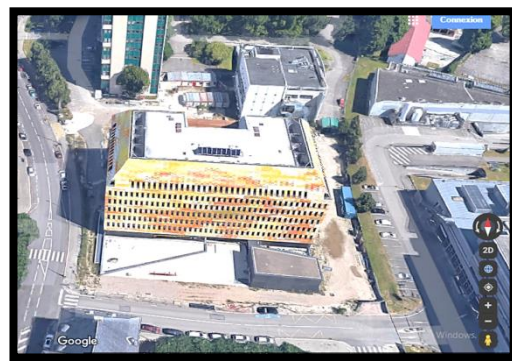


Figure 0-25: Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)**d. Volumétrie :**

Le volume du CRBS est surmonté d'une toiture, qui s'inspire de la silhouette des constructions traditionnelles de la ville. Cette volumétrie permet au projet de dialoguer harmonieusement tant avec les bâtis historiques des quais de l'Ill placés en vis-à-vis qu'avec l'architecture très technique du Nouvel hôpital civil. Où sa simplicité formelle contraste avec son enveloppe.

e. L'orientation :

Le projet Orienté nord/sud pour assurer trois aspects.

- L'aspect urbain ; l'orientation libère une partie de parcelle coté est/ouest où le bâtiment peut s'inscrire également dans la continuité des tracés de la ville.
- L'aspect environnemental : son orientation aide à créer des espaces ouverts de côté est/ouest (percement) pour l'exploitation maximale des rayons solaires et l'augmentation de courant d'air qui va passer à l'intérieure de bâtiment.
- L'aspect sécuritaire ; éloigner le projet à travers les percements ouverts de côté est /ouest par rapport à ses voisins, aussi ces derniers augmentent la visibilité de centre.

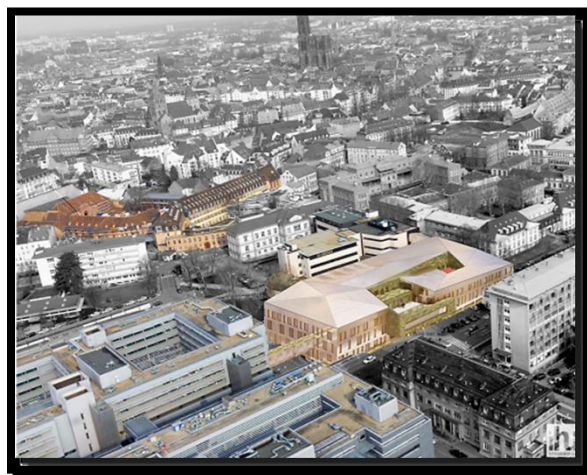


Figure 0-23: Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)

5) Etude fonctionnelle :

Le CRBS accueillera sur 6 étages à la fois la formation, la recherche et les soins cliniques en biomédecine :

Niveau rez bas :

- L'animalerie
- Espaces déchets
- Locaux techniques

Niveau rez haut :

- Consultation médicale
- Imagerie

Les autres niveaux :

- Laboratoires divers
- Un atrium au centre qui offre un éclairage naturel et une ventilation nocturne.

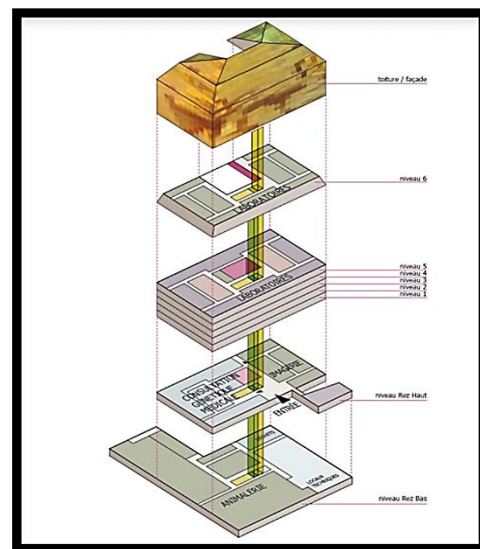


Figure 0-26: axonométrie de centre

Source : (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)

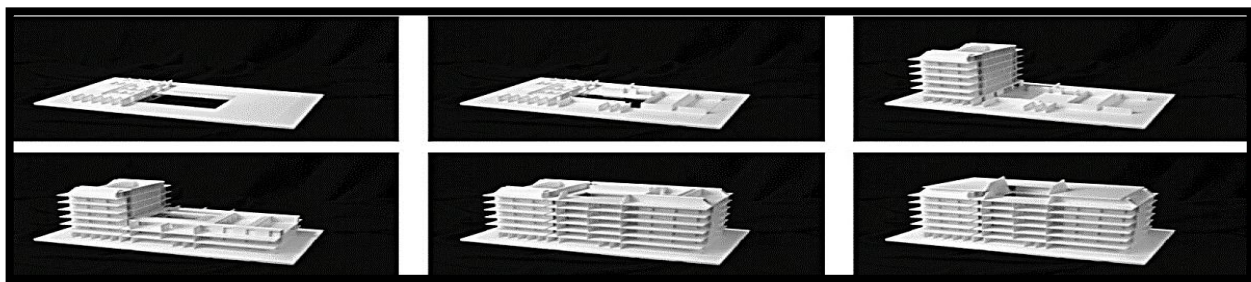


Figure 0-27: La genèse de Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)

Les étages de bureaux, sont ponctués de neuf atriums et desservis par six noyaux périphériques, sont totalement exemptes de colonnes, ont été optimisées pour l'efficacité, la lumière du jour et la flexibilité grâce à la modélisation paramétrique et permettent d'atteindre une efficacité fonctionnelle supérieure à 90%.

a. Niveau Rez Bas :

- Le socle partiellement enterré du bâtiment intègre une animalerie ainsi que des locaux techniques. Ceux-ci sont reliés à quatre colonnes techniques structurantes qui traversent l'ensemble des niveaux de laboratoires pour aboutir aux installations situées dans les combles.

une animalerie centrale de 1500 m2

Déchets

Locaux techniques



Figure 0-28: Coupe du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)

b. Niveau rez haut :

- Est le niveau d'accueil du public et comporte une salle de conférence. De plus, un espace est dédié aux activités cliniques de l'Institut de Génétique Médicale d'Alsace et accueillera des patients ainsi qu'un plateau d'explorations cliniques de pointe.

Consultation génétique médicale: 2000m2

Patio 125m²

Une plateforme imagerie : 1444 m2

une salle de conférence

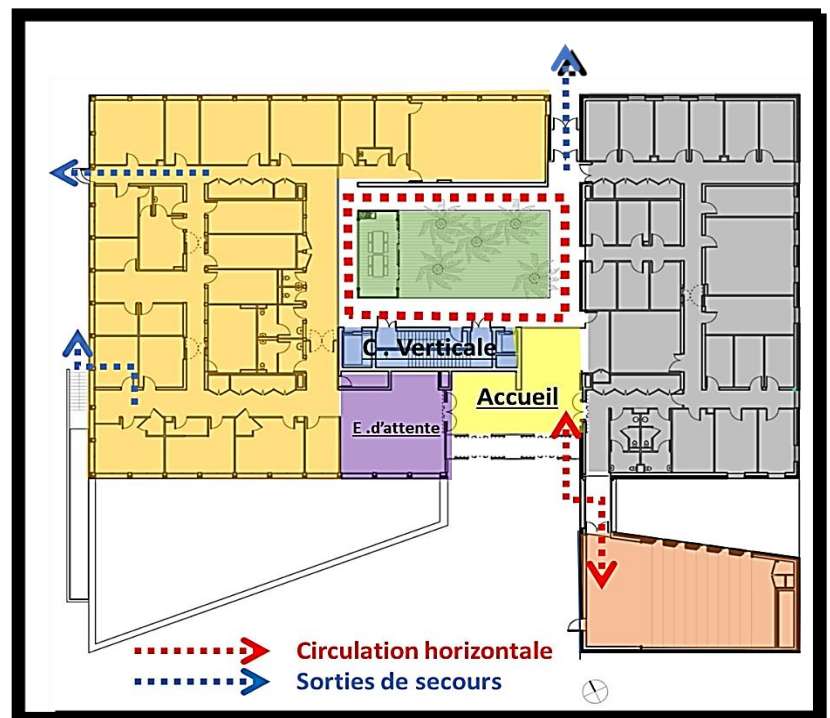


Figure 0-29: Plan rez de haut du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)

- Parmi les principes de conception déduits du plan de rez haut ;
 - Un accueil direct et simplifié
 - Utilisation très fluide des circulations verticale
 - La hiérarchisation des services tout en rassemblant les prises en charge ambulatoires sur même niveau pour conjuguer le flux avec un confort requis.

- Des espaces de dégagement pris de chaque entité pour une meilleure gestion de flux différent.
- Le patio c'est l'articulation physique entre entités.

c. 1er Niveau :

- Ce niveau englobe les espaces de recherche (laboratoires) ou sont juxtaposés et orientés vers tous les directions (selon les exigences de chaque laboratoire) et autres éclairés par la lumière naturelle de l'atrium, mais entre eux des labos ne besoins pas de lumière naturelle.

Les laboratoires(18m ² _55m ²)
Les laboratoires clos(11m ² _26m ²)
Local désinfectant 200m ²
Salle de réunion 39m ²
Circulation verticale
Patio + espace de repos 125m ²



Figure 0-30: Vue à l'intérieur de laboratoires

Source : (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)

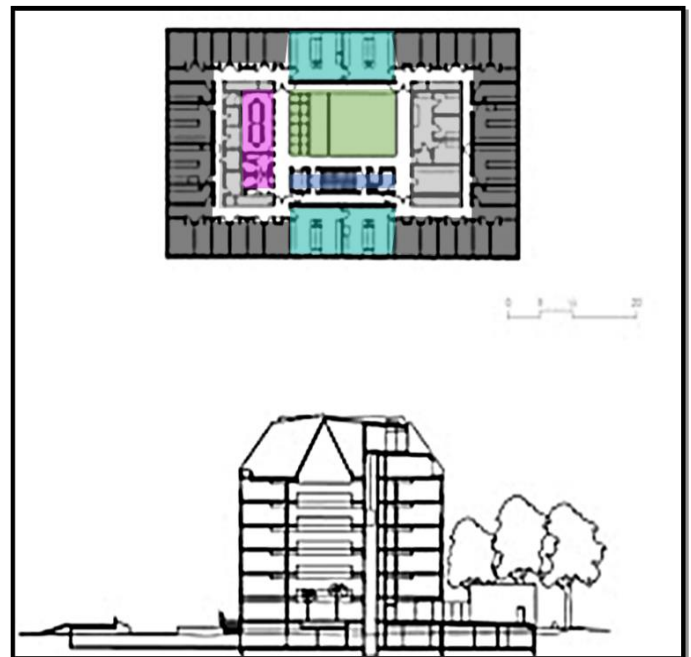


Figure 0-31: 1er Niveau du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)

d. Plan courant 2eme Niveau :

Les bureaux et laboratoires du CRBS sont organisés en modules réguliers, qui permettront une grande flexibilité dans l'usage et l'attribution des locaux.

- **1^{er} niveau**
 - Immuno-rhumatologie moléculaire
 - Laboratoire de génétique médicale
- **2^{eme} niveau**
 - Neuropsychologie cognitive, physiopathologie de la schizophrénie
 - Mécanismes centraux et périphériques de la neurodégénérescence
- **3^{eme} niveau**
 - Biopathologie de la myéline, neuroprotection et stratégies
- **4^{eme} niveau**
 - Biomatériaux et bioingénierie
 - Nanomédecine régénérative
- **5^{eme} niveau**
 - Mitochondrie, stress oxydant et protection musculaire
 - Laboratoire de pharmacologie et de toxicologie neurocardiovasculaire
- **6^{eme} niveau**
 - I-Cube - Systèmes complexes, bio-informatique translationnelle

Figure 0-32: Les différents laboratoires du centre

Source : auteur

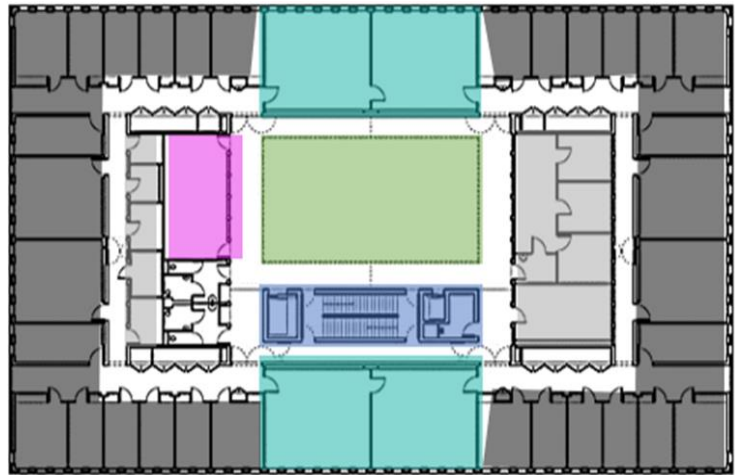


Figure 0-33: Plan courant du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (Source : <http://groupe-6.com/projet/architecture-recherche-medicale-crbs/>)

6) Analyse de technique :

a. Type de structure : Structure en béton armé avec une verrière repose sur une Charpente métallique.

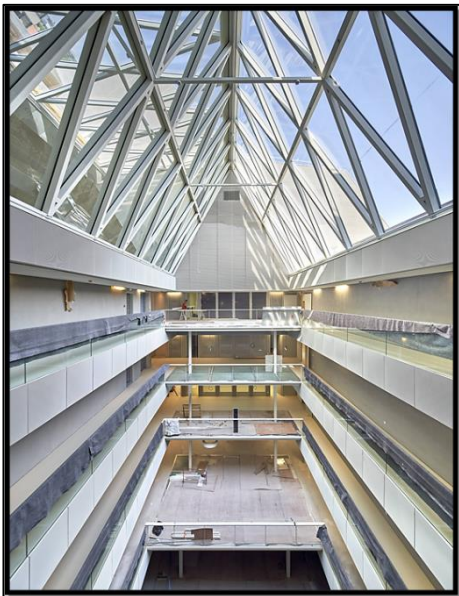


Figure 0-34: Vue sur l'atrium couvre par une verrière repose sur ossature en acier

Source : (<https://www.cte-sa.com/fr/ingenierie-des-structures/nos-references/projet/cdr-en-biomedecine>)

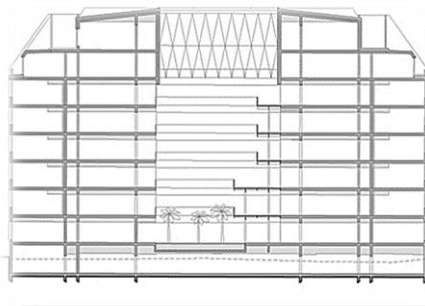


Figure 0-36: Coupe du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (<https://www.cte-sa.com/fr/ingenierie-des-structures/nos-references/projet/cdr-en-biomedecine>)



Figure 0-35: Façade sud du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (<https://www.cte-sa.com/fr/ingenierie-des-structures/nos-references/projet/cdr-en-biomedecine>)

b. L'enveloppe du bâtiment :

du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg est techniquement et énergétiquement performante. Elle est issue tout à la fois d'une recherche technique concernant les conditions d'ensoleillement variables entre façades, et d'une recherche esthétique d'une double lecture de ce volume.

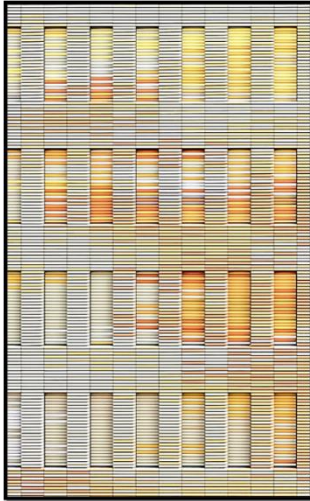


Figure 0-39: Brises solaires colorés couvrant la fenêtre

Source :
(<https://histoiresduniversites.wordpress.com>)



Figure 0-38: Pose des Brises solaires colorés sur l'ossature

Source :
(<https://histoiresduniversites.wordpress.com>)

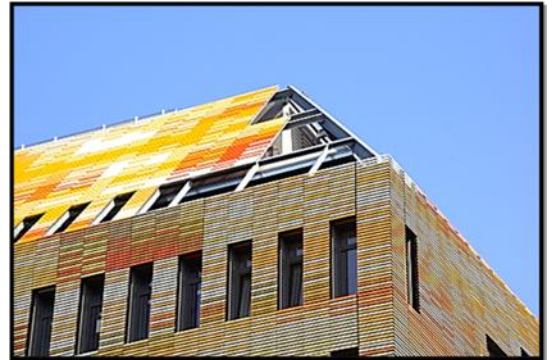


Figure 0-37: Brises solaires colorés

Source :
(<https://histoiresduniversites.wordpress.com>)

- Équipe de maîtrise d'œuvre a imaginé pour la façade un motif esthétique obtenu par la pixellisation de la fresque de Pompéi Chiron et les inventeurs de la médecine. Les pixels de l'image sont constitués par « des lames d'aluminium toutes identiques dans leur profil et format, utilisées soit de manière fixe, telle une vêtue, soit mobiles en stores orientables », indiquent les architectes. Le motif sera entièrement reconstitué quand les stores seront tous fermés.
- **L'atrium :** Dans les six niveaux hauts dédiés à la recherche, ces modules sont disposés en couronne autour d'un atrium central. Celui-ci est le cœur de l'édifice et rassemble les moyens communs des chercheurs. Un lieu de partage des idées, situé sous une verrière qui ouvre non seulement l'atrium vers le ciel, mais fait également entrer le panorama de Strasbourg au sein de l'édifice jusqu'à l'accueil.

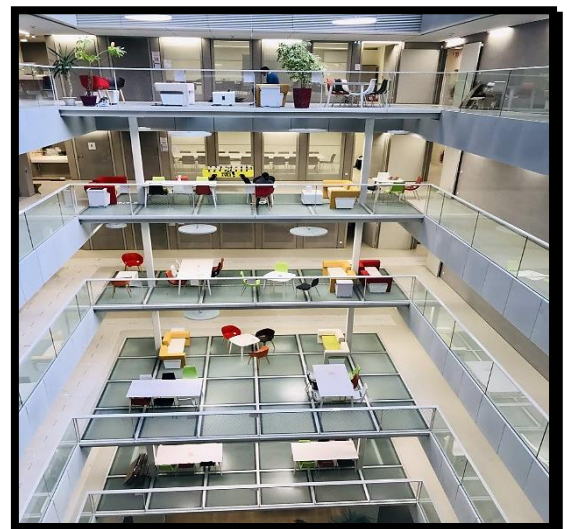


Figure 0-40: Atrium du Centre de recherche en biomédecine de Strasbourg

Source : (: <http://groupe-6.com/projet>)

c. Système de ventilation :

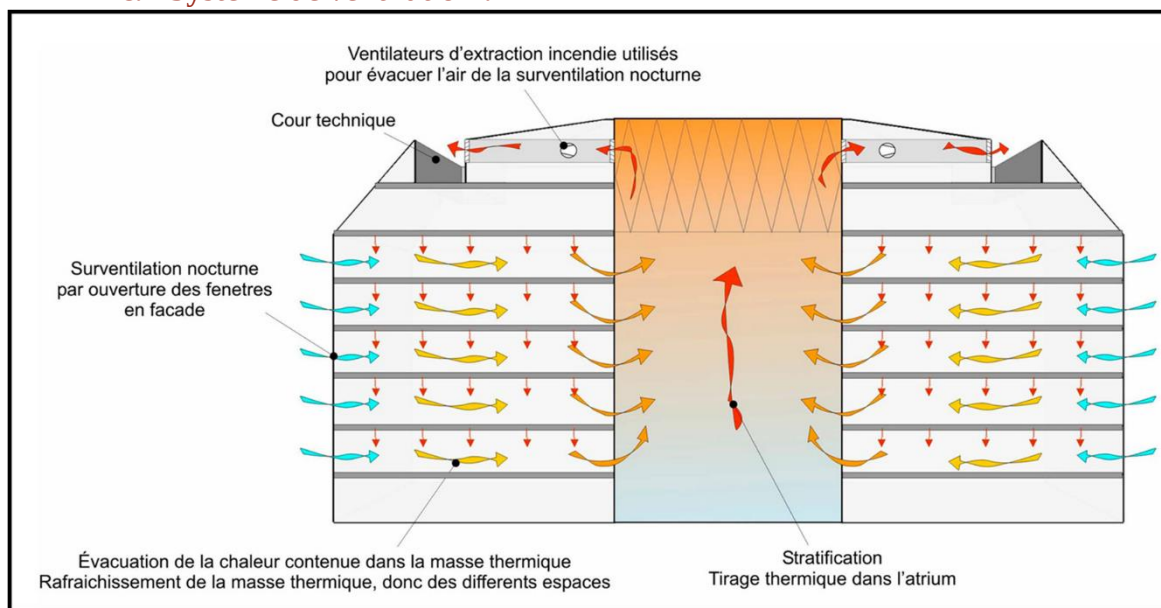


Figure 0-41:Le fonctionnement de système de ventilation du Centre

Source : (<https://transsolar.com/fr>)

- La ventilation naturelle par tirage thermique : l'air chaud monte, tandis que l'air froid, plus lourd, descend, et ainsi un tirage d'air se crée naturellement dans le logement

- on fait entrer de l'air extérieur dans les pièces de vie. Puis, il se déplace via des grilles de transfert entre les pièces jusqu'aux pièces humides et chaudes, comme la cuisine, la salle de bain, les WC ou encore la buanderie.

Ainsi, l'air vicié, plus

chaud que l'air extérieur entrant, remonte naturellement, et est extrait par le conduit relié à la bouche d'extraction qui débouche sur la toiture

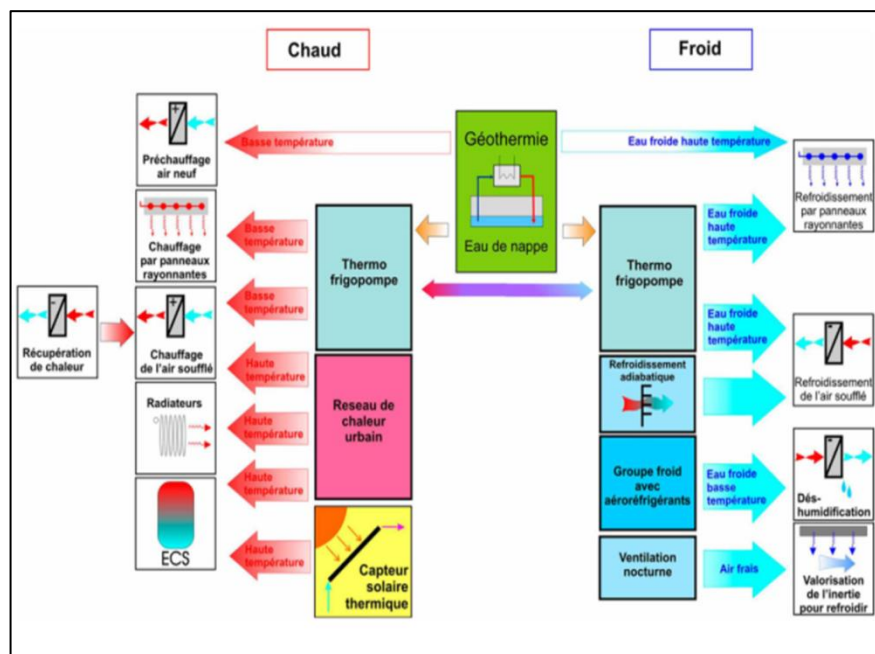


Figure 0-42:centre de traitement de l'air

Source : (<https://transsolar.com/fr>)

- Hygroréglable L'ouverture s'adapte en fonction du degré d'humidité ambiante du local, grâce à un élément sensible à l'humidité relative.

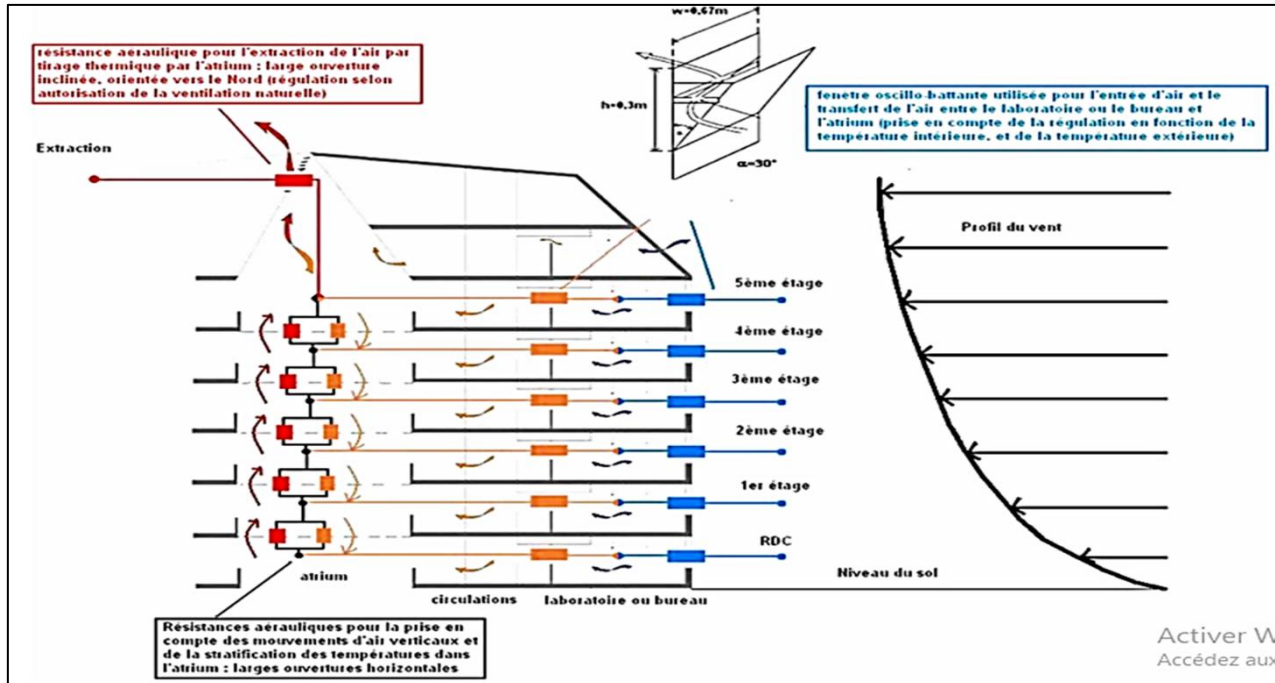


Figure 0-43: système de ventilation à travers le tirage thermique dans l'atrium

Source : (<https://transsolar.com/fr>)

- Les besoins restants du bâtiment sont couverts par des dispositifs passifs et des énergies renouvelables tels que la géothermie, le solaire thermique et la surventilation nocturne amortissant les besoins en chaud et en froid.

Réseaux simples, très compacts avec les CTA en proximité des locaux desservis, réduisant les besoins pour les ventilateurs.

Dégagements de chaleurs liés aux réfrigérateurs et congélateurs sont évacués directement afin d'éviter que la chaleur se propage au sein des espaces.

Systèmes de récupérateur de chaleur performants (80%) équipant l'ensemble des CTA.

- Pour l'animalerie, un système multifonctionnel incluant du rafraîchissement adiabatique permet de soulager intégralement les besoins du groupe froid, de se passer des aéroréfrigérants en toiture et d'amortir tous les besoins en chauffage de l'animalerie.

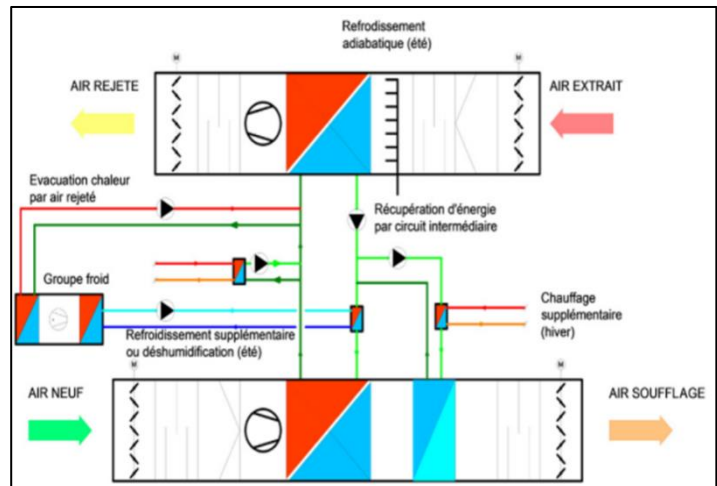


Figure 0-44: ventilation double flux

Source : (<https://transsolar.com/fr>)

B. 2em exemple Centre Zayed pour la recherche sur les maladies rares chez les enfants.

1) Fiche technique :

Projet : Centre Zayed pour la recherche sur les maladies rares chez les enfants.

Fonction / utilisation : centre de recherche.

Pays : Royaume-Uni.

Lieu : 93 Guilford St, Holborn, London WC1N 1DN, Royaume-Uni.

Superficie : 13 000 m²

Maîtrise d'ouvrage : Great Ormond Street Hospital Children's Charity (on behalf of Great Ormond Street NHS Foundation Trust and University College London)

Architectes : Stanton Williams

Achèvement : 14 septembre 2019.



Figure 0-45: Centre Zayed de recherche sur les maladies rares chez les enfants.

Source : (<https://www.eocengineers.com/fr/>)

Climat : tempéré chaud.

2) Présentation²⁷ :

Great Ormond Street Hospital est une institution très applaudie au Royaume-Uni et leur nouveau Zayed Centre for Research est développé en partenariat avec University College London. Le bâtiment contiendra une clinique de consultation externe, des laboratoires, des salles d'équipements spécialisés et des lieux de travail pour les chercheurs.

3) Situation :

Le centre se situe en plein cœur de ville de Londres) au sud-est de la Royaume-Uni. S'intégrera parfaitement dans l'espace du Knowledge Quarter.

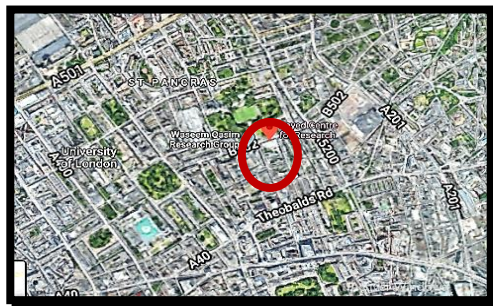


Figure 0-47:La situation géographique de Londres

Source : (earth, 2021)

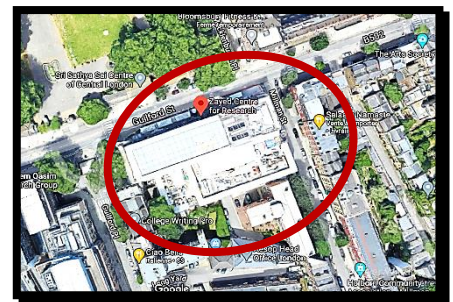


Figure 0-46:La situation géographique de quartier du savoir Source : (earth, 2021)

4) Étude contextuelle :

Voisinage²⁸ :

Le bâtiment est un nouvel ajout important au Knowledge Quarter de Londres et à la Bloomsbury Conservation Area. Il est situé à quelques pas de l'hôpital de Great Ormond Street, UCL et se trouve en face de Coram's Fields - un symbole important de la philanthropie et du bien-être des enfants depuis plus de 250 ans. Coram's Fields était le site de l'hôpital Foundling fondé en 1739 par le philanthrope Thomas Coram pour traiter et soigner les enfants défavorisés.



Figure 0-48:L'environnement immédiat du centre

Source : (earth, 2021)

a. Accessibilité :

- Projet est bien desservi par des routes, vu sa situation en plein centre urbain.

²⁷ Site : (www.eocengineers.com), 2021)vu le 2/01/2021

²⁸ Site : www.darchitectures.com

- Accessibilité directe, une entrée ouverte sur la voie reçoit le flux diversifié de projet.

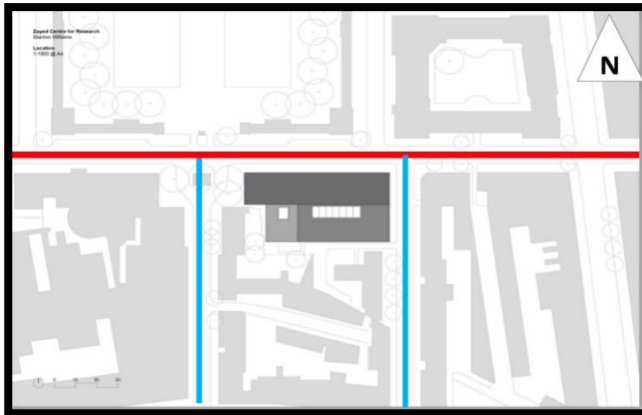


Figure 0-49: Plan de situation du centre

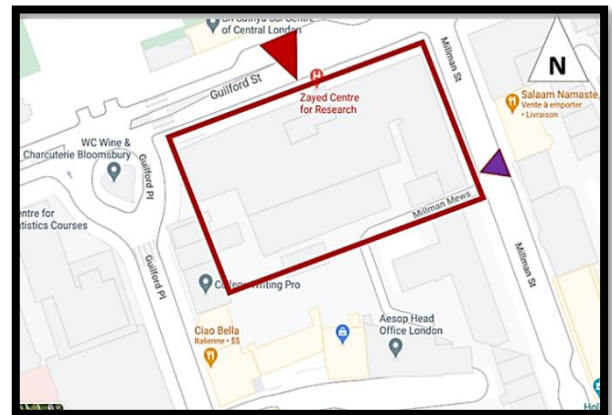
Source : (<https://archello.com>)

Figure 0-50: Plan de situation du centre

Source : (earth, 2021)



b. Les gabarits :

La hauteur de centre est intégrée parfaitement avec les hauteurs des autres bâtiments.

c. Les limites :

Le centre Est limité par les bâtiments de trois côtés d'autre part elle est ouverte sur un jardin. L'objectif est d'offrir des vues panoramiques à partir du jardin.

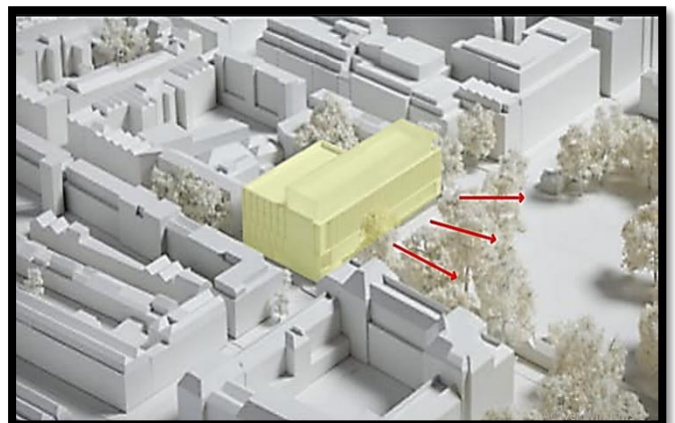


Figure 0-51: Maquette exprime les gabarits et les limites du centre

Source : (www.ucl.ac.uk, 2021)

5) Etude fonctionnelle :

8 niveaux superposés autour d'un atrium.

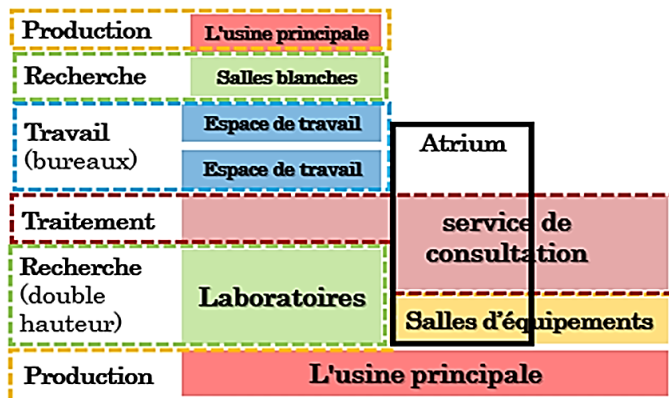


Figure 0-53:la hiérarchisation des services de centre

Source :auteur

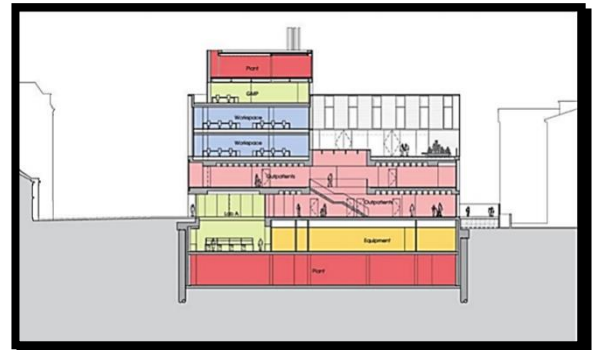


Figure 0-52:Maquette exprime les gabarits et les limites du centre

Source : (www.ucl.ac.uk, 2021)

- L'intérieur du Centre de recherche Zayed s'organise autour de deux " cœurs " : une zone ambulatoire et une zone de recherche. Chacune est planifiée en volumes superposés autour de son propre atrium..

- Le personnel de recherche et les patients partagent l'entrée unique qui passe au-dessus des laboratoires principaux. Un vaste vitrage crée des liens visuels forts entre les zones de recherche et les zones ambulatories.

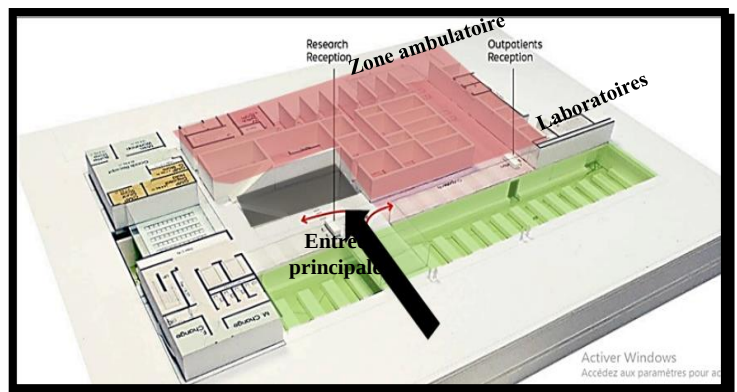


Figure 0-54:Maquette exprime la distribution intérieure du centre

Source : (www.ucl.ac.uk, 2021)

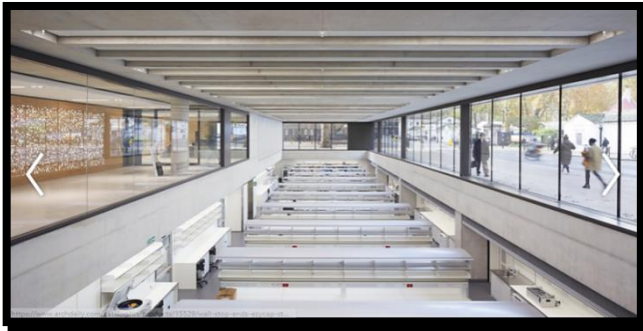


Figure 0-56: Laboratoire de rez de bas du centre

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

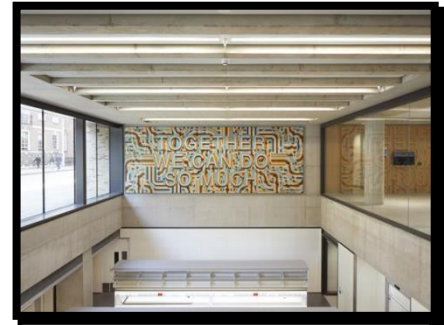


Figure 0-55: Les baies vitrées de Laboratoire de rez de bas du centre

Source :
(www.ArchDaily.com, 2021)

- L'entité de recherche situé au-dessus le passage d'entrée exposé directement à l'extérieure par des grandes baies vitrées, l'idée de l'architecte William Stanton c'est de partager la science avec les patients, leur famille et le public utilisant un langage architectural " non clinique "²⁹. Donc, le centre conçu comme un bâtiment collaboratif ou il encourage l'interaction visuelle entre le personnel de recherche et le patient.
- Le service de consultation externe, créant une interface unique et directe entre les patients, les familles et la recherche. Le centre de consultation externe fait partie intégrante du Centre de recherche Zayed et renforce son objectif principal, qui est de comprendre les maladies rares et de faire progresser la recherche pour de nouveaux traitements.

²⁹ Site : (www.ArchDaily.com, 2021)vu le 3/01/2021

a. Les Rez de haut :

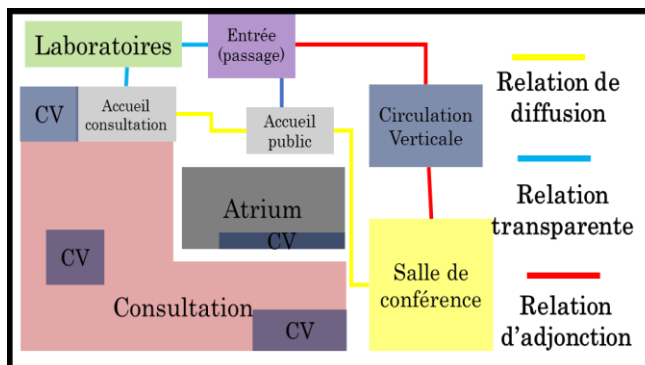


Figure 0-57: L'organigramme spatio-fonctionnel

Source : auteur

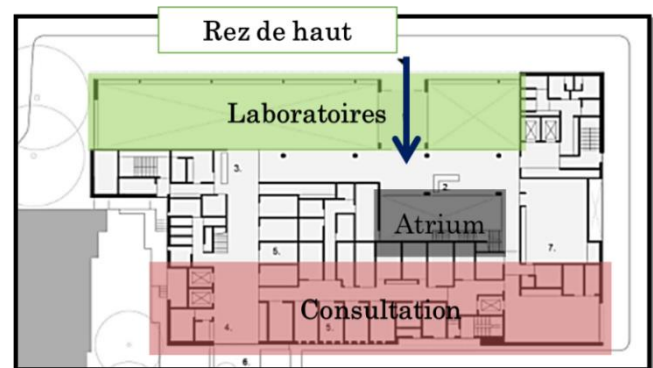
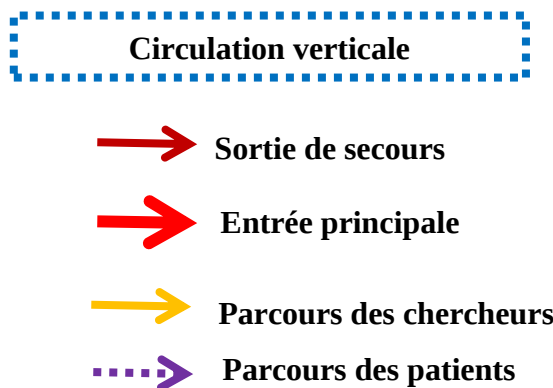


Figure 0-58: Plan rez de haut du centre

Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)

Circulation verticale

- ➔ Sortie de secours
- ➔ Entrée principale
- ➔ Parcours des chercheurs
- ➔ Parcours des patients

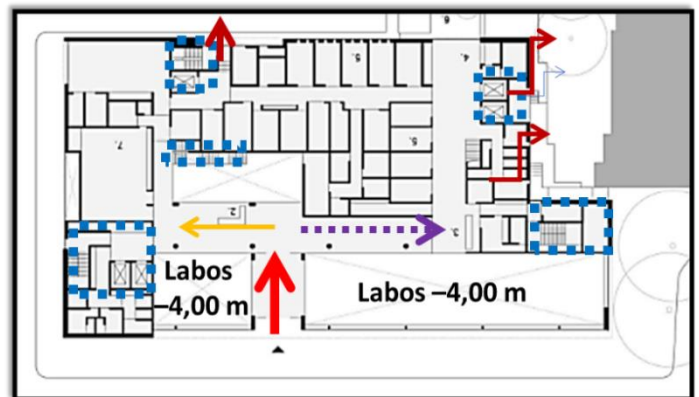


Figure 0-59: Plan rez de haut du centre.

Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)

- Un escalier monumental, situé au centre de l'atrium, permet d'accéder à l'atrium.

Il dessert aussi la salle de pause du personnel, les salles de réunion, la salle de séminaire ainsi que les salles de réunion. Un élément offrant alors des occasions de rencontres et d'échanges fortuits.

- Renforce l'idée de partager les connaissances scientifiques avec le public par l'emplacement des labos au-dessous de



Figure 0-60: L'atrium du centre

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

l'espace de consultation qui caractérise par le flux des personnes important.

- Chaque entité a son propre ascenseur, cage d'escalier et sortie de secours.
- Un vaste vitrage crée des liens visuels forts entre les zones de recherche et les zones ambulatoriales.
- La séparation des entités par des parcours entre eux ou bien des baies vitrées.



Figure 0-61: Espace de repos pour les personnels

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

b. Les Rez de bas :

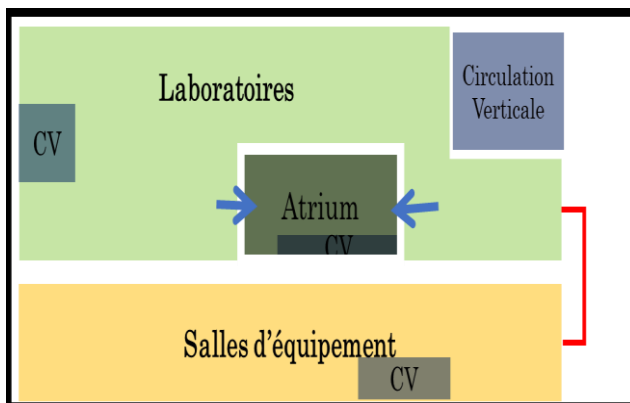


Figure 0-63: L'organigramme spatio-fonctionnel

Source : auteur

- Il ya deux types des labos ;

Un laboratoire collectif favorise l'éclairage naturelle Lab. 'B' (140 bancs) et d'autre situé dans un endroit plus sombre favorise la Lumière artificielle Lab. 'A' (20 bancs).

- La présence de deux sources de lumière les baies vitrées de la façade nord et l'atrium.
- Le bâtiment fournit des connexions physiques et visuelles entre les

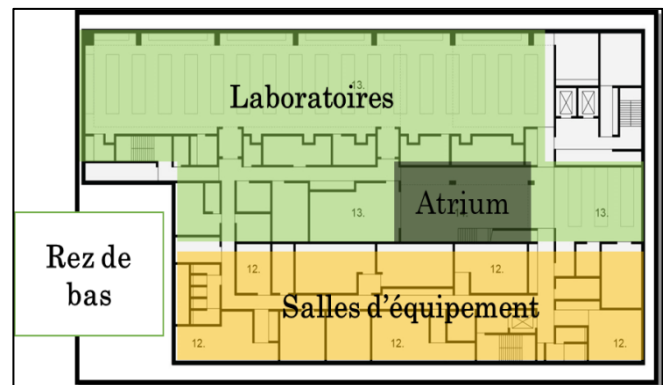


Figure 0-62: Plan rez de bas du centre

Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)

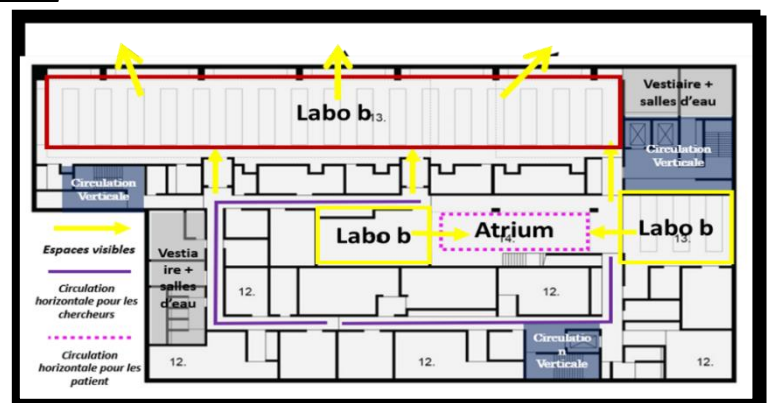


Figure 0-64: Plan rez de bas du centre

Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)

différentes fonctions mais aussi entre les différents utilisateurs du centre



Figure 0-67: Espace de repos des travailleurs

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)



Figure 0-66: Espace d'attente des patients

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)



Figure 0-65: Espace d'attente des patients Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

c. Niveau 01 :

- Les espaces de travail reposent sur un plan libre pour tout gagner l'éclairage naturel pénétré de baies vitrées (façade nord)
- Espaces orientés vers le nord est éclairés directement.
- Le département utilise le même langage architectural que l'édifice principal ; Le personnel de recherche et les patients partagent la science à travers les offices libres

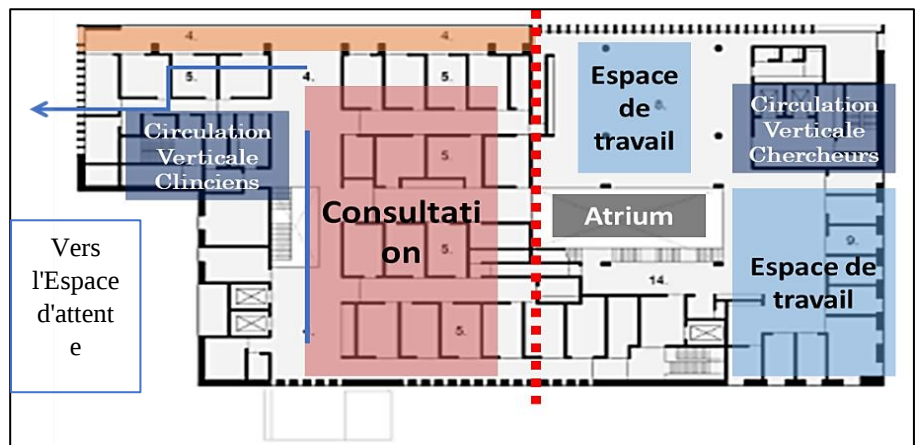


Figure 0-68: Plan 1er niveau du centre

Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)

La seule relation entre espace ambulatorio et office c'est l'atrium (relation par transparence).

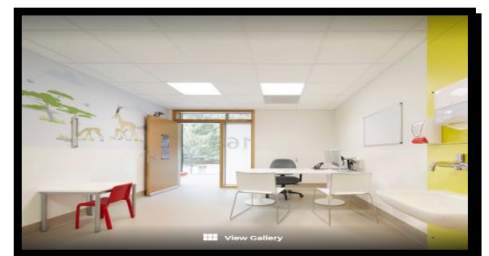
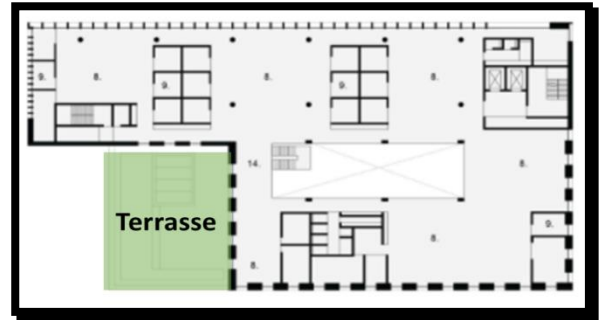
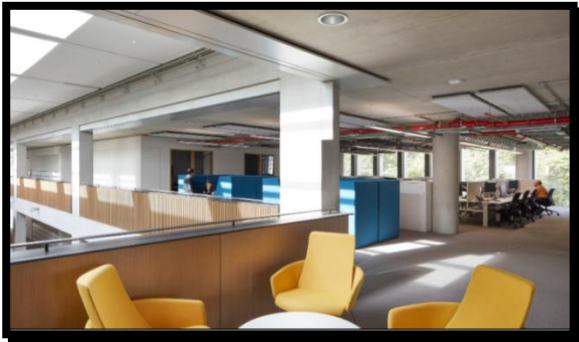
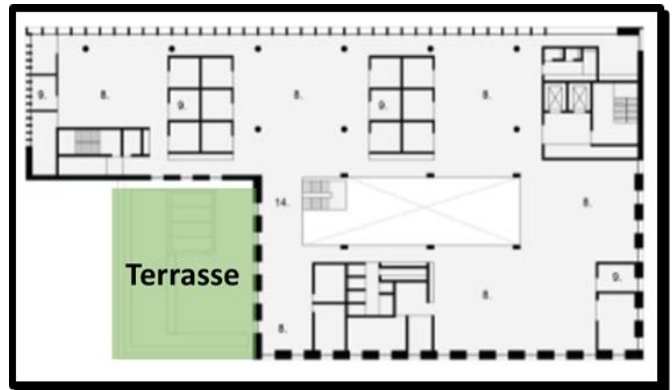


Figure 0-69: Consultation enfants

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

d. Niveau 02 :**Figure 0-71: Espace de réunion libre**Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)**Figure 0-70: Plan 2eme niveau du centre**Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)**e. Niveau 03 :****Figure 0-73: Espace de réunion libre**Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)**Figure 0-72: Plan 3eme niveau du centre**Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)

- Total de 472 bureaux réparties sur les trois niveaux formé deux types les uns sont clos (non éclairé naturellement) et les autres ouverts (bien éclairé par la lumière de jour)
L'abondance des espaces de repos soit à côté l'atrium, terrasse ou cafétéria.

f. Niveau 04 :

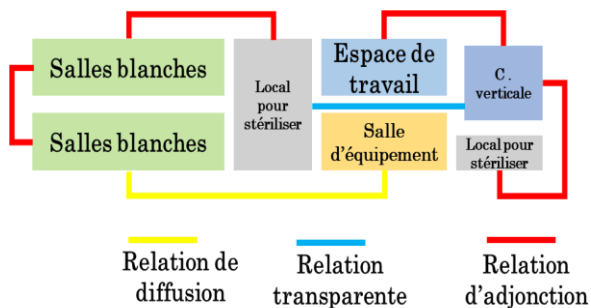


Figure 0-75:L'organigramme spatio-fonctionnel

Source : auteur

- 4eme étage complet dédié spécialement pour les salles propres avec d'autres chambres d'assistance et de stérilisation.
- Les espaces de cette entité hiérarchisés de façon limiter la contamination et garantir la protection des usagers et l'espace.
- Les salles situées au côté sud n'exposent pas directement sur l'extérieure et sont isolées par des couloirs.
- Les espaces sont articulés par des relations visuelles.
- **Fonctionnement des salles blanches :**
 - Les Principaux Vecteurs De Contamination :
 - ✓ Les Personnes 75%
 - ✓ La Ventilation 15%

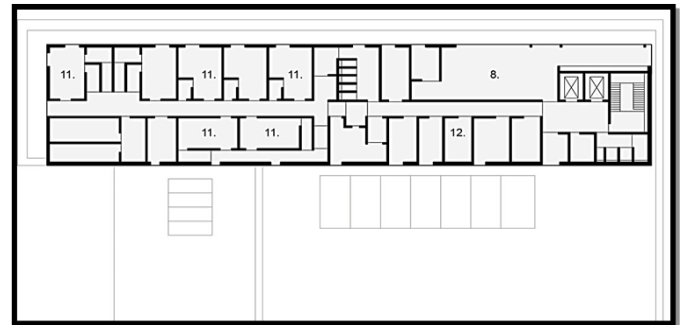


Figure 0-74:Plan 4eme niveau du centre

Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)

Figure 0-76:Usine de production de vaccin

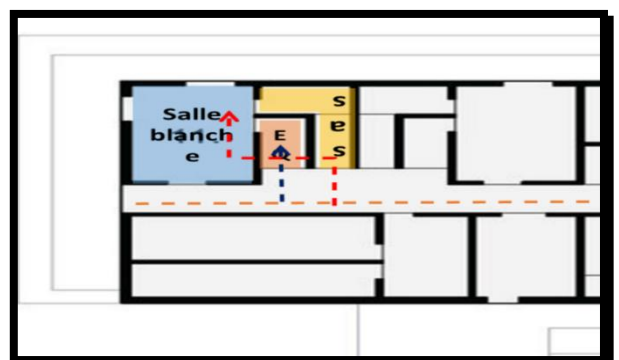
Source : (www.ucl.ac.uk, 2021)

Figure 0-77:L'organisation spatiale de la salle blanche

Source : (www.architecturalrecord.com,

✓ Structure De La Salle 5%

✓ Le Matériel 5%

Salle propre, constitué :

- ✓ D'une enceinte ou enveloppe spécifique (délimitation de l'espace)
- ✓ D'un système de traitement de l'air (filtration, maintien d'une surpression ou d'une dépression, maîtrise de la température et de l'hygrométrie)
- ✓ De procédures d'entrée / sortie pour les personnes, les matières et les matériels.

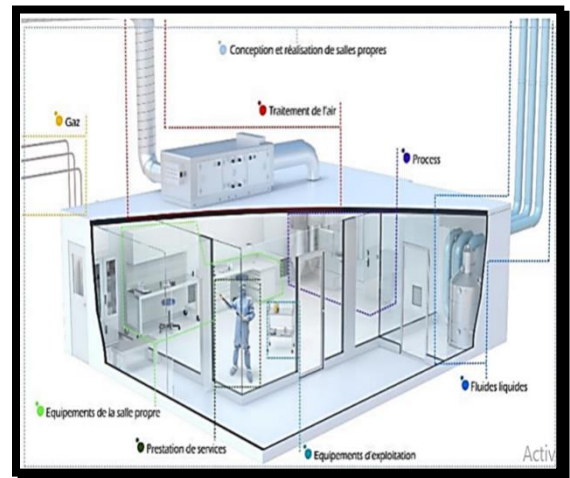


Figure 0-78: L'organisation spatiale de la salle blanche

Source : (www.hopitech.org.com, 2021)



Figure 0-80: Les installations de la salle blanche

Source : (www.ucl.ac.uk, 2021)

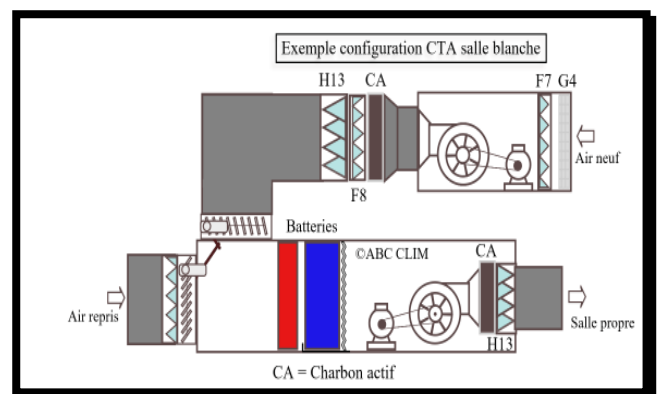


Figure 0-79: Centrale de traitement de l'air

Source : (www.ucl.ac.uk, 2021)

- L'usine principale est située sous les laboratoires, tandis qu'une usine supplémentaire au niveau du toit dessert une salle blanche au dernier étage pour le développement de traitements génétiques. Caractérisé par une large surface et en relation forte avec les salles blanches et labos

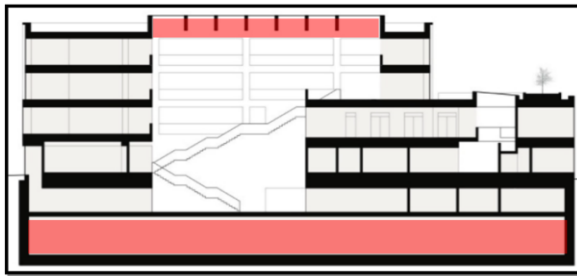


Figure 0-82: Coupe longitudinale du centre

Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)

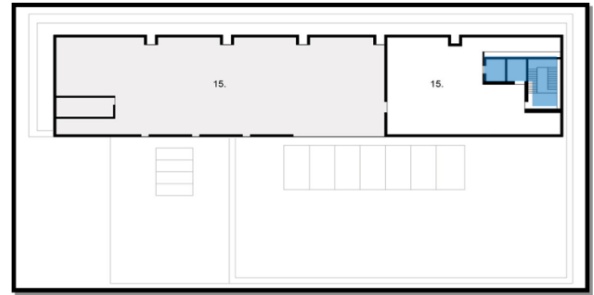


Figure 0-81: Plan de 5eme niveau du centre

Source : (www.architecturalrecord.com, 2021)

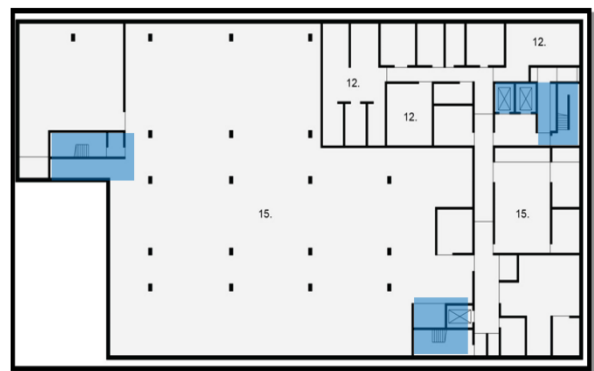


Figure 0-83: Plan du bassement du centre

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

g. Hiérarchisation verticale :

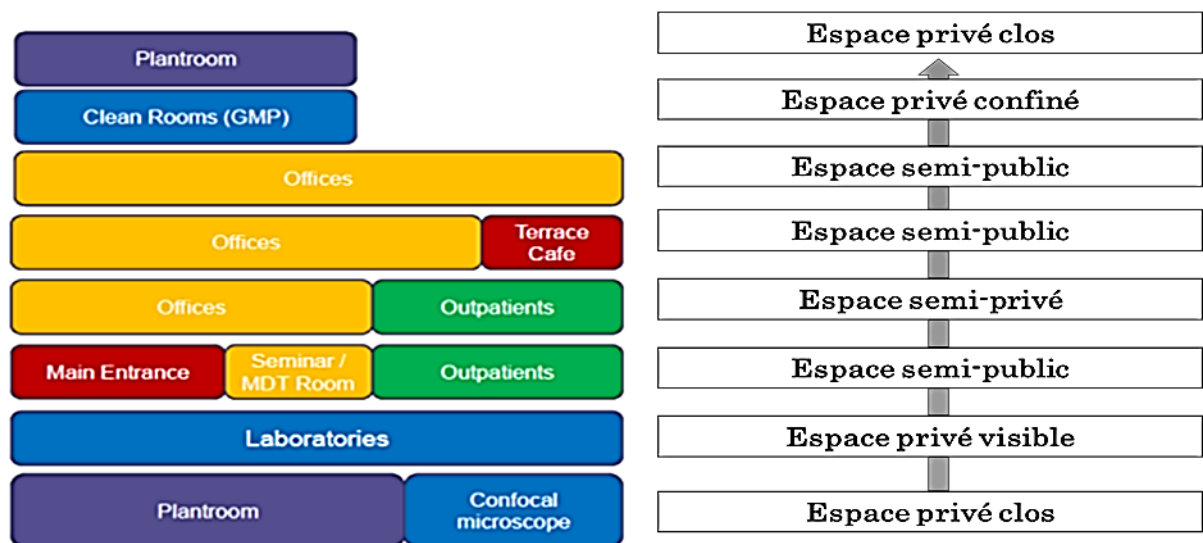


Figure 0-84: Distribution verticale fonctionnelle des espaces du centre

Source : auteur

6) Analyse de façade :

- La façade est construite à partir d'une combinaison de systèmes, notamment des murs rideaux vitrés, des briques, du béton précontraint et de la terre cuite.
- Les éléments verticaux fins de terre cuite sur le devant de la façade sont fixés à travers le mur-rideau
- Un caisson vitré réfléchissant s'agrandit pour devenir un écran végétal transparent dont l'arrière est fait de plusieurs couches de mailles



Figure 0-85 : Brises solaires

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

- Façade transparente expose l'organisation intérieure.
- La façade principale orienté vers le nord où sa fonction de faire pénétrer la lumière naturelle.
- L'orientation des fenêtres qui permet de maximiser la pénétration de la lumière et offre un environnement de travail intérieur de grande qualité.

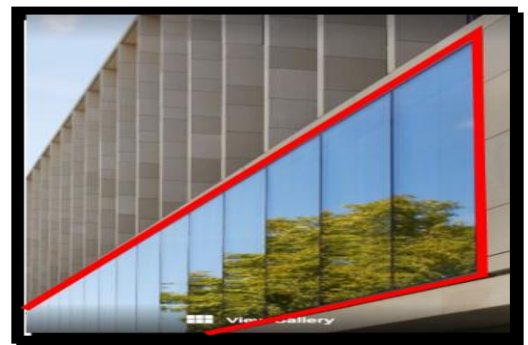


Figure 0-86: Baies vitré réfléchissant

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

- La façade sud : Simple fenêtres en longueur en retrait(ombrage) dans les étages ou trouve les bureaux
- La façade ouest : A une vue sur des arbres persistance situés à coté qui aide à la minimisation de l'effet de vents et donne une vue panoramique.

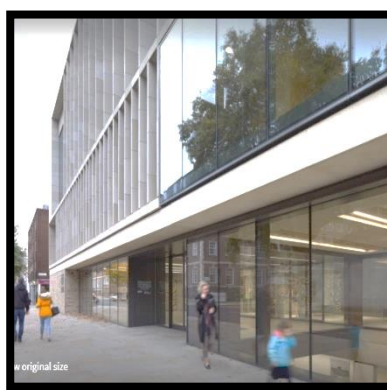


Figure 0-87: Façade principale

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)



Figure 0-88: Façade principale

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

a. **La fixation de mur rideau et panneau :**

Des lames de terre cuite encadrent et ombragent les fenêtres.

La fixation des panneaux solaires avec les lamelles de terre cuite (134 panneaux solaires)

La fixation de mur rideau de rez de chaussée ; La nécessité un sens la finition soignée en phase de conception afin de garantir sa réussite.



Figure 0-89: Façade principale

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

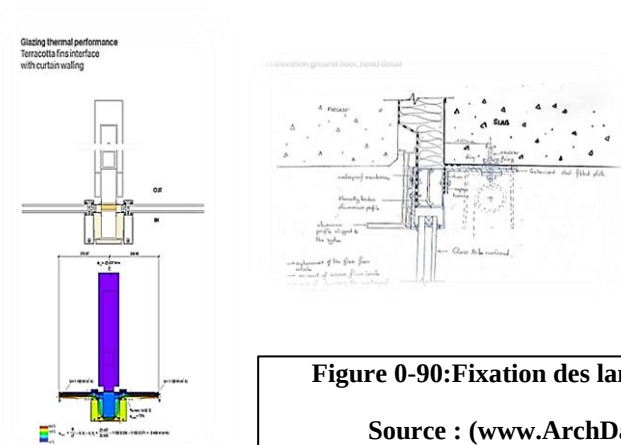


Figure 0-90: Fixation des lamelles de terre cuite

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

b. **Système constructif et matériaux :**

Stanton Williams a créé une esthétique non clinique dans tout le bâtiment grâce à un accès généreux aux vues et à la lumière naturelle et à l'utilisation de matériaux chauds et tactiles tels que;

- ✓ Béton précontraint
- ✓ Le béton transparent
- ✓ Le chêne
- ✓ Brique

Qui répondent néanmoins aux exigences strictes de contrôle des infections.

Les matériaux durables :

Des matériaux durables et nécessitant peu d'entretien ont été utilisés pour les intérieurs, tels que la terre cuite, le terrazzo, le linoléum et le bois.



Figure 0-91: Revêtement des murs extérieurs en terre cuite

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

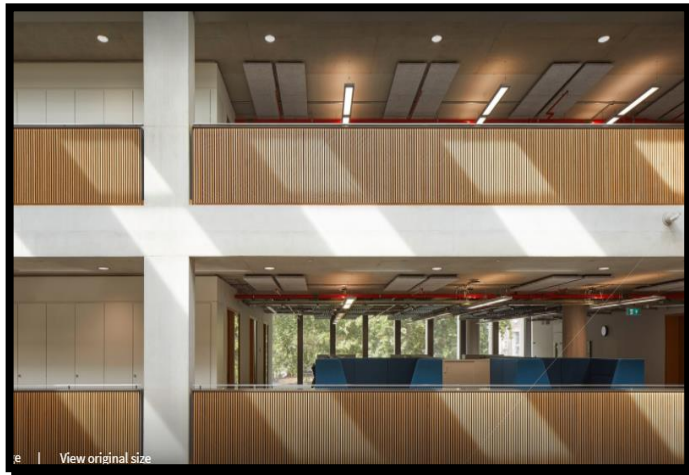


Figure 0-93: Garde-corps avec le matériau de chêne

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

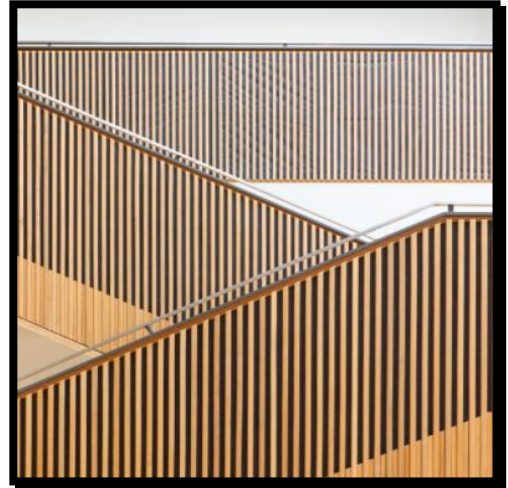


Figure 0-92: Garde-corps avec le matériau de chêne

Source : (www.ArchDaily.com, 2021)

- **Systèmes passifs et actifs intégrés :**

Le bâtiment adopte une première approche en tissu pour fournir des niveaux élevés d'efficacité thermique, combinés à l'utilisation de technologies à faible et zéro carbone, y compris une cogénération au gaz et des panneaux photovoltaïques montés sur le toit qui aident à réduire les charges de chauffage et de refroidissement, et la demande de l'électricité principale la grille. L'atrium qui aide réduire le demande de ventilation et éclairage, La consommation d'eau a été réduite de 25 pour cent par rapport aux références de l'industrie BRE, et le bâtiment dispose d'un système de gestion du bâtiment entièrement intégré pour assurer une efficacité optimale.

- **BREEAM Excellent:**

- 37% de réduction par rapport aux émissions de carbone de la partie L
- 17% de l'énergie régulée (partie L) est renouvelable
- 5,6% de la consommation énergétique totale du site est renouvelable
- 15% d'amélioration par rapport à l'objectif de réduction de carbone incorporé LETI 2020.

Synthèse thématique :

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

- L'implantation de projet dans un milieu scientifique pure (centre de recherche en technologie/hôpitaux /laboratoires) pour un travail en coordination.
- Volumétrie compacte introvertie.
- Orientation nord /sud pour meilleure exploitation des rayons solaires par des ouvertures étudiés intègrent dans la façade.
- Prévoir des bandes vertes et des plans d'eaux.
- Prévoir un parcours périphérique du projet pour faciliter les déplacements et pour une éventuelle intervention des pompiers.
- Il faut séparer et fluidifier les accès (accès chercheur, accès visiteur, accès d'urgence, accès mécanique...).
- Prévoir des locaux d'expérimentation spécifiques à l'extérieur.
- Prévoir des espaces de détente.
- Profiter des données climatiques de la zone du projet pour la gestion des besoins énergétique du projet.
- Utilisation des systèmes passifs et actifs pour atteindre un confort adéquat à l'intérieur du bâtiment et pour diminuer les consommations d'énergie, et utilisation des matériaux durable.
- L'intégration des systèmes des énergies renouvelables (tel que les panneaux photovoltaïque).
- La séparation au niveau des entités(septique/aseptique), la circulation (patients, chercheurs, médecins, travailleurs), étages.
- L'atrium fonctionnant tels qu'une source de lumière et au même temps espace de repos grade l'aspect sécuritaire de bâtiment à l'intérieure.
- Etudier la délimitation des activités du laboratoire, il faut faire attention de regrouper les activités liées en un même endroit, ou de délimiter clairement des espaces pour les activités spécifiques.
- Les types de locaux comportent les trois groupes suivants :
 - Surfaces de travail Bureau, laboratoire, ateliers ...
 - Surfaces d'infrastructures Locaux d'essais, locaux annexes, halls...
 - Locaux sociaux et de formation Bibliothèque, restaurant, salles de cours...
- Viabilisation se rapportant à la circulation.
- Une Viabilisation horizontale.

- Bonne disposition des systèmes d'orientation.
- Chemins sûrs, largeur suffisante des corridors.
- Largeur suffisante des portes (Prévoir des portes d'entrée large qui permette le passage des véhicules et des machines).

Une Viabilisation verticale :

- Ascenseurs et monte-charges dimensionnés de manière suffisante.
- Chaque laboratoire est doté d'un ou de plusieurs espaces notamment des bureaux et des espaces de stockage.
- Aménager des locaux de stockage et des supports laboratoire pour le matériel de laboratoire à proximité des laboratoires.
- Il est possible d'intégrer des murs mobiles qui s'ouvrent ou se ferment en fonction du type de pièce nécessaire, qui permettent de créer à chaque fois des conditions spatiales.
- Prévoir un étage inférieur au sous-sol pour les locaux techniques et les dépôts de matériel.
- Prévoir des socles solides en béton armées pour des laboratoires avec des équipements lourds, et faciliter l'axé par voix mécanique en les positionnant près de l'entrée mécanique.
- Pour le mobilier de laboratoire, il n'existe aucun concept détaillé avec une matérialisation complète. Les besoins s'orientent surtout en fonction des exigences issues de l'utilisation et des spécifications qui en découlent

CHAPITRE II :

ETUDE

CONTEXTUELLE



Introduction :

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

II. Présentation de la ville de Laghouat :

II.1.Situation géographique :³⁰

Laghouat est situé au cœur de l'Algérie, à 410 Km de la capitale Alger, est au-dessus des deux sommets du mont Tezigerarine (est dernière extension des monts de l'Atlas saharien).

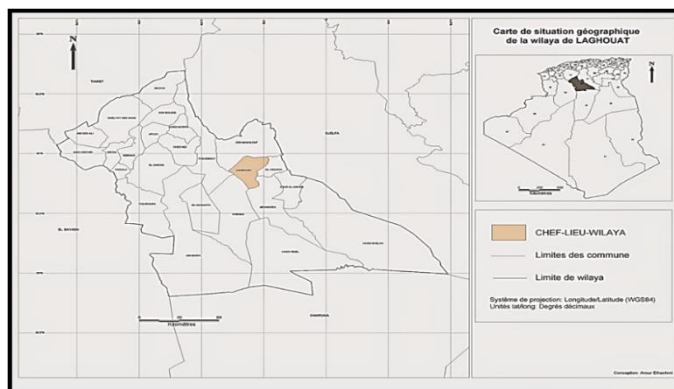


Figure 0-1: Carte de situation géographique de la wilaya de LAGHOUAT

Source : (www.decoupageadministratifalgerie.blogspot.com , 2021)

II.2.Situation astronomique :³¹

Altitude de 767 m

Latitude 33° 48'. Nord

La Longitude 2° 52'. Est

II.3.Situation administrative :

La commune de Laghouat est limitée :

- Au Nord : par Sidi Makhloof
- Au Nord-Ouest : par la commune de Tadjmout.
- Au Sud-Ouest : par la commune d'El Kheng.
- A l'est : par la commune d'El Assafia.
- Au sud est : par la commune de Ben Nacer- Ben Chohra.

II.4. L'accessibilité :

Accessibilité routière :

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

Accessibilité aérienne :

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

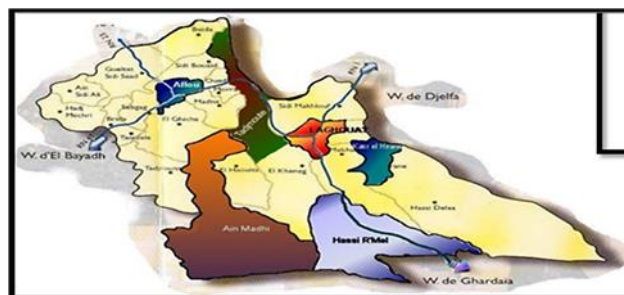


Figure 0-2:carte géographique de commune Laghouat

Source :
(www.decoupageadministratifalgerie.blogspot.com , 2021)

³⁰ (www.lawilaya de laghouat.dz, 2019)

³¹ Idem³⁰

II.5.Les données climatiques :

Selon la station météorologique (de la ville de Laghouat), le climat de Laghouat est du type Saharien, marqué par un été très chaud et sec et un hiver froid avec quelques pluies.

1) La Température :

La température maximale moyenne varie entre : 19°C - 41°C.

La température minimale moyenne varie entre : -4°C - 16°C.

La température moyenne : 32°C.

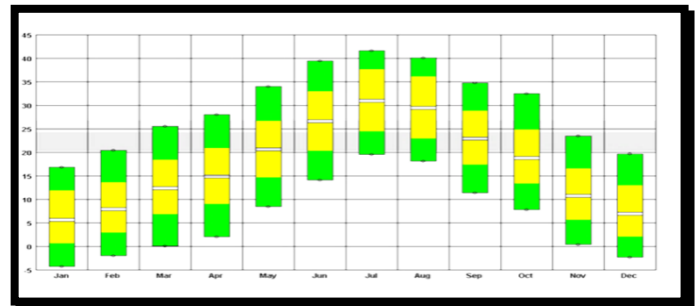


Figure 0-3: Diagrammes Température 2011-2020

Source : (CLIMATE CONSULTANT 6.0, 2020)

2) La précipitation et l'humidité relative :

- Les précipitations sont rares, torrentielles par moments.
- De janvier jusqu'à Aout, et de Novembre à décembre ; les précipitations ne dépassent pas les 30mm.
- D'Aout jusqu'à Novembre, les précipitations varient de 20 à 100mm, avec un pic de 100mm pour le mois de Novembre.
- Le plus haut taux d'humidité (65%) pendant Les mois de janvier et décembre.
- Le plus bas taux d'humidité (20%) pendant le mois de juillet.

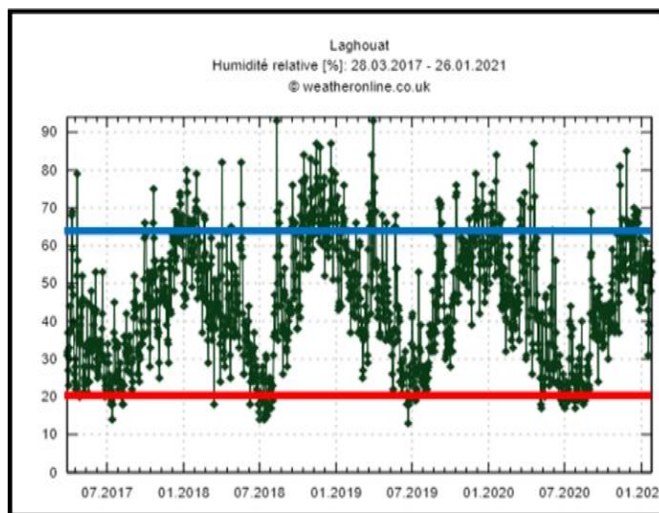


Figure 0-5: Diagrammes l'humidité relative 2017-2020

source : (www.wofrance.fr, 2020)

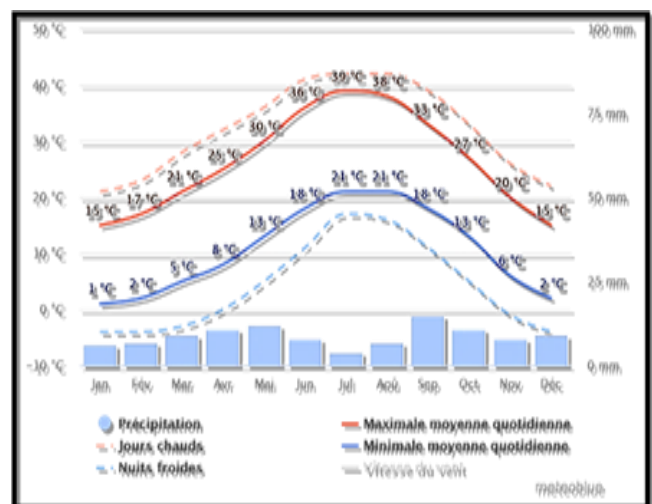


Figure 0-4: Diagrammes précipitation 2011-2020

Source : (<https://www.meteoblue.com>, 2020)

3) Les vents :

Type de vent	direction	fréquence	vitesse	Mois
Les vents dominants / les vents froids	N-O	150 jours	50 km/h	Janvier. Février. Mars. Novembre. Décembre
Les vents chauds	S-O	40 jours	38km/h	Mai. Aout. Octobre , avril
Le sirocco	S-E	45 jours	38 km/h	Septembre – juillet

Tableau 0-1: un résumé des vents de 2012/2017 Laghouat

Source : météorologique de Laghouat2017

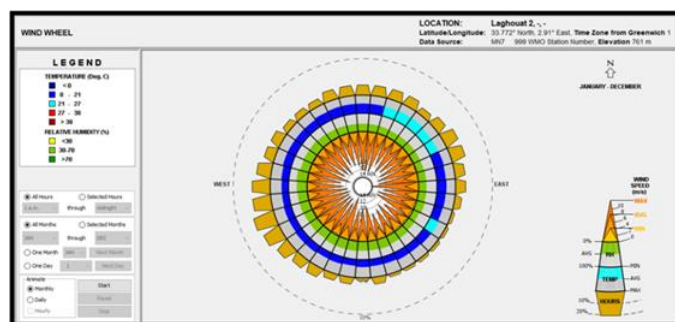


Figure 0-6: Rose des vents de la ville de Laghouat

Source : (CLIMATE CONSULTANT 6.0, 2020)

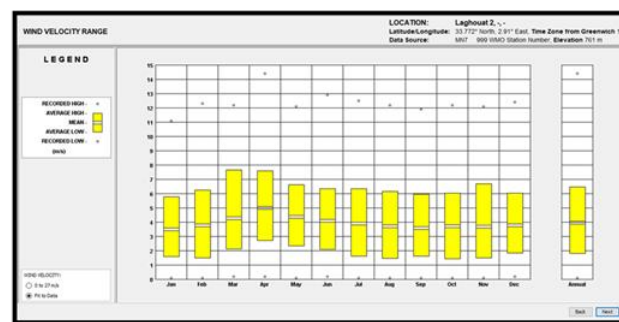


Figure 0-7: Vitesse du vent

Source : (CLIMATE CONSULTANT 6.0, 2020)

4) Rayonnement solaire : l'insolation en heure :

L'intensité des radiations solaires varie en fonction de la durée d'insolation, de la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, et de l'inclinaison de ses rayons sur la surface frappée.

Les courbes représentatives de l'ensoleillement dans la ville de Laghouat révèlent que :

La durée d'ensoleillement dépasse les 14 heures par jour au mois de juin, alors qu'elle diminue de manière significative pendant la période froide pour atteindre environ 09h par jour au mois de décembre.

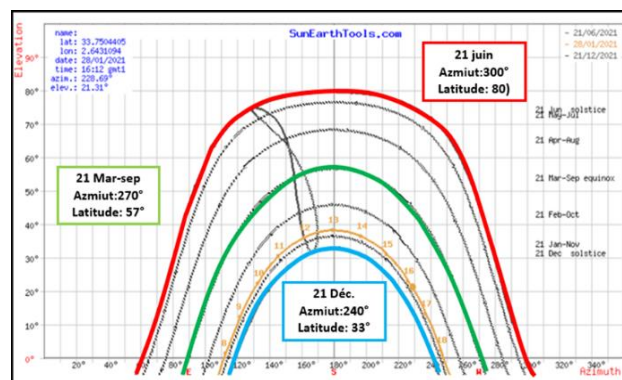


Figure 0-8: Position du soleil (de bas en haut) au solstice d'hiver, aux équinoxes et au solstice d'été dans la ville de Laghouat Source : (www.suneearthtools.com, 2021)

Au solstice d'hiver la trajectoire solaire garde une hauteur minimale 33.67 ° (21 décembre, jour le plus court de l'année) qu'au solstice d'été 80.52 ° (21 Juin jour le plus long de l'année), sa hauteur est maximale.

Une surface verticale reçoit donc le maximum de radiation au solstice d'hiver, par contre la surface horizontale reçoit le maximum d'énergie solaire au solstice d'été.

5) Type de ciel :

La période la plus dégagée de l'année à Laghouat commence aux alentours du 13 juin et se terminant aux alentours du 5 septembre. Juillet c'est le mois le plus clair de l'année (115000 lux).

La période plus nuageuse de l'année commence aux alentours du 5 septembre et se terminant aux alentours du 13 juin. Octobre c'est le mois le plus nuageux de l'année(2000lux).

6) Diagramme psychrométrique :

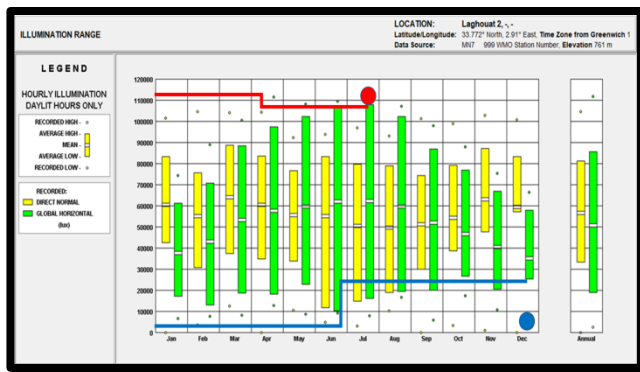


Figure 0-10: diagramme d'éclairement de ciel – laghouat

Source : (CLIMATE CONSULTANT 6.0, 2020)

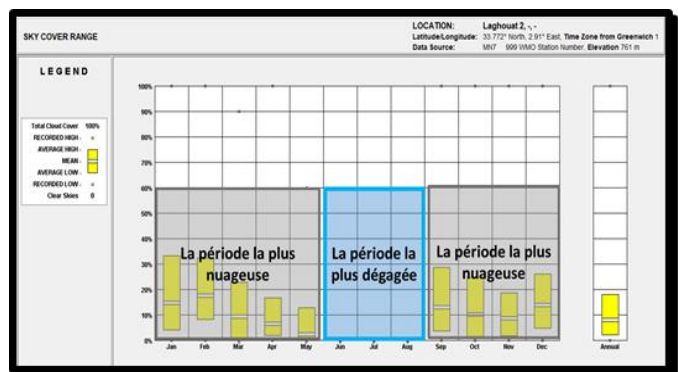


Figure 0-9 : diagramme couverture de ciel –Laghouat.

Source : (CLIMATE CONSULTANT 6.0, 2020)

Le but de l'utilisation du diagramme psychrométrique de GIVONI est évalué Les exigences physiologiques du confort, à partir desquelles ont déterminé les grandes lignes de la conception du bâtiment qui permettent de garantir ce confort

La lecture du diagramme de GIVONI permet d'établir les recommandations pour la ville de Laghouat :

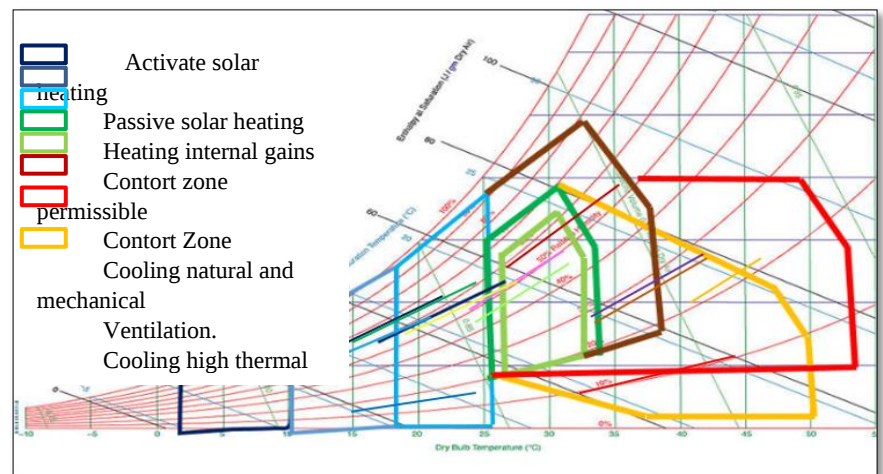


Figure 0-11: Diagramme psychrométrique

Source : « Auteure »

Période de chauffage : Novembre → 1 Avril ; un système actif de chauffage est nécessaire, Comprise entre 8.3 °C et 10.3°C.

Période d'équilibre : Avril, Mai, Mi-Septembre → Novembre (Comprise entre 18.5°C et 23.7°C) ou le confort assuré par l'enveloppe.

La période de surchauffe : Juin, Juillet, Août au Mi-Septembre, un système actif et passif (une ventilation nocturne) de refroidissement est nécessaire.

II.6.Architecture et typologie architecturale de cadre bâti la ville de Laghouat :

1) Phase précoloniale :

Emplacement de la ville

Les constructions ont été implantées côtés des oasis « les palmeraies » et l'eau "Ghout " maison entourée de jardins, Cela a contribué à l'aspect environnemental à travers ;

- L'humidification de climat sec
Microclimat
- Se protéger contre les intempéries.
- Gestion de l'eau métrisée.

Tissu Compact en gradin pour :

- Minimiser l'occupation de sol
- Création des zones ombragées
- Se protéger contre les vents.

Techniques constructives

- Murs porteur épais
- L'utilisation des matériaux locaux : terre - troncs de palmiers - moellon-chaux...
- L'amélioration de confort thermique et acoustique
- Faible énergie grise
- Faible empreinte écologique.

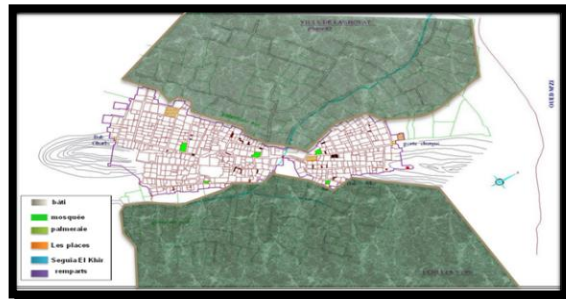


Figure 0-12: la forme urbaine de la ville de Laghouat

Source : (www.googleimage.com, 2021)



Figure 0-13: la forme urbaine de la ville de Laghouat

Source : (www.googleimage.com, 2021)



Figure 0-14: les maisons traditionnelles de la ville de Laghouat

Source : (www.googleimage.com, 2021)

2) Phase coloniale :

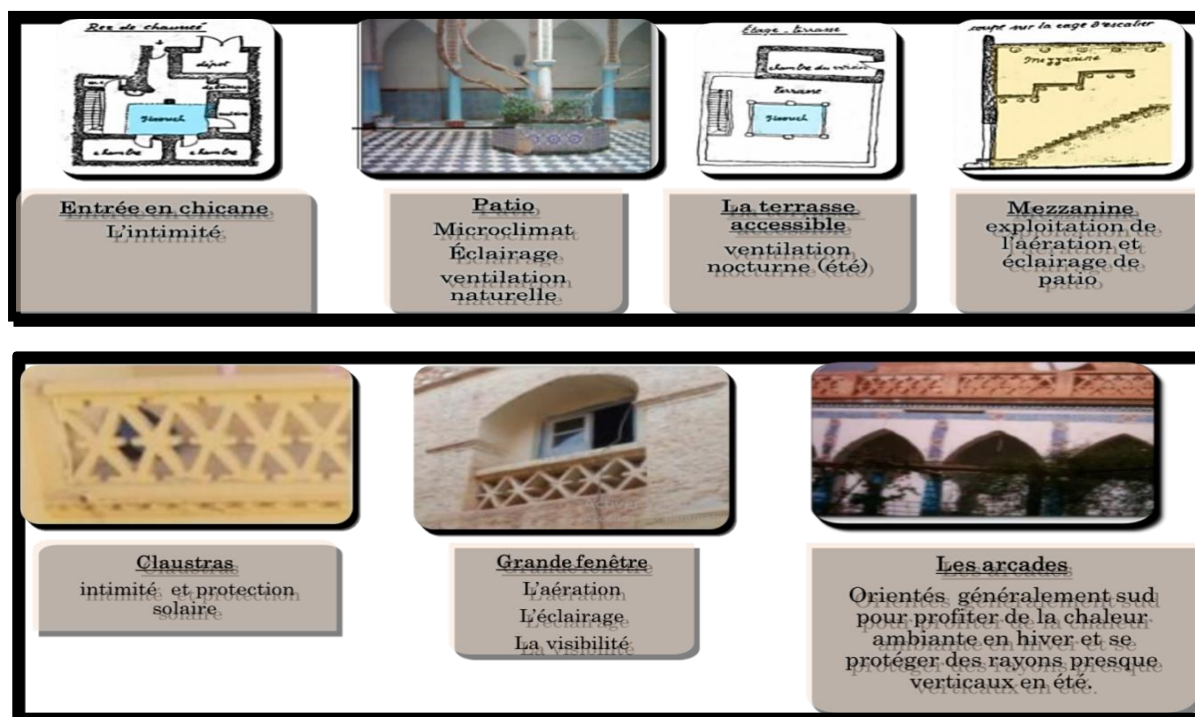


Figure 0-16: Les éléments architectoniques coloniaux de la ville Laghouat

Source : (www.googleimage.com, 2021)

II.7. Equipements d'accompagnements :

La figure (II 17)) montre l'emplacement des équipements sanitaire qui a une relation directe avec le projet.

Ces projets sont situés dans un même milieu urbain au sud-ouest de la ville de Laghouat :

Centre anti cancer (Surface utile : 23 832,7 m²)

Hôpital de 240 lits (Surface utile : 23 000 m²)

Faculté De La Médecine (Surface utile : 1 702,59 m²).



Figure 0-17: Situation des hôpitaux dans la ville de Laghouat

Source : (www.santemaghreb.com , 2020)



Figure 0-20: Hôpital de 240 lits à Laghouat

Source : auteur



Figure 0-19: Faculté De La Médecine

Source : auteur



Figure 0-18 Centre Anticancer Laghouat

Source : (www.betzerarga.net, 2021)

II.8. Analyses de site :



site 01

Qui se situe en face l'accès secondaire de la faculté de biologie et médecine.



site 02

- situe a proximité le centre hospitalier universitaire.



site 03

- situe en face la faculté de technologie et laboratoire des plantes médicinales.

a. Critères de choix de site :

Surface : chaque projet a une capacité d'accueil bien déterminée et la surface de site doit être Proportionnelle avec le programme fonctionnel.

Accessibilité : le site doit être facilement accessible avec la présence au minimum de deux voie mécanique lié directement avec le site.

Visibilité : le projet doit être bien visible.

Contraintes physiques : morphologie et topographie il faut que le terrain représente moins des Contraintes.

Environnement immédiat : Le projet doit être le plus éloigné possible des complexes résidentiels afin d'assurer la sécurité des gens contre le risque de contamination due au type de projet.

b. Présentation du site N°1 :

Le site est situé dans un milieu urbain dense au cœur de la ville de Laghouat.

Les avantages :

à proximité l'entrée de faculté de médecine.

- Une bonne protection contre les vents de sables par la présence de voisinage bâti autour le site et la végétation.
- Milieu urbain

Les problèmes :

- La présence de l'habitation à proximité le terrain peu engendre un risque de contamination.
- L'absence de style architectural spécifique.

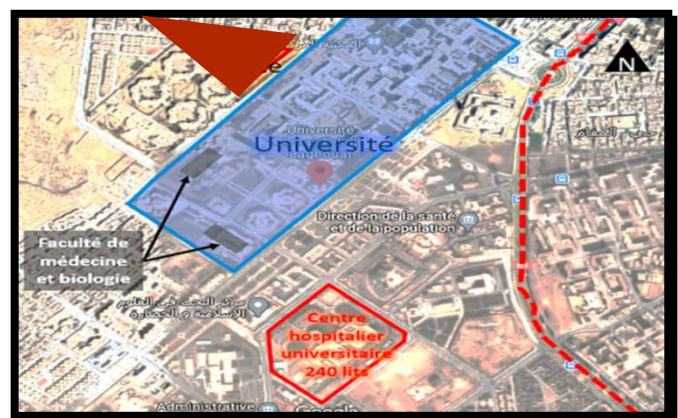


Figure 0-21: Carte de situation géographique de la ville de Laghouat

Source : (earth, 2021)

c. Présentation du site N°02 :

Le site est situé dans un milieu urbain au cœur de la ville de Laghouat.

Les avantages : à proximité la route nationale

- Milieu urbain
- Flux des personnes limité autour le site pour garantir la protection des gens de risques sanitaires de projet.
- Site dégagé en moins côté sud (site ensoleillé et visible)
- L'existence des équipements sanitaires et scientifiques à proximité le site.

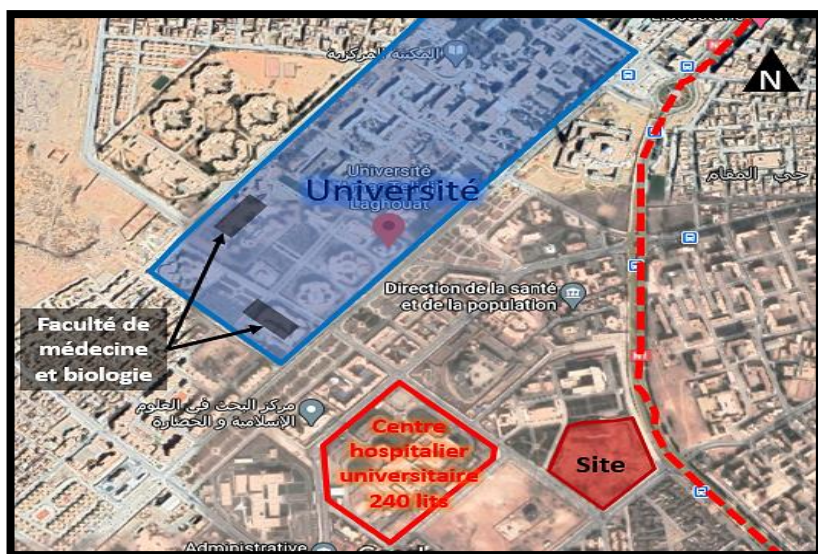


Figure 0-22: Carte de situation géographique de la ville de Laghouat

Source : (earth, 2021) traité par auteur

Les problèmes :

- Le type du projet est incompatible avec les équipements de pouvoir adjacent au site.
- L'absence de style architectural spécifique.

d. Présentation du site N°03 :

Le site est situé au sud-ouest de la ville de Laghouat en face le pôle de technologie.

Les avantages :

Proximité des autres équipements scientifiques spécialisés (l'unité de recherche en plantes médicinales et la plateforme technique en analyses physico-chimiques ce qui permet de créer un pôle technologique et scientifique important

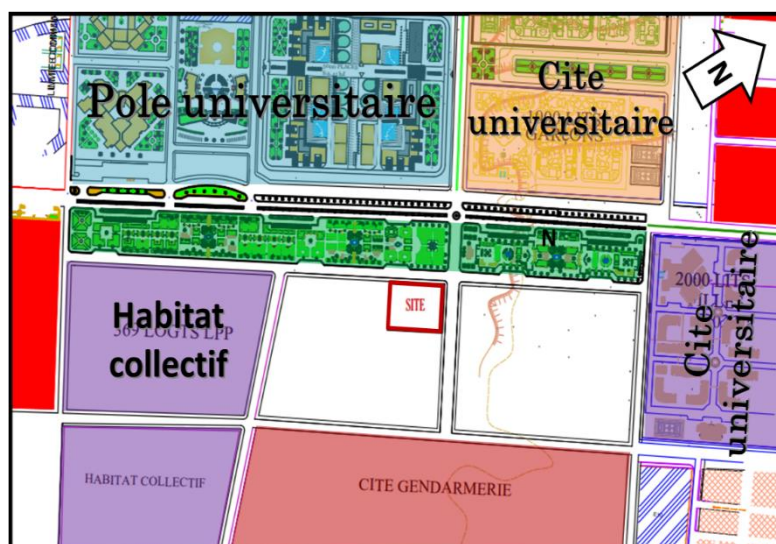


Figure 0-23: Carte de situation géographique de la ville de Laghouat

Source : pdeau Laghouat traité par auteur

et diversifié.

- L'existence d'une esplanade verte anime les vues extérieures.
- La présence des zones de stationnement près de site.
- Surface importante elle permet d'ajouter des futures extensions.

Les problèmes :

- L'absence des espaces verts dans le côté sud.
- L'absence de style architectural spécifique.

e. Tableau comparatif entre les sites :

Après l'analyse comparative entre les sites proposées, nous avons opté pour le site De nouvelle extension en face la faculté de technologie donc le centre de recherche en infectiologie sera à la nouvelle extension.

Critères Site	Accessibilité	Visibilité	Sécurité	Topographie	Intégration	Proximité des Équipements Structurants	Superficie
Site 01	**	*	*	**	*	***	**
Site 02	***	***	*	***	*	***	***
Site 03	***	***	***	***	***	***	***

Tableau 02:-comparaison entre les sites

Source : auteur

II.9.Présentation de site d'intervention :

Le terrain est situé dans une nouvelle extension au sud-ouest de la ville de Laghouat.



Figure 0-25: Carte de situation géographique de la ville de Laghouat

Source : (earth, 2021)



Figure 0-24: situation géographique de site d'intervention

Source : (earth, 2021)

a. L'accessibilité :

Le site accessible par deux voies secondaires (flux mécanique et piétonnier fort) et autre tertiaire (flux mécanique et piétonnier faible).

Voies primaires

Voie secondaire

Voie tertiaire

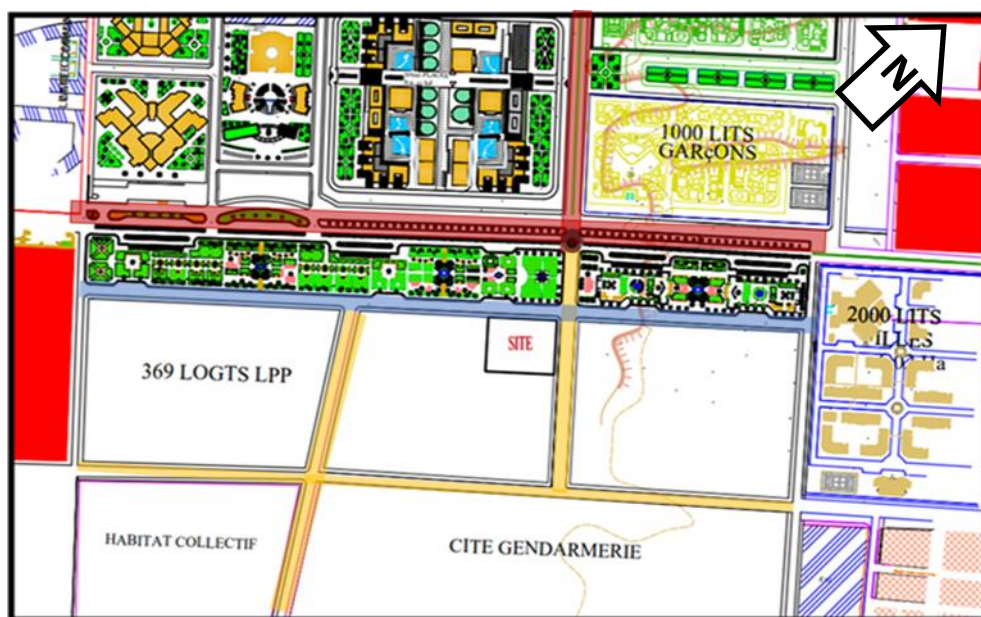


Figure 0-26: situation géographique de site d'intervention

Source : auteur

b. L'environnement immédiat :

Le site limité par esplanade de côté ouest, et terrains non urbanisés encore. Le pôle universitaire considéré comme un point de repère.

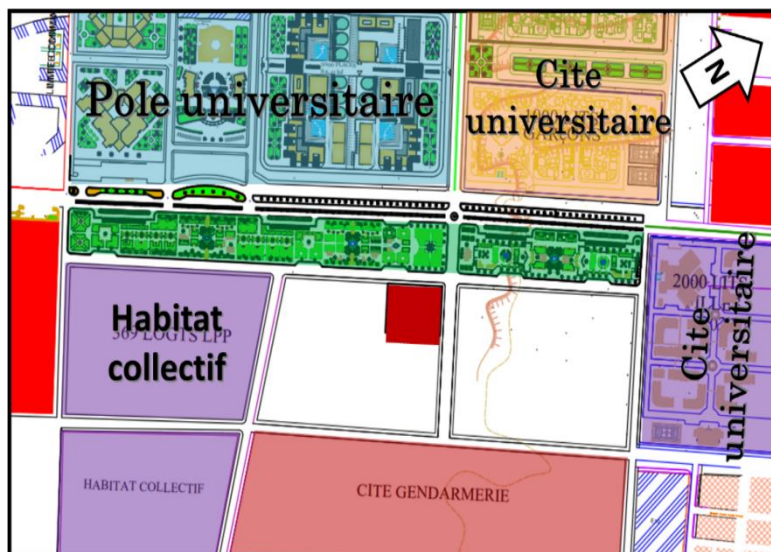


Figure 0-27: l'environnement immédiat de site d'intervention

Source : auteur

c. Les vents et l'ensoleillement :



Les vents froids/ dominants

Les vents chauds

Les vents sables



En été



En hiver

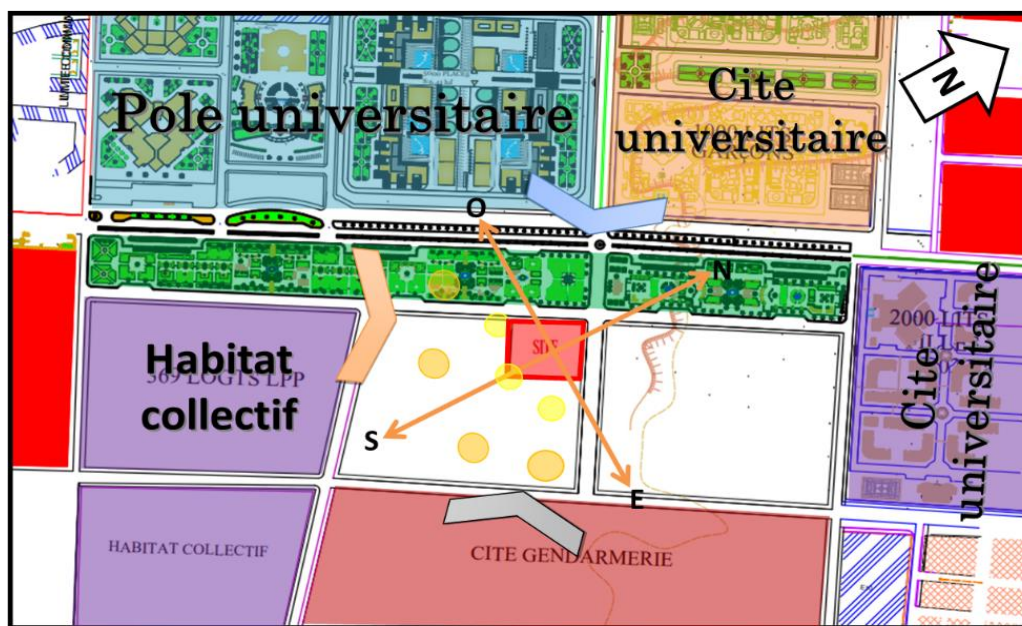


Figure 0-28: les données climatiques de site d'intervention

Source : auteur

d. La morphologie et la topographie de site :

Le terrain est doté d'un relief plat.

La forme du terrain est presque carrée.

Le terrain occupe une surface de
11449 m².

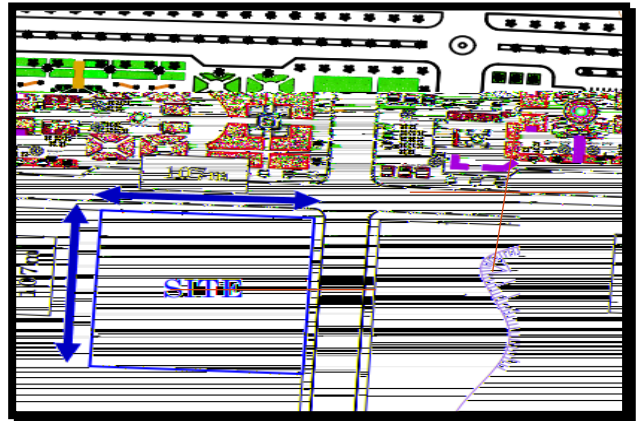


Figure 0-29: site d'intervention

Source : auteur



Figure 0-30: coupe transversale

Source : auteur

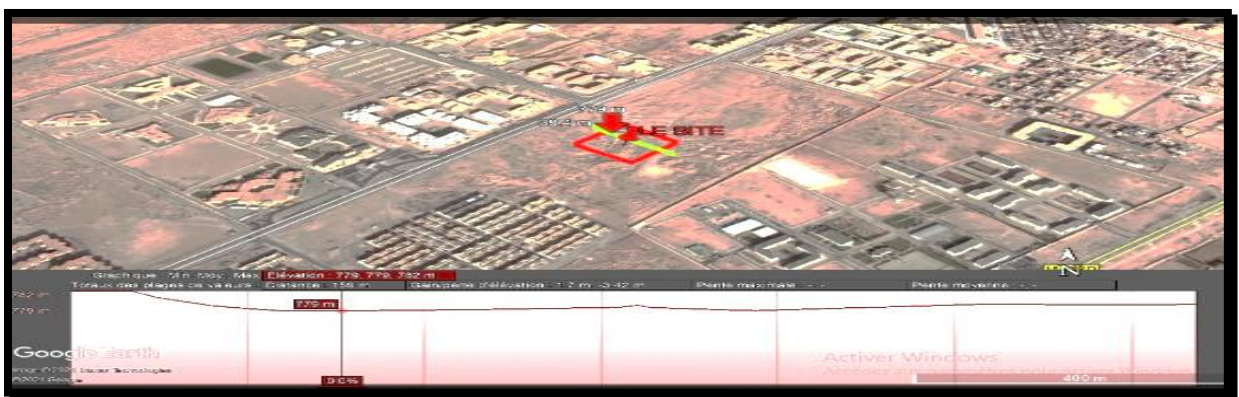


Figure 0-31: coupe longitudinale

Source : auteur

Synthèse :

Niveau d'intégration	Stratégies conceptuelles à promouvoir
Site et voisinage	L'existence des équipements scientifiques à proximité le site. Les gabarits des bâtiments environnants et leurs positions avec l'esplanade contribuent à la protection de projet contre les vents (sud-ouest / nord-ouest). L'absence de style architectural spécifique. La présence des zones de stationnement près de site.
Accessibilité	La présence de point de repère attractif qui facilite l'accessibilité et ainsi donne une valeur au projet (faculté de technologie). Le site accessible à partir deux voies ; une principale et l'autre secondaire.
Plan de masse	Orientation : nord/sud avec protection du côté sud. Parcours mécanique privé au côté Est dirigé directement vers la voie secondaire destinée à la gestion de déchets et autre service. Accès principaux en face faculté de technologie, orientée vers le flux important (la voie principale). Un parking pour les invités va être placé près de l'accès principale (limiter circulation mécanique). Un parking pour les travailleurs va être placé près de la voie secondaire. Le projet doit être clôturé de toute les côtés et renforcé au côté sud (la présence de l'habitation)
La volumétrie	Le choix d'une forme compacte dynamique (permet de diminuer déperdition thermiques) et pour protéger du vent. L'introversion ; la mise en place d'Atrium afin de favoriser l'éclairage naturel et mieux protéger l'environnement intérieur contre les intempéries. Le projet il faut dépasse pas R+3 pour conserve la cohérence de tissu.
Organisation intérieure	La distribution horizontale et verticale des espaces sera faite en fonction du niveau de risque de contamination. Les espaces accessibles aux visiteurs ou volontaires en RDC *accueil - prélèvement – espaces de consommation- formation * Les espaces engendrant un risque biologique seront placées dans les niveaux supérieures * laboratoires* Les espaces équipés des grandes installations et qui exigent le transport se trouveront en la partie postérieure de RDC (l'animalerie- local de déchets – local technique). L'entité de formation – restauration situé au côté sud. L'entité d'accueil situe au nord. L'entité de recherche situe à l'est. La salle de conférence au sud-ouest protège par sa forme circulaire le projet contre les vents sable.
Les matériaux	L'emploi des matériaux durables caractérisés par une forte inertie thermique. Matériaux innovants avec : Protection solaire favorisant l'aspect esthétique du projet *béton fibrés à ultra hautes performances BFUHP* Filtration des rayons UV et éclairement maximal *Verre thermochrome*.
L'aspect environnemental	Utilisation des panneaux solaires (sud). L'atrium sera l'élément centrale aidant à la ventilation naturelle et mécanique exploité par un central de traitement d'air avec les ouvertures latérales. Façade vitrée de côté nord pour un éclairage uniforme. La mise en œuvre d'une façade ventilée dans côté sud

CHAPITRE III :

RECHERCHE

PROGRAMMATIQUE



Introduction :

L'analyse du programme d'un projet architectural est une étape nécessaire avant toute conception architecturale. Il permet de connaître la surface nécessaire pour chaque activité dans le projet et établir les relations spatiales et fonctionnelles entre les différents espaces et définir leur situation dans le projet.

II. Principe de programmation adopté dans le travail :

- Définir les fonctions et les activités de l'équipement et leur hiérarchisation.
- Etudier les différents modes de relations fonctionnelles.
- Définir un schéma général d'organisation spatiale du projet.
- Traduire le besoin en programme d'espaces et surfaces.

II.1. Fonctions et Activités :

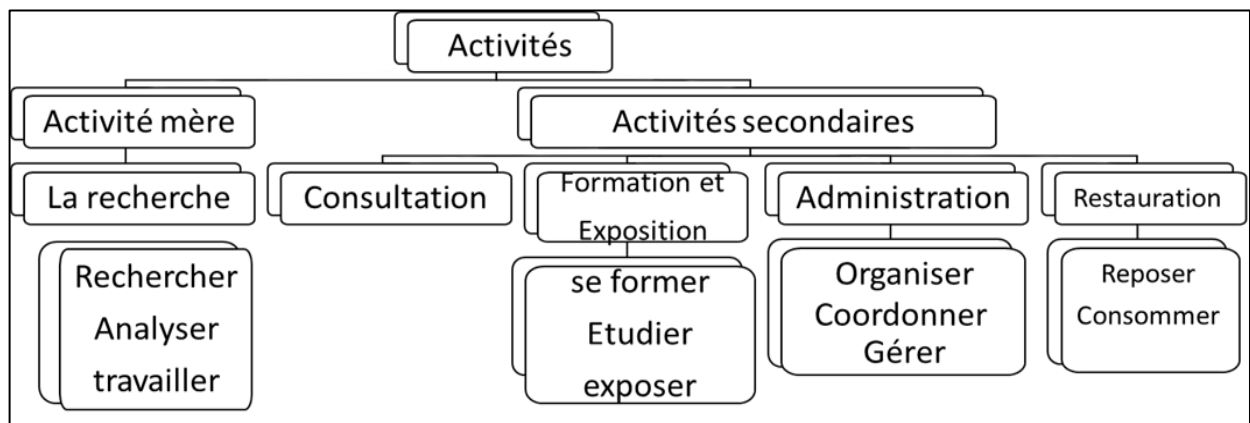


Figure 0-1: les activités des espaces intérieurs

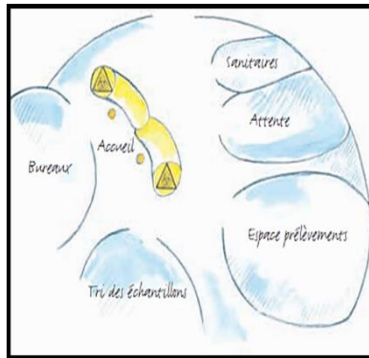
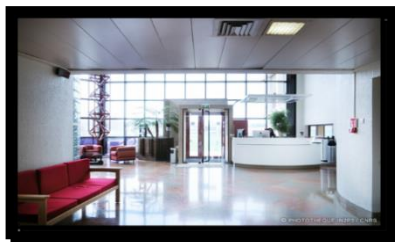
Source : auteur

II.2. Les usagers :

Sont les utilisateurs de bâtiment ;

- Les techniciens biomédicaux
- Les doctorants
- Les enseignants
- Les étudiants
- Les administratifs
- Les chercheurs scientifiques

III. Programme qualitatif :³²

Entité d'accueil					
Hall d'accueil					
Fonction	Accueillir et orienter Surveiller les différentes arrivées pour ne laisser entrer dans les locaux techniques que les personnes autorisées (coursiers, personnel infirmier...) Réceptionner les échantillons et les enregistrer informatiquement				
Localisation	En mitoyenneté avec le secrétariat À proximité de l'accès principal et de la salle de tri des échantillons En relation de proximité avec l'espace de prélèvements de façon à voir les personnes présentes dans la salle d'attente.				
Exigences particulières	Aménagement ; Poste de travail 140cm*80cm * 75cm	Température ; Hiver 20 à 24° Été 23 à 26°	Humidité relative Entre 40 et 70%	Éclairage ; 500lux	
Espace d'attente					
Localisation	À proximité hall d'accueil, les salles de prélèvements et les sanitaires.				
Exigences particulières	Aménagement ; Tables - sièges	Température ; Autour 20°C	Humidité relative Entre 40 et 70%	Éclairage ; 200lux	
Figure 0-2:Schéma fonctionnel de la zone d'accueil					Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))
Figure 0-3:Hall d'accueil					Source : (www.enssib.fr , 2021)

³² (Conception des laboratoires d'analyses biologiques INRS: L'Institut national de recherche et de sécurité ED 999 avril 2007.)

Salle de consultation

Fonction	Une pris en charge primaire des personnes pour l'identification de la pathologie.				
Localisation	Sa disposition en assortiment avec l'accueil Et les services d'imagerie et laboratoires d'analyse				
Exigences particulière	Aménagement	Température 18-20 °C	Humidité relative 40%-60%	Éclairage 500lux	

Figure 0-4:salle de consultation

Source : (www.osteo-aubert.fr, 2021)

Salle d'imagerie

Fonction	Radio-immunologie est un test immunologique utilisant l'analyse radiochimique in vitro de composés radioactifs associés à des antigènes.		
Localisation	En proximité salle de tri d'échantillons. En relation de proximité avec le point de l'accueil.		
Exigences particulière	Un espace intime et isolé et non demande pas un éclairage naturel (500 lux d'éclairage artificiel) plus un sas d'entrée	Humidité relative 40%-60%	Température 18-22 °C
	Aménagement		



Figure 0-5:salle de Radio-immunologie

Source : (www.osteo-aubert.fr, 2021)

Figure 0-5:salle de Radio-immunologie

Source : (www.osteo-aubert.fr, 2021)

Prélèvement				
Fonction	La réalisation des actes de prélèvement (gynécologique-sanguins...)			
Localisation	En proximité avec les salles d'attente et salle de tri d'échantillons. En relation de proximité avec le point de l'accueil (afin de permettre des échanges d'informatiques) avec laverie.			
Exigences particulière	Sous –espaces ; - Zone d'accueil personnel extérieure - Une zone de traitement et de conditionnement des échantillons - Zone d'enregistrement et de tri des échantillons	Température	Humidité relative	Éclairage
		22 °C	40 - 70%	500lux
	Les revêtements	Aménagement ; -un lave-mains à déclenchement non manuel situé près de la sortie de la pièce. -un plan de travail (de l'ordre de 50 x 50 cm), distinct des surfaces dévolues aux échantillons biologiques, doit être réservé à la prise de notes.		
	- Des meubles, murs, sol, sont sans aspérités, en matériaux imperméables résistant aux agents nettoyants et désinfectants, sans endroit inaccessible au nettoyage. – les portes sont pleines et munies d'un dispositif de fermeture intérieure de condamnable de l'extérieur			



Figure 0-6: salle de Prélèvement

Source :
(www.osteo-aubert.fr, 2021)



Figure 0-6: salle de Prélèvement

Source :
(www.osteoaubert.fr, 2021)

Tri des échantillons

Fonction	Le tri et l'enregistrement des échantillons		
Localisation	En proximité forte avec les salles techniques, (limiter le déplacement des échantillons en grand nombre vers les salles techniques). À proximité des salles de prélèvement et l'accueil.		
Exigences particulière	Sous –espaces ; Zone d'accueil personnel extérieure doit être suffisamment grande. Une zone de traitement et de conditionnement des échantillons Zone d'enregistrement et de tri des échantillons Aménagement ; Linéaires de paillasse - des meubles de rangement -matériel informatique- Un meuble de rangement assez grand-un guichet, ou zone d'échange pour recevoir un arrivage massif d'échantillons extérieurs. Revêtement ; Le guichet doit être constitué de matériaux Lisses, imperméables et résistant aux agents nettoyants et désinfectants.		
	Température 18 – 19°C	Humidité relative Entre 40 et 70%	Éclairage 500lux

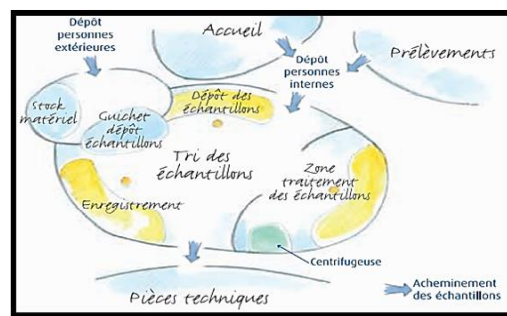


Figure 0-8:fonctionnel de la salle de Tri des échantillons

Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))



Figure 0-7:la salle de Tri des échantillons

Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))

Laboratoire de recherche microbiologie

Fonction	Zone à contamination maîtrisée dédiée à la recherche dans un empoussièrlement contrôlé. La recherche – prendre des notes – enregistrement informatique – trier et éliminer les déchets.	
Localisation	D'une manière idéale, le laboratoire devrait être situé à l'écart des zones publiques et d'attente des patients, des unités de soin ou des bureaux.	
Exigences particulière	Sous – espaces ;	Aménagement
	Sas	Un espace propre (non contaminé) pour ranger les Vêtements de ville et revêtir des protections ou des ÉPI Un espace souillé (contaminé) pour se débarrasser Des vêtements de protection et des ÉPI souillés Un PLM Un banc, une douche et autres accessoires (ex. : crochets et miroir) Des contenants à déchets.
	S, de préparation de milieu ;	Des paillasse grandes - des automates – des conteneurs à déchets, spécifiques de chaque filière d'élimination.
	Salle technique ;	Un poste du sécurité microbiologique (PSM) - Une zone de palliasse servant de poste de travail en position assise - Une zone à l'abri des passager, dédiée à l'observation des lames au microscope et à la prise de notes - Une

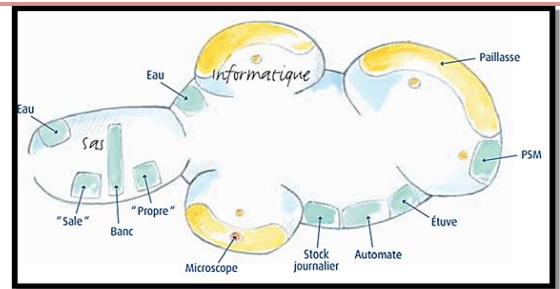


Figure 0-9: Schéma fonctionnel d'une salle de microbiologie

Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))



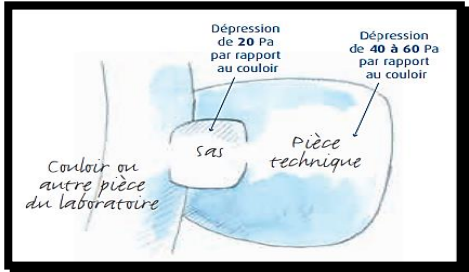
Figure 0-10 : salle technique NC3

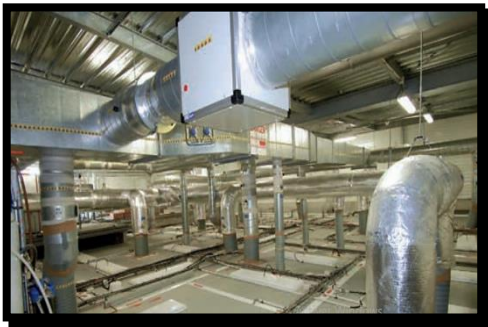
Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))



Figure 0-11: Zone de travail

Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))

		zone ^propre^, exempte de tout matériel ayant pu être en contact avec des échantillons consacrée la saisie des résultats et à tout travail sur ordinateur.	
	Revêtement	Tous les revêtements, sols, murs et plafonds doivent être aisément accessibles et constitués de matériaux lisses, imperméables, étanches et résistant aux agents nettoyants	
Exigences techniques	Sous – espaces	Autres exigences ;	 Figure 0-13: Exemple des différents niveaux de pression d'une salle technique NC3 Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))
	Sas	Les portes du sas doivent être asservies électriquement La dépression du sas autour de 20 Pa Le renouvellement de l'air du sas de l'ordre de 10 volumes/h La température : 20c° L'éclairage : 500lux Humidité relative : 30/65%	
	Salle technique	Les portes sont préférentiellement pourvues d'un oculus pour assurer la visibilité des occupants Une fenêtre d'observation doit être hermétiquement scellées L'air entrant dans la	
			 Figure 0-14: : Fenêtre d'observation permettant de voir le personnel travaillant dans la salle technique, NC3 Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))

		pièce est préalablement filtré (filtre HEPA). L'air extrait de la salle technique et du sas est filtré (filtre HEPA) et évacué à l'extérieur sans être réutilisé La dépression, de l'ordre de 40 à 60 Pa Renouvellement d'air de la salle technique peut par exemple être de 10 à 20 volumes de la pièce par heure	 Figure 0-15: Système de ventilation et de filtration d'air au-dessus de salles techniques NC3 Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))
--	--	--	--

Les vestiaires :

Fonction	Le local des vestiaires permet au personnel de se changer pour revêtir les vêtements de travail adaptés aux risques auxquels il est exposé.	 Figure 0-16: vestiaire d'un laboratoire de niveau de confinement 3 Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))
Localisation	Sur une issue du laboratoire À proximité du passage du personnel Isolé des locaux de travail et de stockage	
Exigences particulière	Température 20-23 C° Humidité relative 30%-70%	

Entité de formation et d'Exposition

Laboratoires d'enseignement

Localisation L'entité de formation visible par rapport l'entrée des étudiants.



Exigences particulière Renouvellements d'air important
Ventilation naturelle et artificiel
Autoclave
Éclairage naturel ou artificiel
Espace fermé et calme
Surface : 40 m²
Eclairements Nominaux : 800 lux

Figure 0-17:Laboratoires d'enseignement

Source : (L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS))

Salle de conférence

Fonction Elle aura à abriter des rencontres, conférences et séminaires de formation, de recherche et autres.

Localisation Près de l'accueil

Exigences particulière Espace fermé, hauteur importante
Condition climatique contrôle
Isolation acoustique,
Surface : 250 m²

Eclairements Nominaux : contrôler.



Figure 0-18:salle de conférence

Source : (www.pompadour-tourisme.fr, 2021)

IV. Programme quantitatif :

Fonction	Les espaces	Nombre des espaces	Niveau	La surface de chaque espace (m ²)	Circulation	La surface totale (m ²)
<u>Accueil</u>	Hall	1	REZ DE CHAUSSEE	70.5	20%	158.2
	Bureau d'accueil	1		20		
	Archive	1		18		
	Atrium centrale	1		128	/	
<u>Administration</u>	Bureaux de secrétariat	2	1 ^{ER} ETAGE	15.5	10%	323.4
	Bureau de directeur	1		31		
	Salle de réunion	2		38		
	Communication	2		20		
	Bureau de finance	1		20		
	Bureau des moyens généraux	3		20		
	Sanitaire	2		18		
	Archive	1		10		

Fonction	Les espaces	Nombre des espaces	Niveau	La surface de chaque espace (m ²)	Circulation	La surface totale (m ²)
<u>Consultation</u>	Salle de consultation	1	REZ DE CHAUSSEE	31	15%	787.75
	S ; prélèvement sanguin	6		15		
	S ; prélèvement PCR	4		30		
	S ; prélèvement	4		10		

	gynécologique					
	Laboratoire d'analyse en microbiologie	1		100		
	Tri d'échantillons	1		90		
	Salle d'imagerie (la salle, bureau d'enregistrement, bureau de contrôle)	1		76		
	Vestiaire	2		35		
	Salle de repos	2		23		
	Espace d'attente	2		15		
	Sanitaire	2		22		
<u>Formation et exposition</u>	Espace d'exposition et échange scientifique	1	REZ DE CHAUSSEE	100	15%	868.25
	Salle de lecture	1		119		
	Laboratoires d'enseignement.	2	REZ DE CHAUSSEE	80		
	Salle de conférence	1		314		
	Salle de convivialité	1	1ER ETAGE	38		
	Sanitaire	2		12		

Fonction	Les espaces	Nombre des espaces	Niveau	La surface de chaque espace (m²)	Circulation	La surface totale (m²)
<u>Recherche</u>	Laboratoire de recherche en virologie NC : 1/2/3	3	R+1 R+2 R+3	100	15%	2957.3
	Laboratoire de recherche en parasitologie NC : 1/2/3	3		100		

	Laboratoire d'analyse en bactériologie NC : 1/2/3	3		100		
	Laboratoire d'analyse en mycologie NC : 1/2/3	3		100		
	Salle d'équipement	12		40		
	Local de stérilisation	4		30		
	Vestiaire	2		35		
	Salle de repos	6		22		
	Atrium	1		100		

Fonction	Les espaces	Nombre des espaces	Niveau	La surface de chaque espace (m²)	Circulation	La surface totale (m²)
<u>Restauration</u>	Restaurant	1	REZ DE CHAUSSEE	145	15%	534.75
	Cafétéria	1		236		
	Sanitaire	2		14		
	Dépôt	1		20		
	Espace de préparation	2		18		
<u>Annexes techniques</u>	Climatisation	1	REZ DE CHAUSSEE	20	20	524.4
	Chaufferie	1		20		
	Groupe électrogène	1		20		
	Stockage	1		20		
	Local des déchets chimiques	1		100		
	Local de vestiaires	1		20		
	Local de stérilisation	1		15		
	La laverie	1		20		

	L'animalerie	1		107		
	Lieu de stockage des déchets radioactif	1		115		
<u>Surface utile(m²)</u>						6153.75
<u>Surface plancher RDC(m²)</u>						3560
<u>Surface plancher R+1(m²)</u>						2465
<u>Surface plancher R+2(m²)</u>						1194
<u>Surface plancher R+3(m²)</u>						907
Surface plancher totale (m²)						8126

IV.1. Les organigrammes :

Le programme comprend ra la distribution des espaces selon leur importance et hiérarchisation :

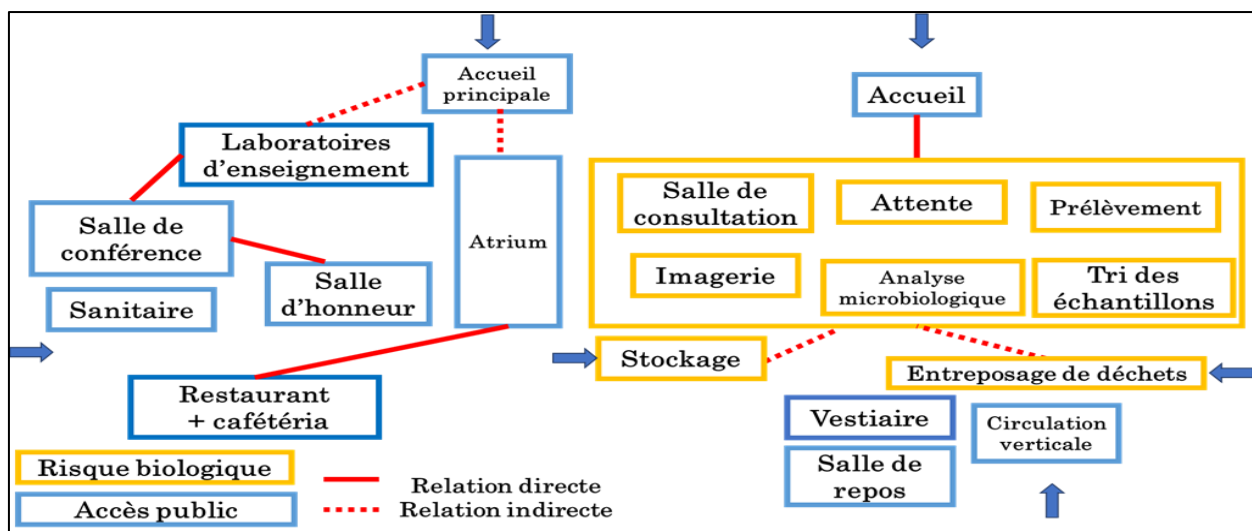
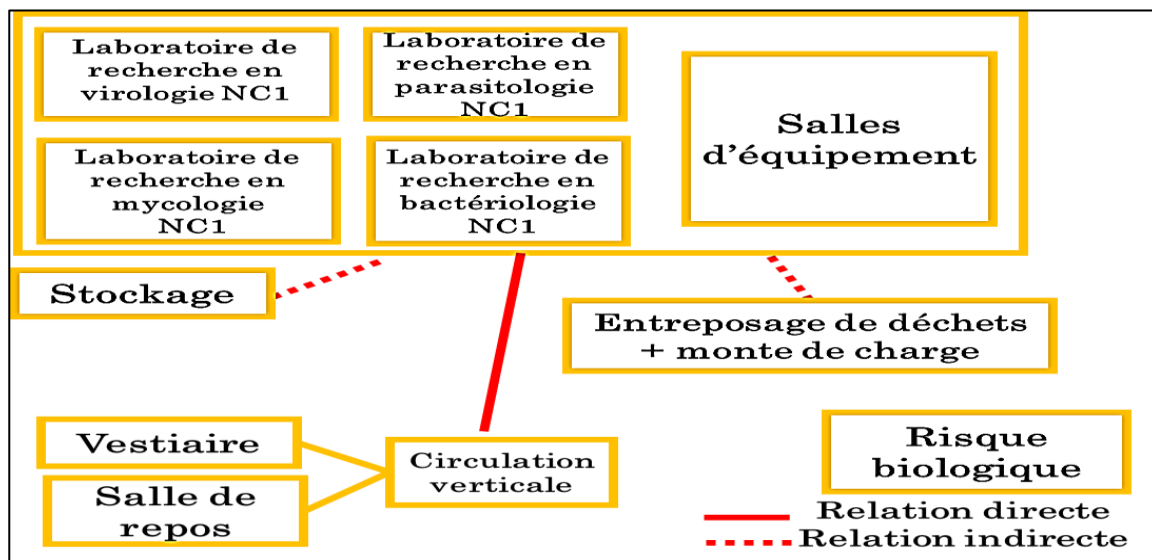
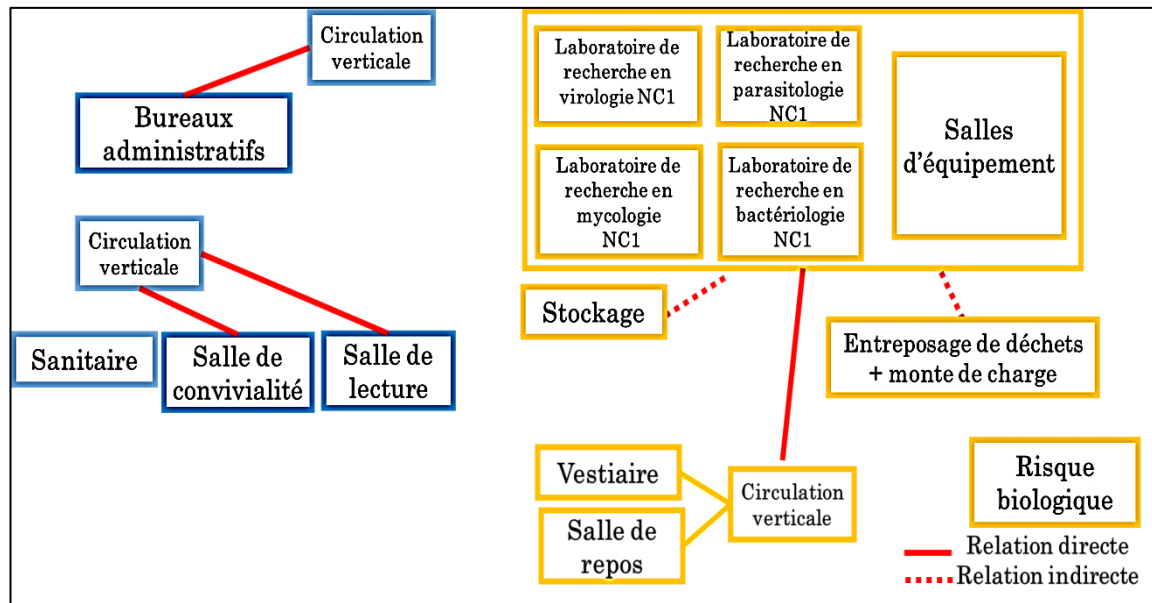


Figure 0-19: Organigramme fonctionnel RDC

Source : auteur



Synthèse :

En conception des espaces de travail de ce centre de recherche, L'apport essentiel d'organisation intérieur en conception réside dans sa capacité à mettre précocement en lumière les enjeux biomédicaux, humains et sociaux par tout le projet. Ceci permet d'éclairer les choix de la conception.

CHAPITRE IV : CONCEPTION ARCHITECTURALE



Introduction :

La conception architecturale c'est la passation de la théorie avec ces références et programme achevé du projet à l'état avant pratique qui sert à participer des idées pour prévoir et réaliser un projet fonctionnel répond au besoin des usagers.

II. Les étapes de formalisation de projet :

II.1. Rappel des données de site:

Le terrain est situé à côté du pôle universitaire dans une zone d'extension nouvelle en face une esplanade avec des espaces verts.

- **Choix des accès :** Un accès principal (invités, étudiants ...) situé en face de la voie principale (à côté de l'esplanade de pôle universitaire) * flux plus important* donc visible par la faculté de technologie.

Un accès secondaire (personnels de travail, chercheurs, médecins...) articulé avec la voie mécanique



L'accès principal

L'accès secondaire

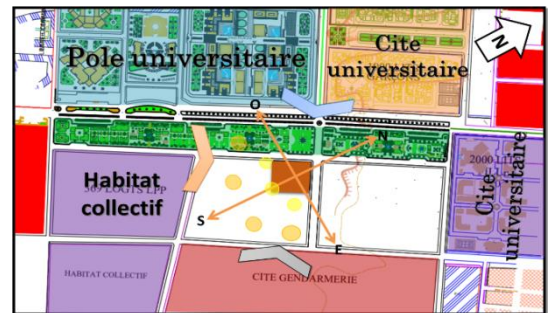


Figure 0-1 : situation de projet par rapport l'environnement immédiat
source : auteure

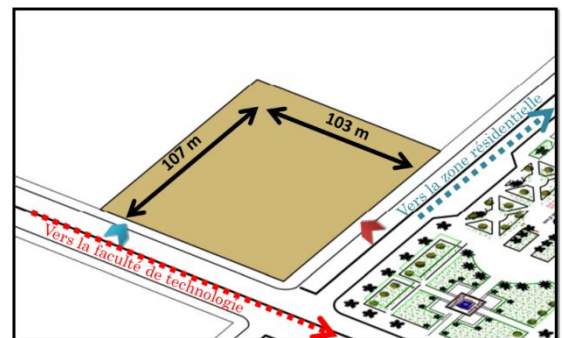


Figure 0-2: terrain de projet
source : auteure

II.2. Mode d'occupation et zoning :

Le site est divisé en deux parties :

❖ La masse Bâti :

Le principe d'occupation de notre terrain est le suivant :

- L'alignement par rapport aux voies afin d'assurer une bonne lecture urbaine du projet en termes de conception visuelle et fonctionnelle. Tout en faisant face aux autres établissements scientifiques.
- D'autre part un local technique éloigner pour raison sécuritaire. (Bien protéger)

❖ Non bâti :

- Mettre une relation entre les espaces verts extérieurs (esplanade) et le bâti
^Transparence^.

- La délimitation de la masse bâtie par les espaces non bâtis coté voisinage pour mieux protéger le projet.
- Deux parkings écologiques séparés (invités/personnels de travail) situent près des accès pour limiter la circulation mécanique.

II.3. Processus de la genèse :

- La distribution des entités selon les données de site et type de projet (fonctionnelles et climatique) :

Accueil : faire face à l'esplanade et l'accès principal.

Exposition : l'approximation avec l'accès principal et le parking des invitées.

Formation ; relation forte avec l'espace d'exposition.

Consultation : relation forte avec l'accès principal car elle destinée pour les gens vient de l'extérieure.

Restauration : l'espace centrale de consommation et de repos englobes tous les personnels des autres entités.

Recherche : espace privé avec risque de contamination, donc, il occupe une zone plus sécurisée dans l'étage.

Administration ; espace semi privé en relation avec l'accueil.

Laboratoires : Utilisation limitée.

- La distribution verticale en fonction du risque biologique.
- Relation verticale entre entrée privé, les labos d'analyse et annexe technique destinée pour les chercheurs au niveau de RDC et les autres étages destinés à la recherche.
- Les formes aident à dévier les vents.

Bureaux des administrateurs : Donne sur l'accueil.

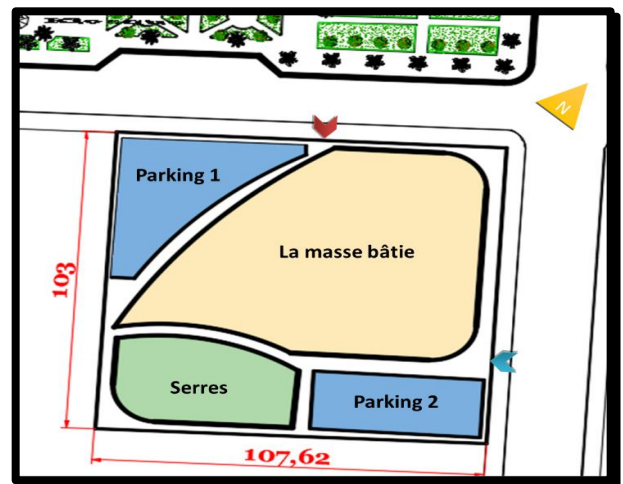


Figure 0-3: mode d'occupation de terrain

Source : auteure

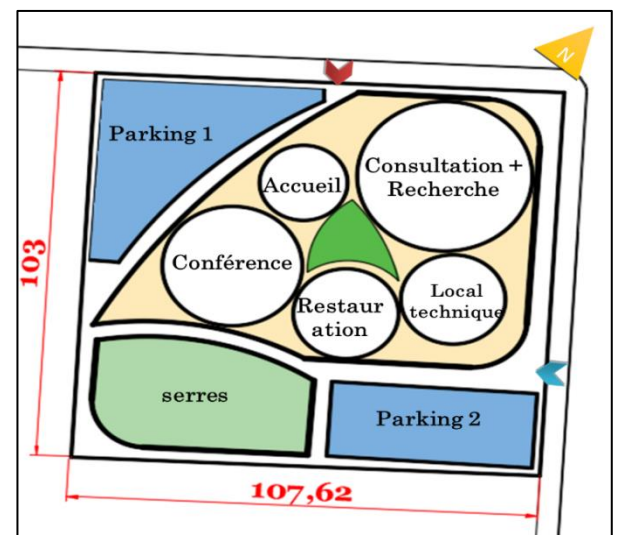
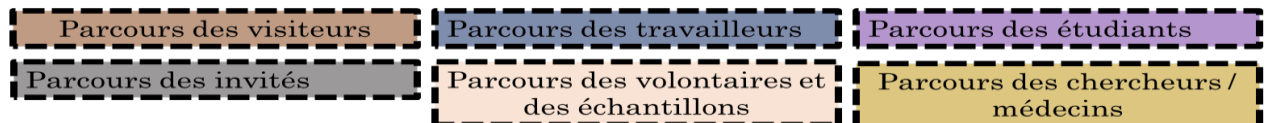
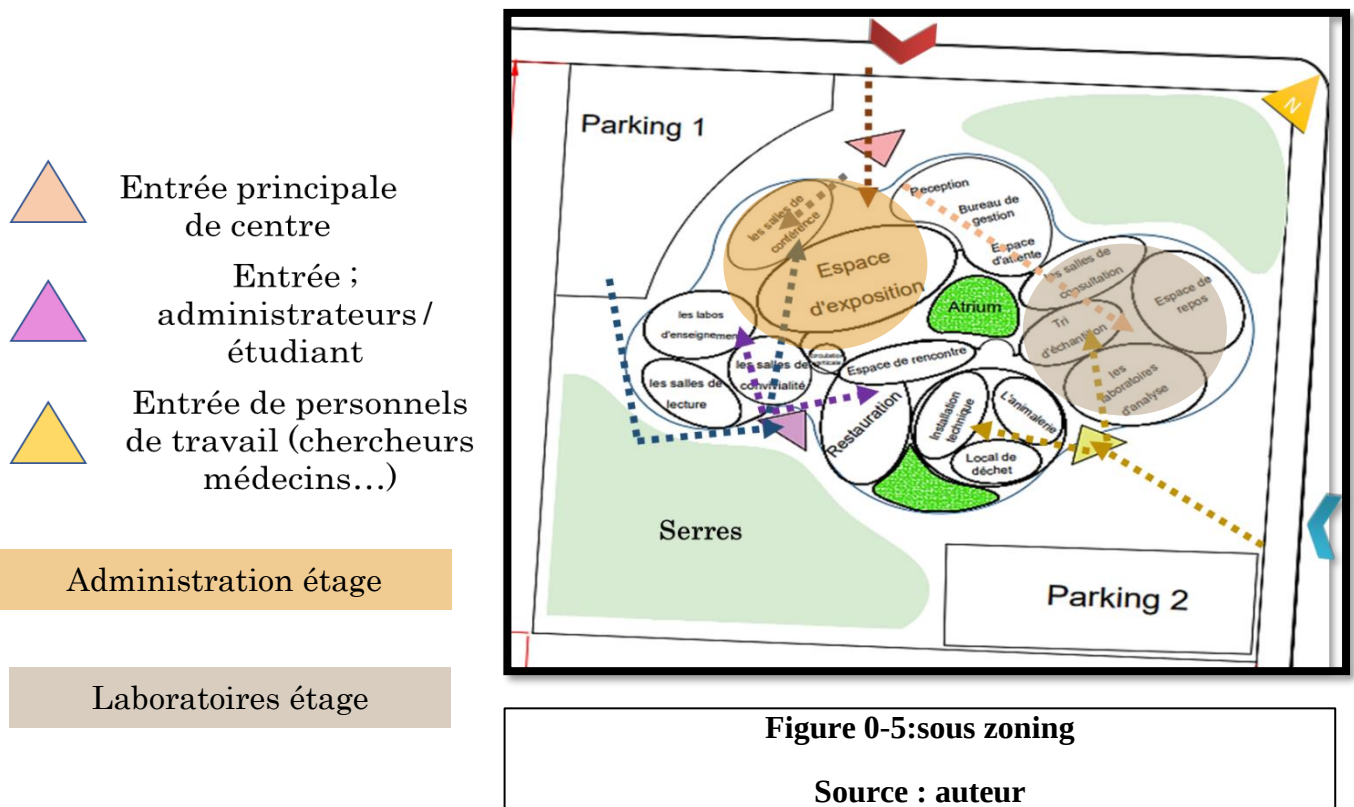


Figure 0-4: sous zoning du projet

Source : auteure



II.4. L'idée conceptuelle :

Nous avons essayé de ressortir une volumétrie qui offre un projet visible bien organisé sur le plan fonctionnel spatial.

Le projet est un centre de recherche en infectiologie ce terme signifie la science qui traite les substances infectieuses : les bactéries, le virus, les parasites ... vers un objectif commun : éradiquer si non contrôler et prévenir les maladies infectieuses. L'étude et le traitement de maladies d'importance vitale pour la santé humaine ...

C'est pour cela que la composition volumétrique du projet sera basée essentiellement sur la forme d'une bactérie pour avoir un lien entre la forme du projet et sa fonctionnalité.

Le Streptococcus l'une des bactéries dangereuses elle a toujours été la cause de nombreuses maladies infectieuses dans la ville de Laghouat donc on inspire certaines de ses caractéristiques et l'utiliser dans le projet, comme les formes sphériques adjacentes, qui



Figure 0-6: la bactérie de streptococcus

Source : www.researchgate.net

exprimera la relation de continuité entre les entités de notre projet (zoning). Aussi cette forme permet également au vent de dévier et empêcher l'accumulation de la poussière.

ETAPE 01 :

La concrétisation de l'idée sur le terrain Par La projection de cinq sphères selon les entités adjacentes.

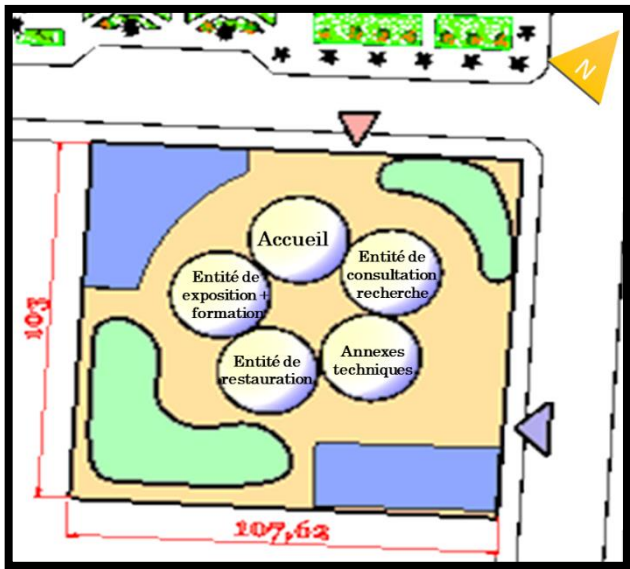


Figure 0-8:L'étape 1 ; La Projection De L'idée

Source : auteur

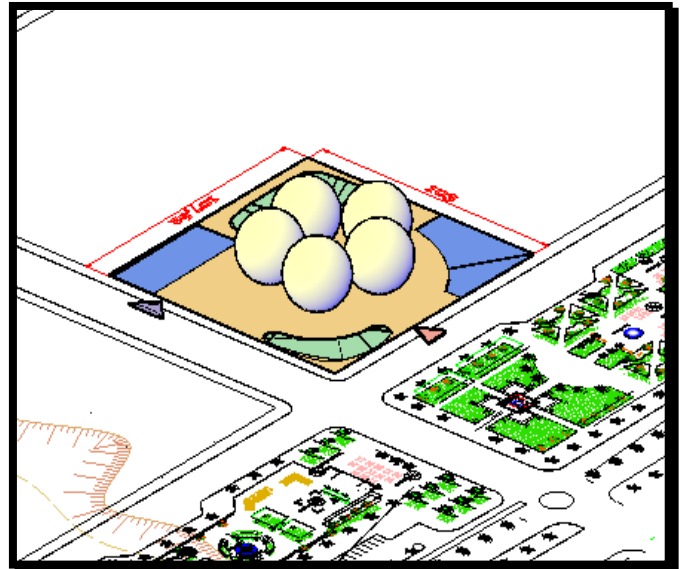


Figure 0-7:Vue 3D Sue L'étape 1 ; La Projection De L'idée

Source : auteur

ETAPE 02 : l'adaptation au programme quantitatif :

Transformation en hémisphères L'agrandissement de leurs volumes afin d'obtenir des hauteurs et surfaces appropriées .pour le programme de chaque entité.

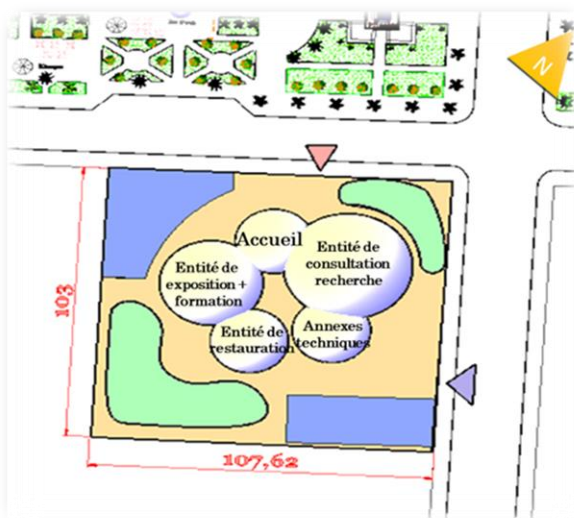


Figure 0-9: L'étape 2 ; l'adaptation au programme quantitatif

Source : auteur

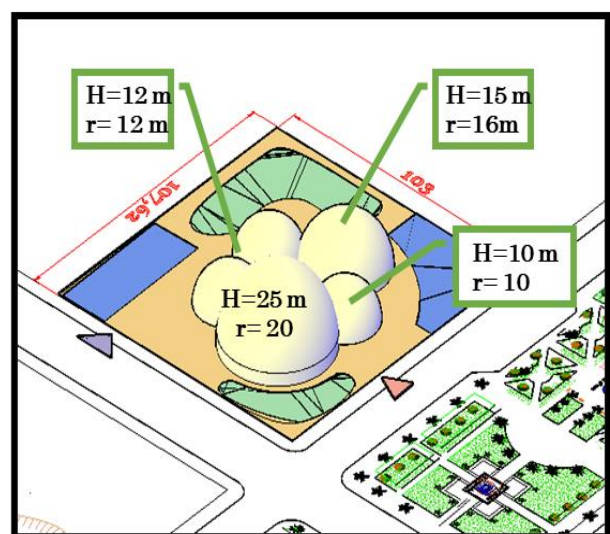


Figure 0-10: l'adaptation au programme quantitatif

Source : auteur

ETAPE 03 :

L'orientation et l'adaptation du la forme selon les données de site et type de projet (fonctionnelles et climatique).

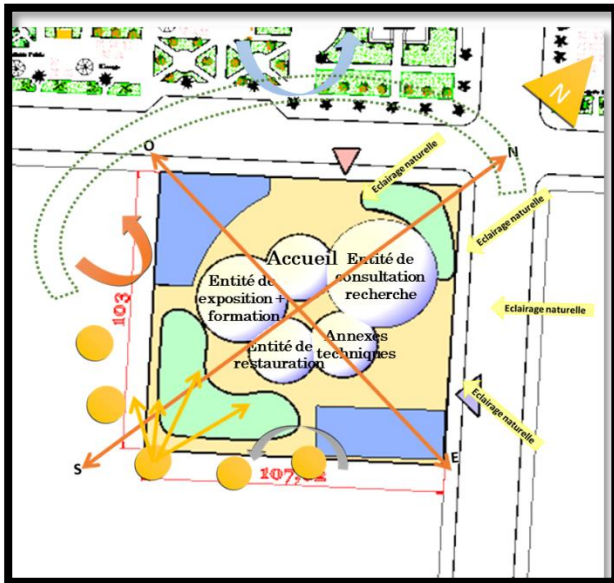


Figure 0-11: Vue 2D Sur L'étape 3 l'adaptation du la forme aux données de site

Source : auteur

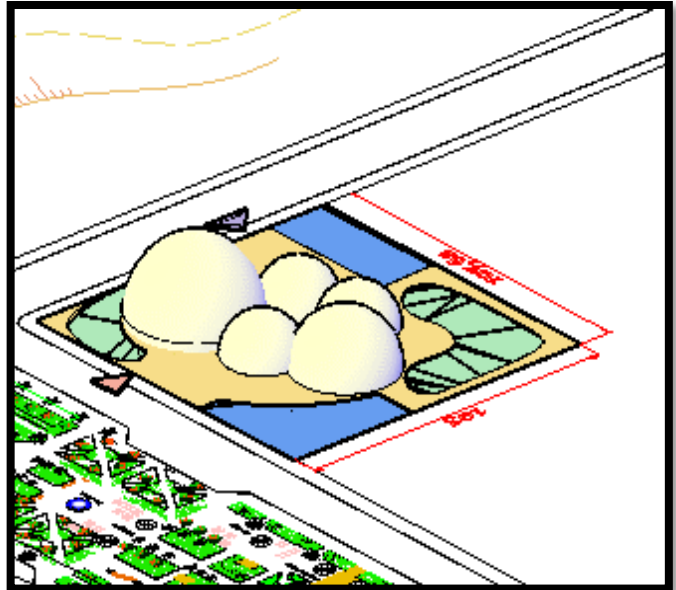


Figure 0-12: Vue 3D Sur L'étape 3 l'adaptation du la forme aux

Source : auteur

La salle de conférence et les labos d'enseignement protègent le reste du projet des rayons solaires et des vents violents en été.

La trame verte et bleu utilisée comme un filtre de poussière, et elle anime la façade de chaque entité.

L'accueil et la salle de consultation possède une large façade nord/ouest pour bénéficier de la lumière uniforme.

ETAPE 04 : flexibilité de volumétrie :

- La jonction des formes par une allure flexible Reflète la technologie et la fonction scientifique du projet.
- Volumétrie permet d'Empêcher les vents et l'accumulation de poussière.
- Atrium avec un vitrage transparent au milieu contribué à l'amélioration de confort visuel et thermique (la Lumière et la ventilation naturelle).

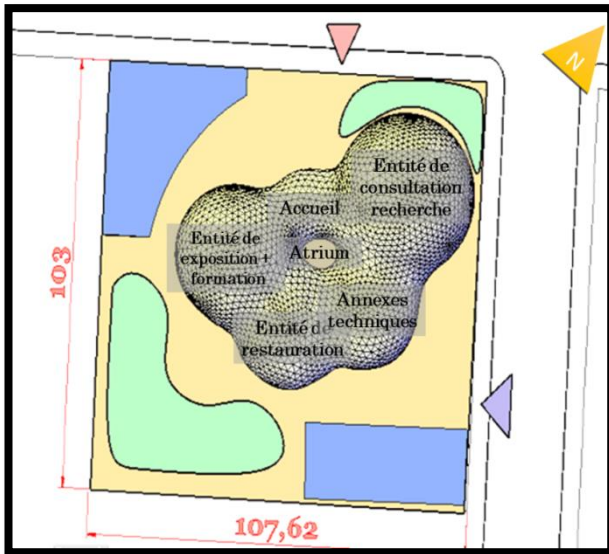


Figure 0-13: Vue 2D Sur L'étape 4 la flexibilité de la volumétrie

Source : auteur

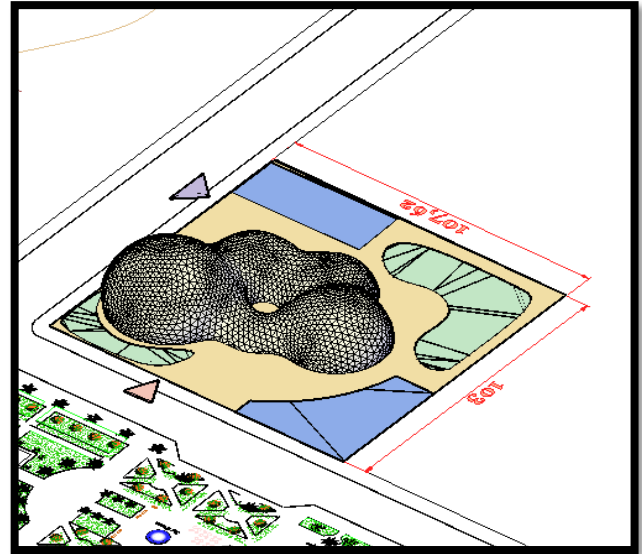


Figure 0-14: Vue 3D Sur L'étape 4 la flexibilité de la volumétrie

Source : auteur

ETAPE 05 : jeu de volume et surface :

L'allongement de la salle de conférence vers l'extérieure pour bien protéger le projet contre les vents côté SUD/OUEST.

L'addition de la toiture perforée serve a minimiser l'éclairage intense au-dessus de l'atrium, et mise en valeurs les entrée de projet.

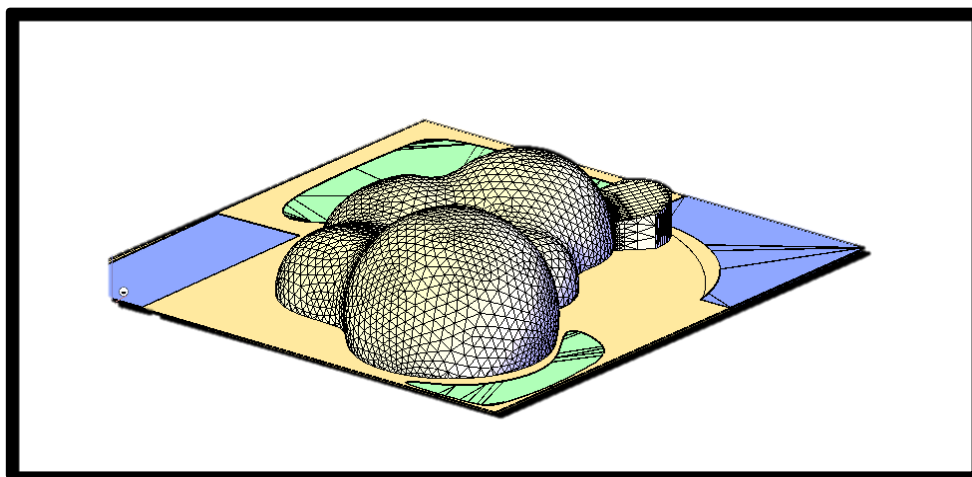


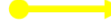
Figure 0-15: développement de volume

Source : auteur

III. Plan de masse :

L'implantation et l'orientation du bâtiment lui offrir une accessibilité facile qui aident impérativement une possibilité d'accès au projet à travers les deux voies mécaniques qui l'entourent.

Au niveau de plan de masse Le bâtiment principal s'inscrit bien dans le terrain, en forme irrégulière et compacte, avec une implantation et orientation favorables pour faire profiter la climatologie du site et bonne gestion de la surface réduite.

-  Parcours urgence
-  Parcours service
-  Parcours parking privé
-  Parcours parking invités
-  Parcours pompiers

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

L'exploitation de côte sud pour planter des arbustes ou plantes médicinales connu dans la ville de Laghouat.

Les espaces verts utilisés comme ; filtre de poussières, animation pour les parcours ou parcours guidant.

Deux parkings bien séparés l'un lié avec l'accès principale pour les visiteurs et l'autre lié avec l'accès mécanique secondaire pour les personnels de travail.

Parcours mécanique de service passe par le dépôt, local de déchet (gestion de déchets) et l'espace de préparation (restaurant) pour alimenter les besoins de centre.

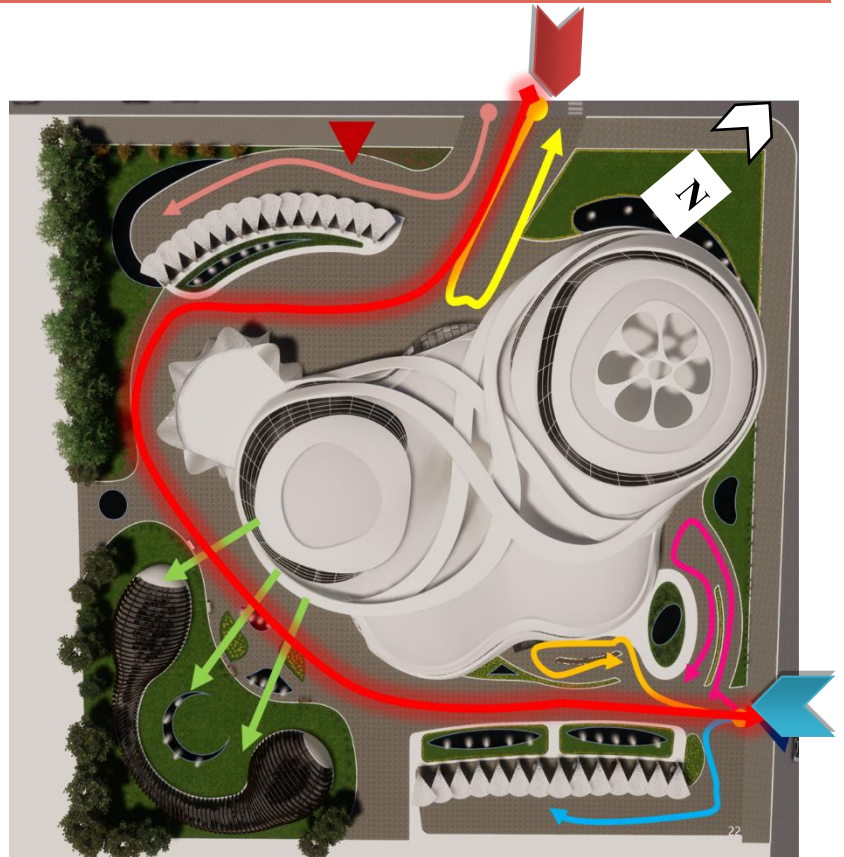


Figure 0-16: Vue du plan de masse du projet
source : auteur



L'accès principal

L'accès secondaire



IV. Conception des plans intérieurs :

IV.1. Principes de base :

1. Une hiérarchisation horizontale du public (les chercheurs – les étudiants – les travailleurs...) Au privé (chercheurs- médecins) et une hiérarchisation verticale du général au spécialisé.
2. La séparation entre les espaces de risque contamination et les espaces de travail ordinaires avec des locaux de stérilisation dans chaque espace.
3. L'implantation des laboratoires de niveau de confinement 1 au premier étage, car ils plus fréquenté par les chercheurs et les étudiants pour l'apprenti.
4. L'implantation des laboratoires de niveau de confinement 2 au deuxième étage, car ils destinés juste pour les chercheurs.
5. L'implantation des laboratoires de niveau de confinement 3 au troisième étage (dernier), car ils destinés pour les chercheurs spécialisés avec des mesures de confinement plus strictes et installation mécanique au niveau de faux-plafond prend une hauteur plus importante par rapport les autres étages.
6. Les labos d'enseignements avec la salle de conférences implantés en rez de chaussée car ils plus fréquentes et devient plus remarquables pour les chercheurs et les étudiants.
7. L'implantation des espaces de rencontre ou de consommation dans l'intersection entre les entités au niveau de rez de chaussée.
8. Les circuits et les parcours : sont organisés et séparés selon l'usage et selon l'activité, pour assurer le bon fonctionnement.

V. Description et présentation des plans :

V.1. Au niveau du RDC :

Il est divisé en 4 parties (cercles), avec une entrée indépendante pour chacune des parties.

- **La partie Nord et Nord/Ouest abrite :** une entité de consultation générale

Entité de consultation générale ; séparée en deux parties une pour les volontaires et les malades et l'autre pour les différents personnels du travail.

Les salles de prélèvement homme/femme, l'espace de tri d'échantillons, laboratoire d'analyse et salle d'imagerie juxtaposé sur un parcours continu et fermé (insalubre / risque contamination) vue la relation continuité entre ces espaces.

Les espaces du personnel de travail (vestiaires / espaces de repos) séparé par une porte privée à proximité l'entrée secondaire des chercheurs et travailleurs. Atrium joue le rôle d'un séparateur entre les deux espaces au même temps articulateur (espace de rencontre).

- **La partie Ouest et Sud/Ouest abrite :** l'accueil et l'entité de formation.

L'accueil avec espace d'orientation principale mène vers un atrium central et escalier pour les administrateurs.

L'entité de formation composé de salle de conférence (projection théoriques) et laboratoires d'enseignement (pratique) avec salle d'honneur en face la salle conférence pour les chercheurs invités.

- **La partie Sud et Sud/Est abrite** : l'entité de la restauration.

Contient deux cafétéria et restaurant légèrement séparés l'un pour les chercheurs et invités et l'autre pour les différents usagers, avec un espace de préparation à un accès de service lié directement avec l'extérieur.

- **La partie Est et Sud/Est abrite** : l'entité technique :

Situé de ce côté partie de l'entité de consultation et l'entité technique qui englobe animalerie héberge les animaux d'expérimentation, locaux technique et local de stérilisation et tri de déchets, les deux derniers ont des portes liées directement avec l'extérieur.

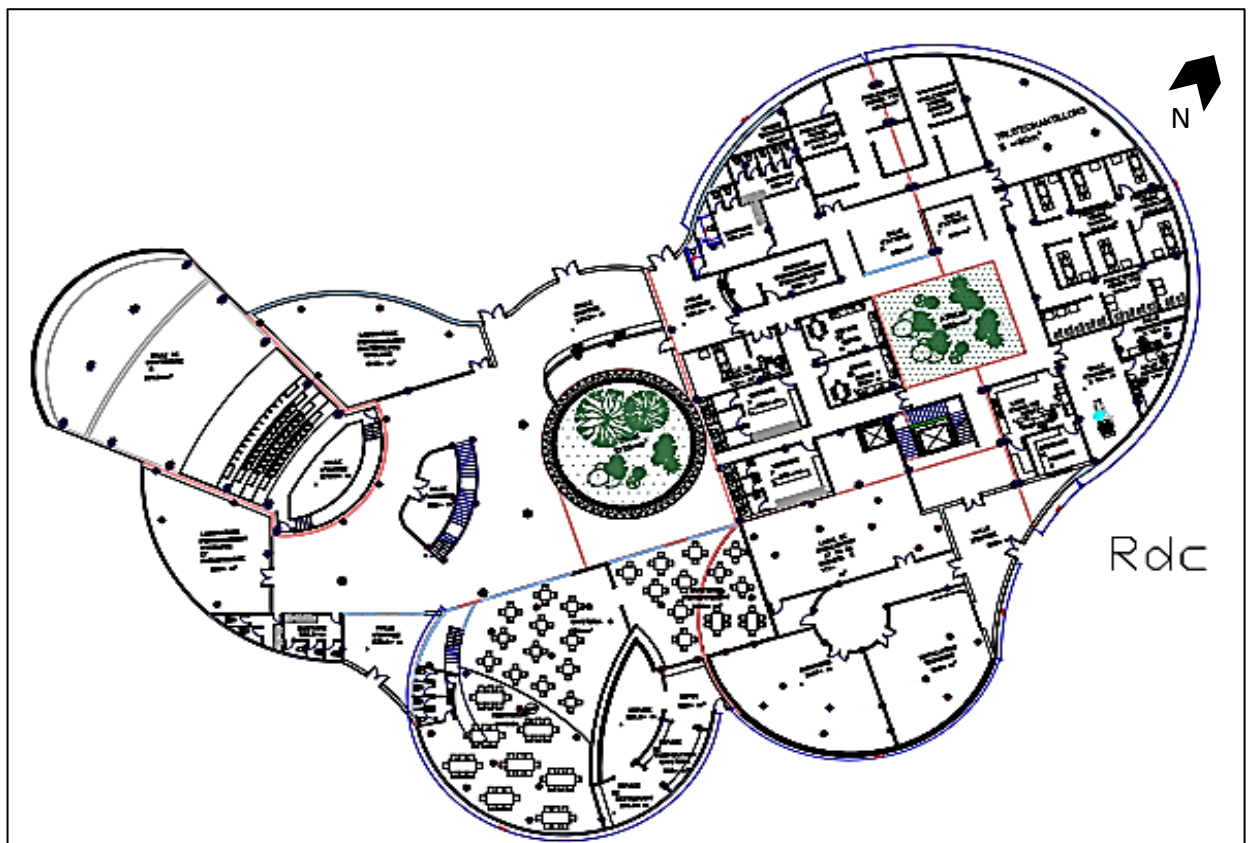


Figure 0-17: plan du RDC

Source : auteure

V.2. Au niveau du R+1 :

- **La partie Nord et Nord/Ouest abrite** : une entité de recherche

Entité de recherche ; composé de laboratoires de recherche (parasitologie – mycologie – bactériologie – virologie) de niveau de confinement¹ avec des vestiaire et espace de repos (homme/femme).

Animalerie, salle de congélation et stockage et salle pour les liquide et gaz utilisé par les appareils.

- **Les caractéristiques de laboratoire de confinement 1 appliqué dans le plan :**

- ✓ L'accès de cette salle, séparée par au moins une porte verrouillable, est limité aux seules personnes autorisées.
 - ✓ Un pictogramme "Danger biologique" est affiché à l'entrée de la salle.
 - ✓ Un vestiaire, localisé en dehors de la salle, est destiné aux effets personnels et permet de les séparer des vêtements de protection enfilés pour entrer dans la salle technique.
 - ✓ La ventilation de cette salle est assurée par un dispositif mécanique.
 - ✓ Une fenêtre d'observation ou un système équivalent permet de voir les occupants et de détecter tout problème sans avoir à entrer dans la salle.
- **La partie Ouest et Sud/Ouest abrite : administration :**
 - Commence par un petit espace d'orientation lié avec un espace d'archivage
 - Les bureaux ; directeur, communication, moyens généraux, financier juxtaposés autour la salle réunion.
 - **La partie Sud et Sud/Est abrite : l'entité de formation.**

Le reste des espaces de formation qui besoin un éclairage suffisant, calme et moins fréquentés comme la salle de lecture, salle de convivialité et sanitaires H/F.
 - **La partie Est et Sud/Est abrite : l'entité technique :**

Le prolongement vertical de local de stérilisation et tri de déchets de RDC vers le R+1 à travers un monte-charge.

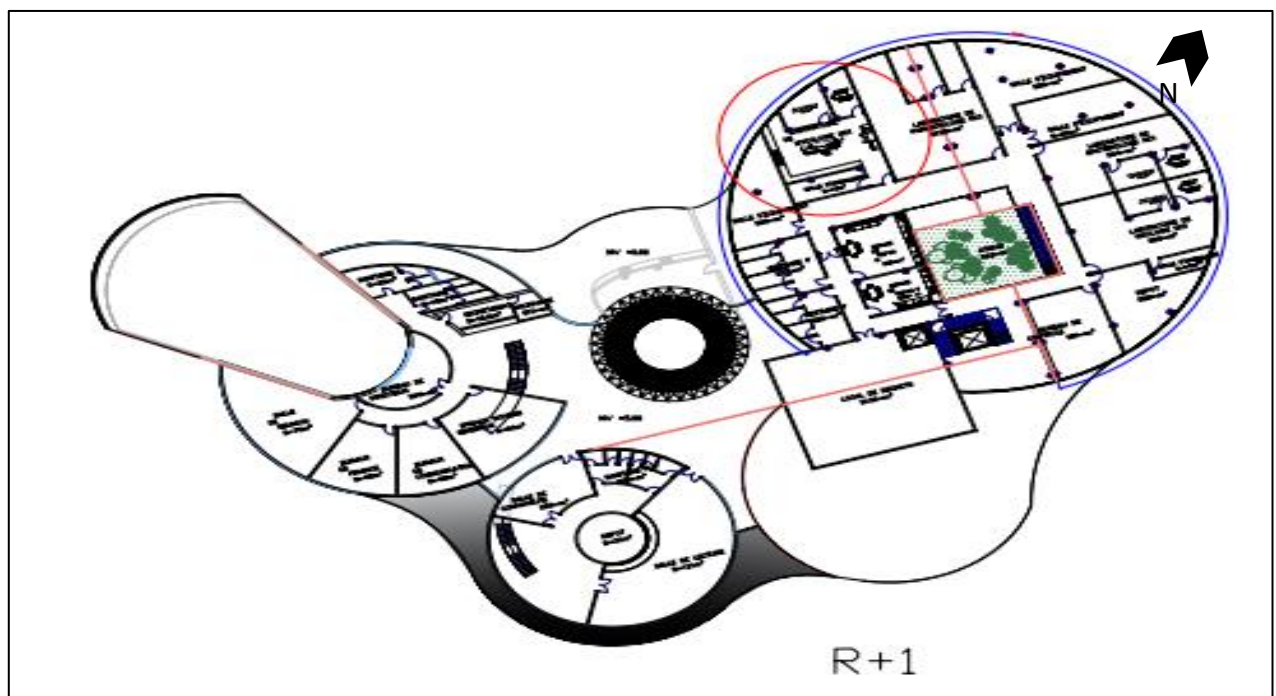


Figure 0-18: plan du R+1

Source : auteure

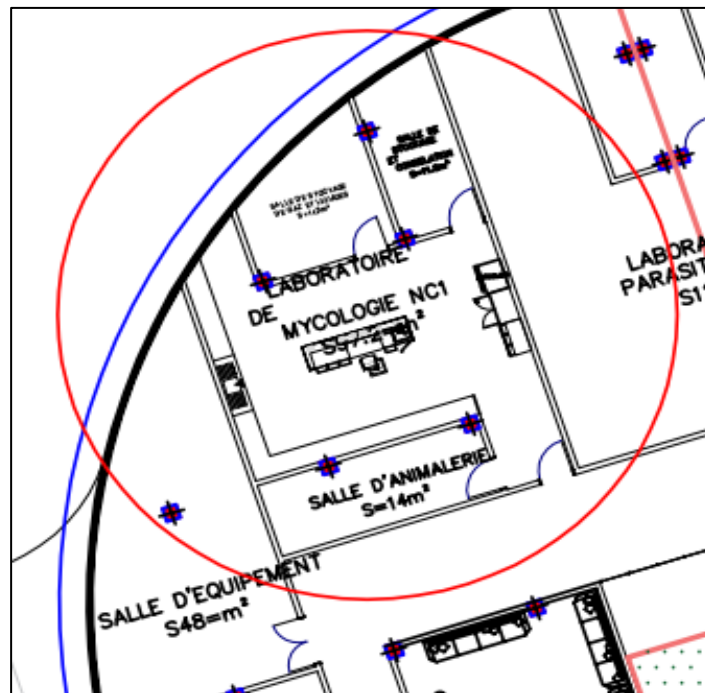


Figure 0-19: plan de laboratoire

Source : auteure

V.3. Au niveau Plan R+2 :

- entité e recherche niveau de confinement 2 Abrite Les laboratoires de niveau de confinement 2 (parasitologie – mycologie – bactériologie – virologie), salle d'équipement pour chaque laboratoire, vestiaires, dépôt, et bureau de contrôle prendre la responsabilité de laboratoires
- Les labos de NC2 composé de :
 - Salle d'entreposage des vêtements et lave main utilisé durant l'entrée et sortie des chercheurs.
 - Animalerie, salle de congélation et stockage et salle pour les liquides et gaz utilisé par les appareils.
- **Les caractéristiques de laboratoire de confinement 2 appliqué dans le plan :**
 - ✓ Les fenêtres de la salle doivent rester fermées lors des manipulations d'agents biologiques de groupe 2.
 - ✓ Selon les résultats de l'évaluation des risques, il peut être nécessaire que la salle se ferme hermétiquement pour permettre la désinfection.
- **Aménagement :**
 - ✓ Un PSM est exigé pour les manipulations générant des aérosols ou des projections.
 - ✓ Les surfaces des sols et des murs doivent être imperméables à l'eau, résistantes aux agents de nettoyage et de désinfection, sans endroit inaccessible au nettoyage.

- ✓ Selon les résultats de l'évaluation des risques, il peut être nécessaire de disposer d'un autoclave facilement accessible et si possible dans le bâtiment.

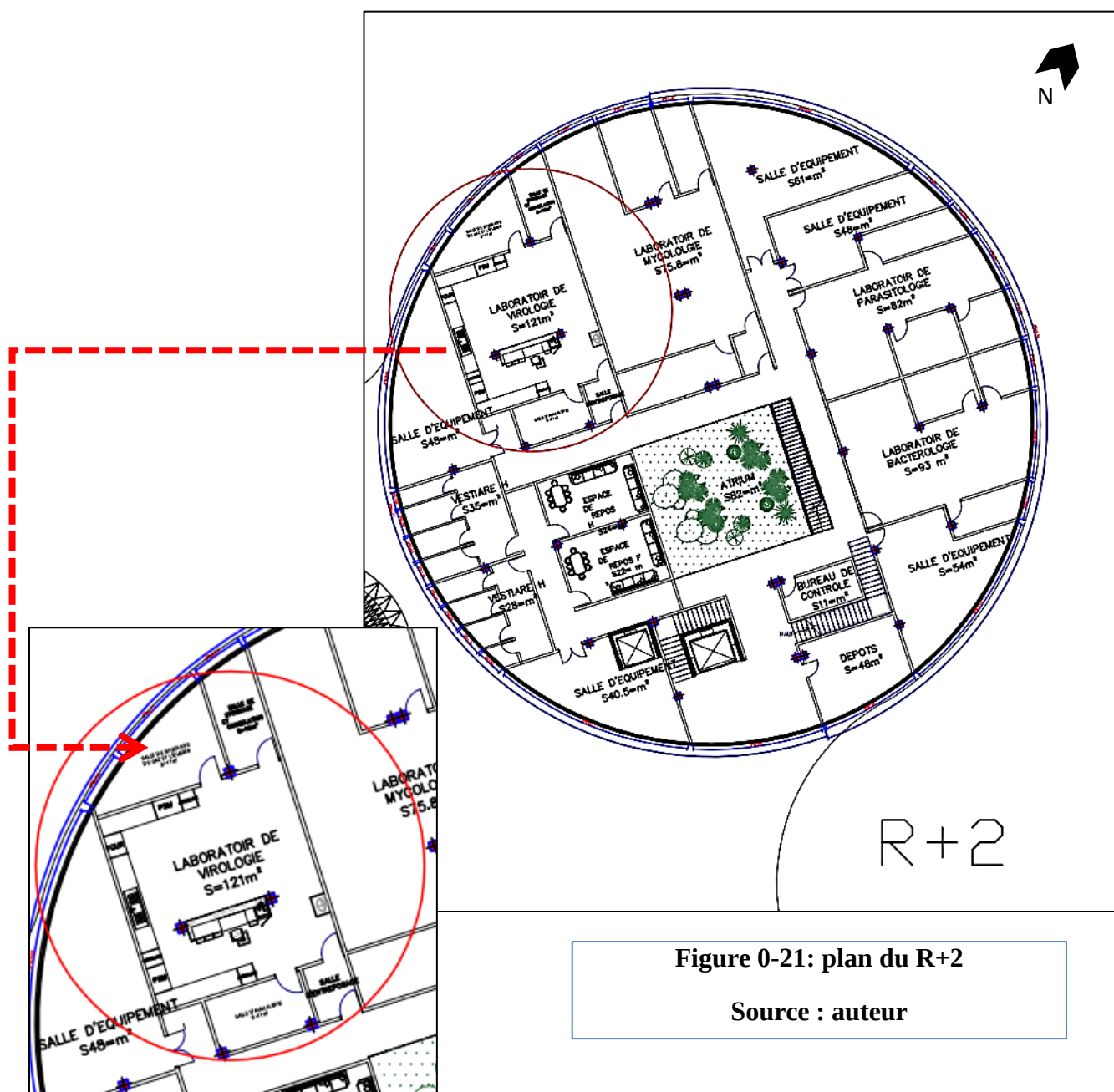


Figure 0-21: plan du R+2

Source : auteur

Figure 0-20: plan de laboratoire

Source: auteur

V.4. Au niveau Plan R+3 :

➤ Entité e recherche niveau de confinement 3

Abrite Les laboratoires de niveau de confinement 3 (parasitologie – mycologie – bactériologie – virologie), salle d'équipement pour chaque laboratoire, vestiaires, dépôt, et bureau de contrôle prendre la responsabilité de laboratoires.

Sas d'entrée :

- Salle d'entreposage : poser les vêtements de la ville
- Vestiaire propre : porter les vêtements de laboratoire
- Vestiaire sale : pour poser jeter les vêtements déjà utiliser dans le travail.
- Douche : avant sortir laboratoire pour décontaminer le corps

➤ **Les caractéristiques de laboratoire de confinement 2 appliqué dans le plan :**

Le personnel accède à la salle technique via un sas muni de portes asservies ne pouvant pas s'ouvrir simultanément.

Les portes doivent pouvoir se fermer hermétiquement pour permettre la désinfection.

L'air entrant et sortant de la salle dédiée aux activités technique est filtré à l'aide de filtre antiparticule à très haute efficacité (HEPA).

La salle technique est en pression négative par rapport aux zones voisines et un système d'alarme permet de détecter tout changement anormal de la pression de l'air.

Selon l'évaluation des risques, la salle peut être équipée d'un approvisionnement en énergie électrique de secours ou d'un système de ventilation de secours.

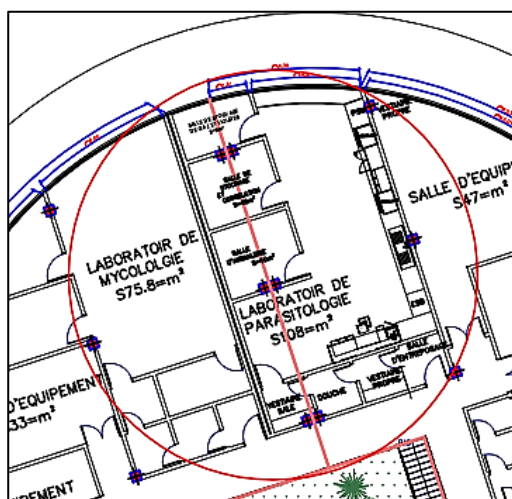


Figure 0-22:plan laboratoire

Source : auteur

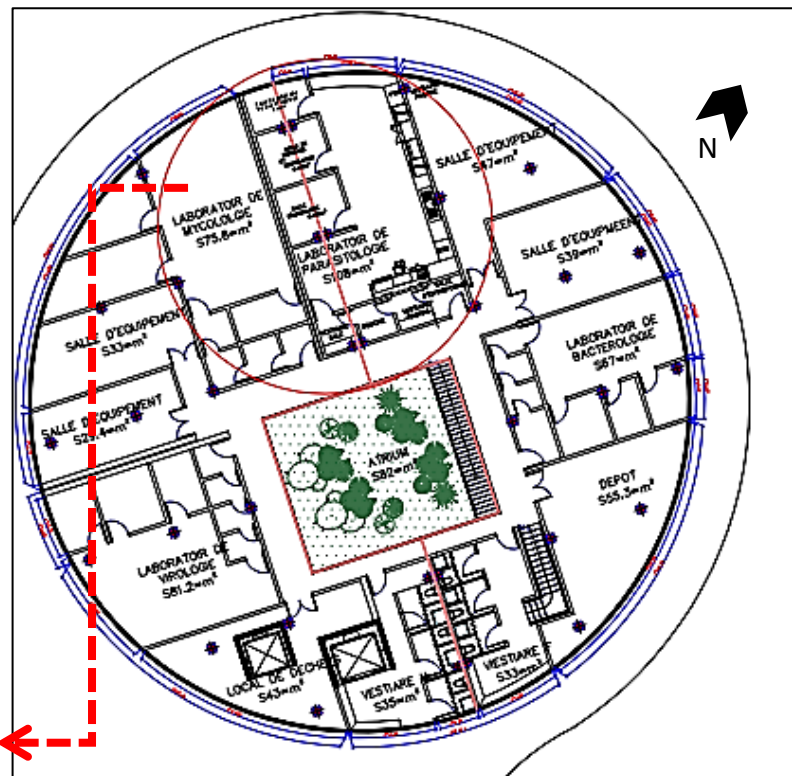


Figure 0-23:plan 3eme étage

Source : auteure

V. Les façades :

On a opté pour des façades vitrées recouvertes d'une coque protectrice sur la totalité du projet, qui expriment l'idée de la vocation de laboratoire (recherche scientifique) à travers le choix des lignes et des formes géométriques curvilignes développées horizontalement exprime l'idée mère de projet la propagation de bactérie de streptococcus montré ans la figure 3, contre laquelle le centre se bat au même temps elle donne une qualité d'éclairement convenable pour chaque espace. La forme générale de centre reflète la technologie et la propreté qui sont les piliers de la création de ce projet, pour une nouvelle présentation de bactérie donne le projet une forme plus compacte Lui fournir de l'énergie a travers les panneaux photovoltaïques trouves au-dessous la toiture. La forme de la salle de conférence permet de briser les vents de côté sud/ouest.

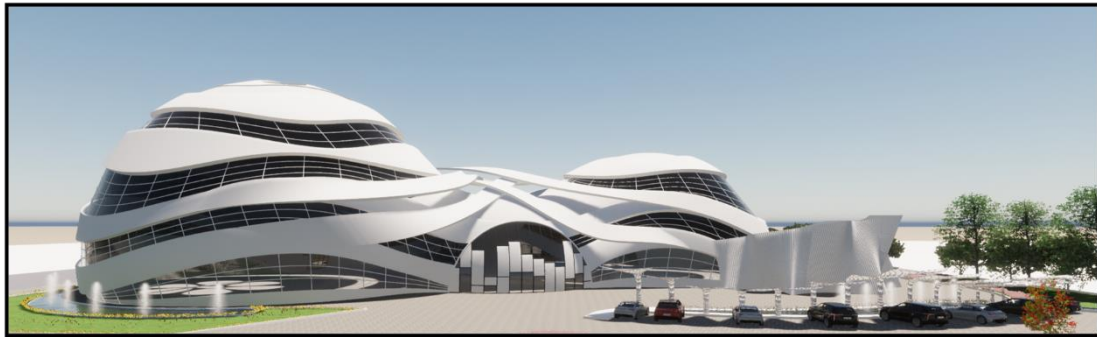


Figure 0-24: façade (Nord/Ouest) principale

Source : auteur

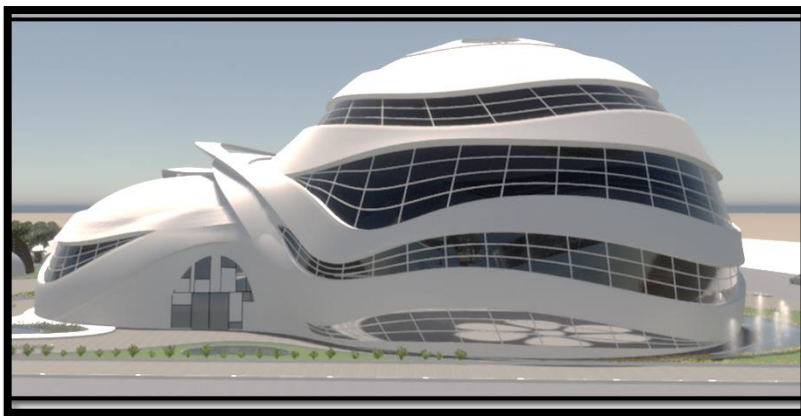


Figure 0-26: la façade Sud/Est

Source : auteure



Figure 0-25: la bactérie streptocoque

Source : www.researchgate.net

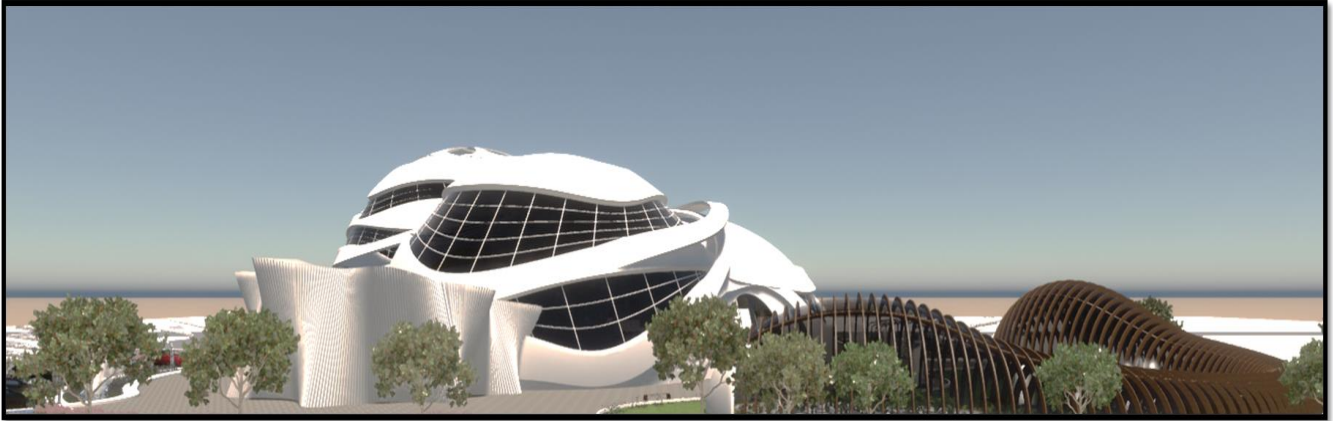


Figure 0-27: façade Sud/Ouest

Source : auteur

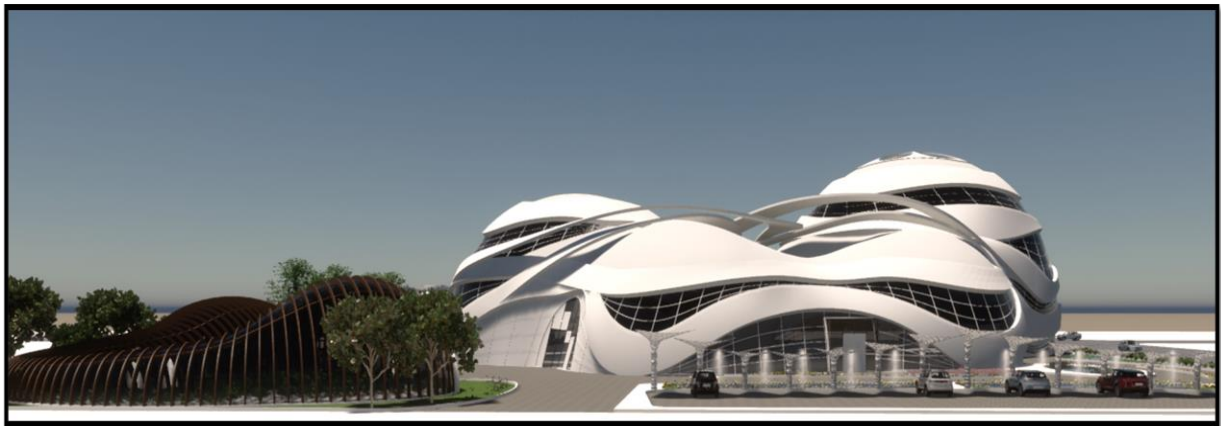


Figure 0-28: façade EST

Source : auteur

Synthèse :

Dans ce chapitre architectural, on fait la conception centre de recherche durable, on prenant les différents aspects de l'architecture durable dans l'organisation des espaces bâti et non bâti à l'intérieur et extérieur des espaces. Où on adapte des données climatiques du contexte, l'implantation des entités selon les orientations les plus favorables et les exigences fonctionnelle et esthétique du bâtiment tertiaire. Qui sert à offre un environnement de travail adéquat.

CHAPITRE V :

CHOIX DES TECHNIQUES DE CONSTRUCTIONS ET DURABILITE



Introduction :

Cette partie du travail consiste à définir et justifier le choix des différents matériaux et techniques durables utilisées dans la réalisation du projet, plus une présentation des éléments structuraux, des revêtements adéquats, des techniques de sécurité et la nouvelle technologie pour garantir la stabilité du projet et le confort des usagers, ainsi que les techniques et les stratégies passives et actives qui doivent être basées sur le respect de l'environnement.

II. Choix de système structurel :

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

Les structures à grande portée sont de plus en plus fréquemment utilisées dans la construction de bâtiments et de génie civil car elles offrent une flexibilité totale, une adaptabilité, un avantage pour le cycle de vie, des économies de coût et une empreinte environnementale réduite.

- Dans ce projet, le système de structure adopté est un système de type structure en béton, il se compose d'une combinaison de béton BFUP flexible béton armé.

II.1. Motivation de choix de la structure³³ :

Dans le projet, le béton armé est utilisé pour les fondations, les poutres et les poteaux vu sa forte résistance à la Compression.

La structure en béton armé :

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

La structure en béton BFUP :

- ✓ Une importante résistance aux agressions, une facilité de mise en place grâce à une grande ouvrabilité et un rendu de parements très esthétique.

III. GROS OEUVRES :**III.1. L'infrastructure :****III.1.1. Les fondations :**

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

³³ (www.guidebeton.com/beton-arme/, 2021)vu 11-05-21

III.1.2. La superstructure :

- Les poteaux et poutres sont en béton armé, on prévoit des poteaux de formes carrés et circulaires.
- Les planchers² : on a deux types utilisés :
 - Plancher en dalle pleine.

Plancher en Dalle pleine nervurée dans les deux directions, ce qui donne la forme des caissons ; Aspect esthétique attirant en sous face Grande portée Plus rigide et plus résistante.

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

- ✓ Imperméabilité aux liquides.
- ✓ Résistances aux produits chimiques.
- ✓ Facilité d'entretien.
- ✓ Capacité de dériver les charges électrostatiques (en principe <108 ohms).
- ✓ Absence de gaz toxiques en cas d'incendie.

▪ **Selon le profil d'exigence, les matériaux suivants conviennent :**

- ✓ Carreaux Klinker (notamment dans les laboratoires humides, les lieux de stockage de produits Chimiques et de solvants ; joints résistant aux produits chimiques nécessaires).
- ✓ Revêtements en résine synthétique (par exemple pour le stockage de produits chimiques et de solvants).
- ✓ Linoléum (notamment lorsque l'utilisation en chimie humide est faible).
- ✓ Revêtements en béton durci, revêtements sans joints sur base pierre/bois, parquet industriel ou bois dans les ateliers et les lieux de stockage.
- ✓ L'utilisation de PVC est inappropriée pour diverses raisons, notamment en raison de la formation de gaz toxiques en cas d'incendie. Pour l'exploitation et le nettoyage, il est avantageux de choisir les mêmes revêtements pour les laboratoires et les couloirs.

▪ **Les plafonds² dans les cas exceptionnels, il nécessaire d'utiliser les matériaux suivants pour les plafonds des Laboratoires :**

- ✓ Dalles de plafonds métalliques anticorrosion, aisément démontables, en exécution, étanche à la poussière.
- ✓ Lorsque les exigences à respecter en matière d'étanchéité sont plus sévères, on optera pour des dalles de plâtre.
- ✓ Les faux plafonds : deux types (en pvc pour les espaces humides et les espaces de vibration, et en plâtre ou en métal pour les autres espaces).
- ✓ Les faux plafonds sont prévus pour permettre :

- Le passage des gaines et des différents câbles.
- La fixation des lampes d'éclairages, des détecteurs d'incendie et de fumée, des détecteurs de mouvements, des émetteurs et des caméras de surveillance.

III.2. Les joints :

Afin d'assurer une régularité des masses et des rigidités, les joints sont disposés au niveau de l'ouvrage, ces derniers peuvent jouer le rôle des éléments résistants aux charges horizontales tel que les séismes et les vents.

- **Les joints de dilatations** : Ils sont prévus pour répondre aux dilatations dues aux variations de température.
- **Le couvre-joint** : est un élément qui permet de cacher les jointures et de rendre l'ensemble plus esthétique. Son usage permet également d'augmenter la résistance et la tenue de l'ensemble d'un ouvrage.

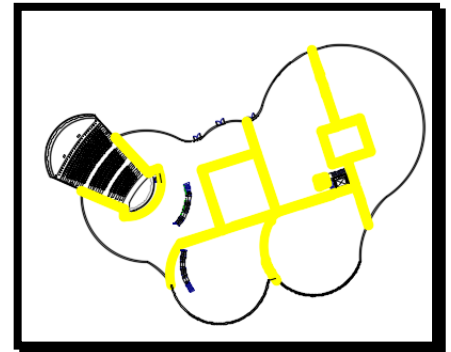


Figure 0-1: la présentions des joints dans les plans

Source :auteur

III.3. Escaliers :

- Les escaliers sont protégés contre l'incendie par des murs coupe-feu et aussi des portes coupe-feu deux heures.

IV. LES SECONDS OEUVRES :

Constituent les éléments non structurels du projet :

IV.1. Les cloisons intérieures³⁴ :

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

Il s'agit d'obtenir des surfaces de cloisonnement rigoureusement planes et sans saillies, comportant le moins de joints possible, permettant un nettoyage aisé pour éviter l'accumulation de poussière susceptible de propager des bactéries, ce qui nous a emmené à revêtir par une couche mince et lisse anti bactérienne de vinyle de PVC.

IV.2. Les cloisons en maçonnerie :

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

Mur de briques de 15 cm, crépi.

IV.3. Les murs extérieurs :

Pour conserver l'esprit organique du projet, on utilise dans les bétons fibrés à ultrahautes performances (BFUP) préfabriqués

IV.4. Mur rideaux :

Le mur-rideau est un mur de façade légère non porteur qui se caractérise par :

³⁴ PDF (Bâtiment de laboratoire par la KBOB. Édition 1 / Jan 2000 P34)

- ✓ Il est fixé sur la face externe de l'ossature porteuse du bâtiment
- ✓ Son poids propre et la pression du vent est transmis à l'ossature par l'intermédiaire d'attaches.
- ✓ Il est formé d'éléments raccordés entre eux par des joints.

Dans notre projet on a utilisé le verre thermochrome et les panneaux photovoltaïques organiques flexibles.

V. CORPS D'ETAT SECONDAIRE :

V.1.Portes :

Dans ce type projet il est nécessaire d'utiliser des portes coupe-feu :

- Porte simple battant PCF : pour les bureaux, les laboratoires d'enseignement, et sanitaires.
- Porte à double battant PCF : les salles d'équipements, les laboratoires.
- Porte coulissante PCF : l'entrée principale du projet.
- Dans les laboratoires, il est recommandé de mettre des fenêtres d'observation pour voir le personnel qui occupe la pièce.



Figure 0-4:représente une porte coupe-feu avec deux battants

Source : (www.lamy-expertise.fr, 2021)



Figure 0-2:porte coupe-feu

Source : (www.lamy-expertise.fr, 2021)



Figure 0-3:accès contrôlé avec empreinte digital

Source : (www.lamy-expertise.fr, 2021)

V.2.Système de Climatisation et chauffage :

Le système central à traitement d'air double flux. La CTA double flux a été choisi pour les raisons suivantes ;

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

• Principe :

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

- Ventiler par l'introduction d'air neuf et l'extraction d'air vicié.

- Filtrer l'air.
- Chauffer par soufflage d'air chaud.
- Rafraîchir par soufflage d'air froid.
- Échanger les calories entre 2 flux d'air.
- Déshumidifier par condensation de la vapeur d'eau.
- Humidifier par vaporisation d'eau

V.3.Électricité :

Elle se fait par le moyen d'un poste de transformation situé au niveau des locaux techniques, ainsi qu'un groupe électrogène pour remédier à toute coupure du réseau urbain.

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

V.4.Plomberie³⁵ :

V.4.1.Réseau eau

Distribution d'eau froide depuis le branchement eau de la ville.

Il est prévu un local compresseur et une bache à eau d'une capacité de 150 m³ afin d'assurer un débit régulier.

Débit suffisant pour trompe à vide sur les paillasses.

Vanne d'arrêt à chaque groupe de paillasses.

V.4.2.Réseau eau incendie

Colonne montante et robinet d'incendie armé à chaque étage.

V.4.3.Réseau évacuation

Il devra être séparatif entre les eaux usées et les eaux de laboratoire.

Le réseau du laboratoire sera en polyéthylène à haute densité ou en polypropylène de marque certifiée. Le réseau sera disposé en vide sanitaire. Il devra être facilement visitable pour son entretien

V.5.Assainissement / V.R.D :

Création des réseaux séparatifs d'évacuation du bâtiment jusqu'au réseau public. Les eaux de laboratoire seront raccordées après traitement au réseau eau usée et eaux sanitaires puis au réseau public d'évacuation existant.

VI. Confort thermique :

VI.1. Forme du projet :

Forme compacte permet à diminuer la déperdition thermique.

³⁵ Source : descriptif technique de centre de recherche sur le médicament et la toxicologie.

VI.2. Les matériaux innovants :

VI.2.1. Béton fibré ultra-hautes performances :

Les bétons fibrés à ultra hautes performances (BFUHP) sont des matériaux à matrice cimentaire, renforcés par des fibres et offrant des résistances en compression comprises entre 150 et 250 MPa.



Figure 0-5:composant de beton fibré

Source : **Source : (www.voirvert.ca, 2021)**

VI.2.1.1. Les motivations de choix :

○ La résistance mécanique :

Le comportement mécanique du matériau permet de concevoir des ouvrages particulièrement élancés et légers, notamment avec des concepts innovants tels que des structures nervurées en treillis ou ajourées

Il permet de réduire les volumes de béton à mettre en œuvre, d'affiner les structures et donc de réduire le poids des ouvrages et leur impact sur les fondations.

Liberté de création et de forme :

Les résistances élevées du matériau et l'absence d'armature associées à une haute précision du moulage facilitent la réalisation de formes variées pour la construction de structures légères et élancées, et l'élaboration de structures complexes (coques, voiles minces, résilles...).

Les performances mécaniques des BFULHP autorisent une grande liberté de création de formes et de volumes.

○ La qualité esthétique :

La gamme des BFULHP, au besoin complétée par des pigments, permet d'obtenir des textures très variées et des parements lisses satinés, mats, brillants, homogènes et très réguliers présentant d'excellentes qualités esthétiques.

Leur capacité à être moulé et la finesse des grains permettent de reproduire fidèlement les détails très précis de la micro-texture de la peau du coffrage ou du moule.

○ La durabilité des BFULHP :

Les BFUP sont particulièrement adaptés aux environnements sévères tels que de fortes variations de température ou d'hygrométrie, des agressions chimiques par des ions chlorure ou des acides, des cycles de gel-dégel...

Les gains sur la compacité du béton autorisent la réduction de l'enrobage des armatures éventuelles (armatures passives ou actives). Ils permettent d'envisager la réalisation d'ouvrages offrant de grandes durées de service pratiquement sans entretien, ni réparation.

- **Les propriétés thermo physique du BFUHP :**

- Les BFUP ont une faible conductivité thermique (1,6 W/m.k).
- Masse volumique La masse volumique des BFUHP est de l'ordre de 2400 à 2 600 kg/m³.
- La chaleur spécifique : 832.4 J/(kg.k).



VI.2.2. Vitrage thermo chrome :

Le fonctionnement d'un vitrage thermochrome est simple, il devient plus ou moins opaque selon la température. Par exemple, aux alentours de 20°C il est transparent puis il s'assombrit lorsque la température extérieure grimpe pour devenir quasiment opaque à une température supérieure à 40°C. Malgré l'opacité, la vue vers l'extérieur reste toujours possible.

Ce changement de couleur est dû à une couche ultra fine de dioxyde de vanadium ou un film de cristaux liquides qui est appliqué soit sur le vitrage directement soit entre les couches de verre.

Les atouts pour ce vitrage intelligent protecteur :

Excellente protection contre le rayonnement solaire (principalement les infrarouges)

Maîtrise de la température intérieure en été comme en hiver

Maîtrise de la consommation d'énergie puisque vous réduisez l'utilisation de la climatisation en été

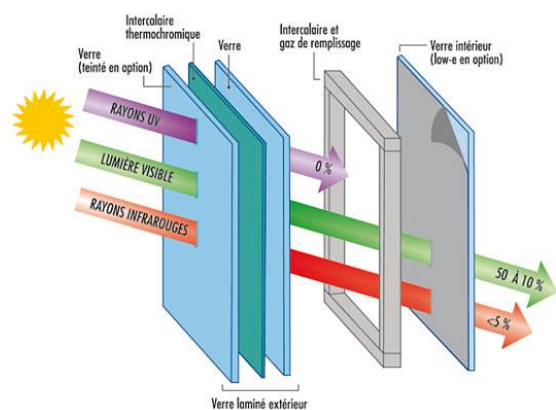


Figure 0-6: Le verre thermochrome Prel-Shade triple vitrage

Source : (www.voirvert.ca, 2021)

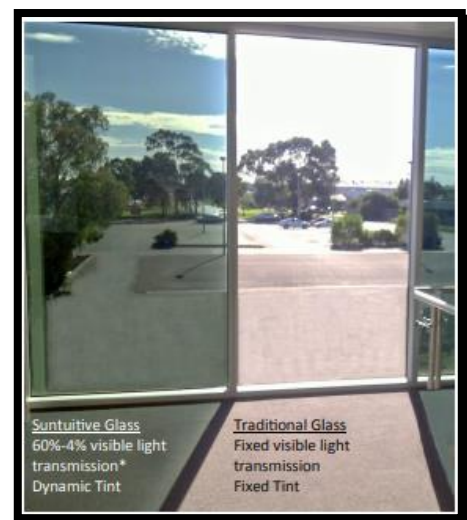


Figure 0-7:: la performance de vitrage thermochrome triple vitrage

Plus besoin de stores ou rideaux occultants

Système bénéfique pour l'environnement, car il n'a nul besoin d'alimentation électrique contrairement à la plupart des vitrages dynamiques

Adaptable à toutes les dimensions et tous les matériaux de châssis de fenêtre, baie vitrée, paroi vitrée de véranda, verrière, serre, façade d'immeuble en verre...

Aucun entretien particulier nécessaire

Apparence d'un vitrage classique.

Il existe sous forme double ou triple vitrage

Propriétés de vitrage thermochrome :

Plages de performances du vitrage isolant teinté vert : K

(Valeur Phase claire à 10 degrés Celsius – Valeur Phase teintée à 65 degrés Celsius) :

- Coefficient de gain de chaleur solaire (0,31 - 0,15)
- Coefficient d'assombrissement (0,35 – 0,17)
- Transmission de la lumière visible (52 % - 11 %)
- Transmission solaire (20 % - 6 %)
- Valeur RSI de 0,73 (R-4,17)
- Cote d'insonorisation STC (Sound Transmission Class) de 38.
- La teinte du verre se stabilise entre 20 à 30 minutes après le changement de température.
- L'épaisseur finie du vitrage est de 31 millimètres, ce qui rend le produit adaptable à la plupart des murs rideaux et cadres de fenêtres existants.
- La durée de vie utile de l'intercalaire thermochromique a été estimée à 20 ans, selon des tests de vieillissement accéléré.

La couleur choisie : on a choisi la couleur grise concernant le vitrage thermochrome pour des raisons environnementales elle permet d'empêcher l'effet d'éblouissement et donne un effet de contraste esthétique apparent dans la volumétrie.

Suntuitive Glass Performance		Visible Light Transmission (VLT)		Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)		Total Solar Transmission	
Exterior Tint	Low-e	Clear ↔ Tinted		Clear ↔ Tinted		Clear ↔ Tinted	
Low-Iron	2x Low-E	0.55	0.08	0.39	0.18	0.28	0.08
	3x Low-E	0.50	0.08	0.32	0.13	0.19	0.03
Clear	2x Low-E	0.54	0.08	0.37	0.17	0.25	0.07
	3x Low-E	0.49	0.07	0.31	0.13	0.18	0.03
Light Green	2x Low-E	0.45	0.07	0.28	0.13	0.18	0.04
	3x Low-E	0.41	0.06	0.26	0.11	0.14	0.02
Medium Gray	2x Low-E	0.38	0.06	0.29	0.15	0.18	0.05
	3x Low-E	0.35	0.05	0.25	0.12	0.13	0.02
Blue	2x Low-E	0.35	0.05	0.29	0.15	0.18	0.05
	3x Low-E	0.31	0.05	0.24	0.12	0.12	0.02
Bronze	2x Low-E	0.35	0.05	0.28	0.14	0.17	0.05
	3x Low-E	0.32	0.05	0.24	0.12	0.12	0.02
Gray	2x Low-E	0.30	0.05	0.25	0.13	0.15	0.04
	3x Low-E	0.27	0.04	0.22	0.11	0.10	0.02

Tableau 0-1: les caractéristiques des couleurs de vitrage thermochrome

Source : (www.suntuitiveglass.com, 2021)

VI.3. Photovoltaïque organique :

« Flexibles, ultraminces, légers, semi-transparents et peu coûteux, les films photovoltaïques organiques permettent d'imaginer de nouvelles possibilités de production d'énergie renouvelable. Cette troisième génération de cellules photovoltaïques est produite par des procédés bas carbone ne nécessitant l'emploi d'aucun métal stratégique ni de solvants chlorés ».³⁶

- Le photovoltaïque « organique » (aussi désigné par le sigle anglais OPV). Elle consiste à imprimer et à superposer des couches d'un matériau semi-conducteur sur un film mince et souple en matière plastique. Tout comme leurs parents inorganiques, ces « cellules » utilisent l'effet photovoltaïque pour produire de l'électricité à partir du rayonnement

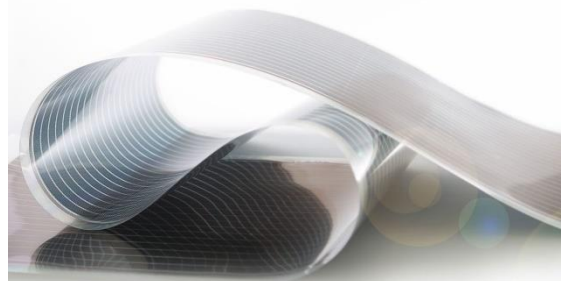


Figure 0-8: Photovoltaïque organique

Source : www.le-flux.fr

³⁶ Site : (www.revolution-energetique.com, 2021) vu : 15/06/2021.

solaire, mais au lieu de silicium, elles contiennent des dérivés du carbone, d'où leur appellation de cellule « organique ». ique ni de solvants chlorés.

- Des cellules photovoltaïques organiques atteignent un rendement de conversion de 25 %.
- Il est préférable pour les bâtiments des régions plus chaudes.

VI.4. **Façade double peau ventilée³⁷ :**

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

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

Elle est constituée de parois vitrées en simple ou double vitrage que sépare une lame d'air ventilée, naturellement ou mécaniquement, par des entrées d'air ménagées en partie haute et basse. Elle est pour objectif ³⁸:

- Amélioration de l'isolation thermique et acoustique par la lame d'air.
- La réduction de la demande d'énergie de chauffage : préchauffage de l'air entrant ou extraction par la lame d'air.
- Régulation solaire : insertion d'un store ou d'un pare-soleil fixe ou mobile.
- Rafraîchissement en été : circulation de l'air préréglé dans la lame d'air « *Elle n'est plus une peau inerte mais un prolongement actif du système de ventilation* », définit l'architecte Jean-Paul Viguier, concepteur de l'immeuble Cœur Défense.
- L'utilisation adaptée des protections solaires et ainsi une réduction des besoins d'énergie de rafraîchissement (réduction des apports solaires directes).
- Le refroidissement nocturne efficace.

³⁷ 12 (www.souchier-boullet.com/ , 2021)vu 15-06-21

³⁸ (www.cahiers-techniques-batiment.fr/article/facades-double-peau-une-conception-au-cas-par-cas.30757 , 2021)vu 15-06-21



Figure 0-9:Façades double-peau

Source :(www.architectura.be/fr , 2021)

VI.5. La ventilation naturelle :

La ventilation naturelle est provoquée par une différence de la température ou de pression entre les façades ventilées ou les fenêtres latérales du bâtiment et l'atrium, elle permet d'évacuer les apports de chaleur interne et les apports solaires des locaux.

– L'utilisation de la serre :

L'utilisation de l'effet serre : L'effet de serre est utilisé à travers l'atrium.

En hiver : les espaces sont chauffés par la chaleur cumulée au niveau des serres.

En été : les espaces sont aérés, ventilée à travers la ventilation nocturne.

VI.6. L'isolation :

VI.6.1. Polystyrène expansé :

Polystyrène est un matériau composé de **98 % d'air** et de **2 % de matière** qui acquiert, lors de son expansion, une structure en forme de nid-d'abeilles.

Cette **structure alvéolaire** lui confère de multiples avantages :

- Isolation thermique performante,
- Résistance mécanique,
- Durabilité dans le temps,
- Légèreté (facile à manipuler et à découper),
- Hydrophobe, ce qui permet de garder toutes leurs caractéristiques en cas d'inondations, d'infiltrations....

Par ailleurs, le polystyrène est **respectueux de l'environnement** : il ne contient aucun gaz destructeur de la couche d'ozone. De plus, les déchets de polystyrène sont valorisables en cours de fabrication et en fin de vie.

	Pouvoir isolant (W/m.K)	0.031 à 0.038
	Confort d'été	Faible
	Isolation phonique	Faible
	Résistance au feu (A à E)	E
	Durée de vie (Années)	>50
	Biosourcé	Non
	Adapté au bâti ancien	Non
	Prix	Faible
	Comble perdu	Oui
	Mur et cloison intérieur	Oui
	Rampant	Oui
	Toiture (sarking)	Oui
	Mur extérieur	Oui
	Plancher bas	Oui

Figure 0-11: les caractéristiques de polystyrène expansé

source (: www.elle.fr, 2021)

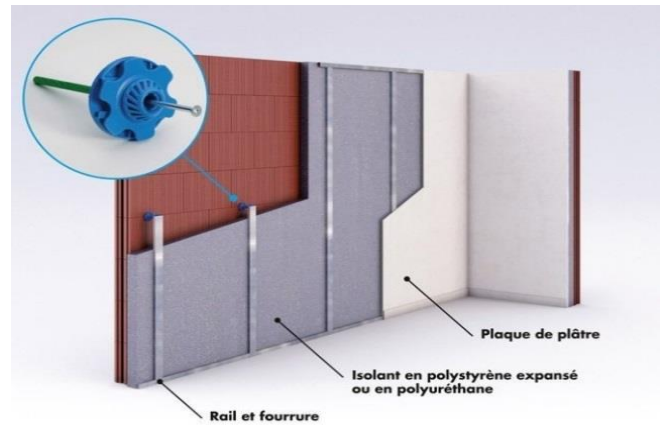


Figure 0-10: l'application des plaques de polystyrène expansé sur les murs intérieurs.

source (: www.elle.fr, 2021)

VI.6.2. Peinture isolante :

THEOTHERM : « Peinture décorative à base de liant acrylique en phase aqueuse permettant le confort thermique des immeubles et habitations. A utiliser avec notre impression THEOTHERM PRIMAIRE. AFNOR NF T 36-005 : I 7b2 »

- Densité : 0,75 à 0,85
- Conductivité thermique (ISO 8301) $\lambda = 0,154 \text{ W /m.K}$

VII. Confort visuelle :

VII.1. Forme du projet :

Forme arrondie permet d'augmenter l'uniformité de l'éclairage.

VII.2. Atrium :

Afin de maximiser l'utilisation de la lumière du jour et, on a choisi un atrium central pour le tous de projet bénéficier de l'éclairage naturel.

Le vitrage qui on a utilisé pour l'atrium c'est le vitrage thermochrome. Ce type n'as pas un impact pour les espèces végétales à l'intérieur car il empêche l'arrivée des rayons ultraviolet nocifs.

VII.3. Eclairage zénithal :

C'est l'éclairage naturel à travers des ouvertures intégrés dans les toitures. On a l'utilisé dans les espaces qui ne peut pas bénéficier de l'éclairage naturelle latéralement (les espaces de circulation)

VII.4. Eclairage artificiel à basse consommation d'énergie :

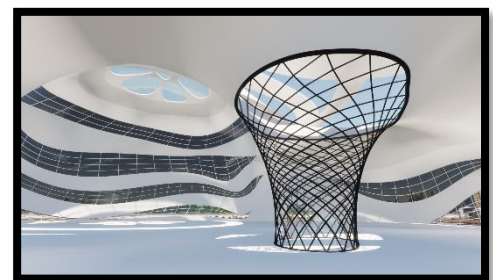
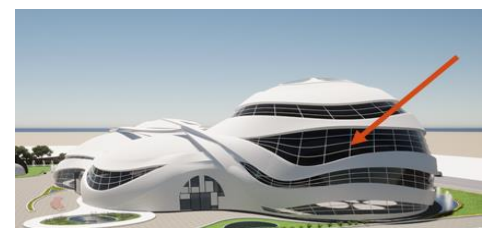


Figure 0-12: 5 vue intérieure sur l'atrium

Source :auteur



Il faut d'assurer un fort niveau d'éclairage dans les laboratoires de recherche parce que son usager aura besoin une meilleure visibilité d'après la nature de son travail recommande d'examiner et d'analyser des échantillons :

Donc On base sur trois critères :

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

Et doit suivre la norme EN 12464-1 sur l'éclairage des lieux de travail(laboratoire), qui suggère un éclairage moyen de 500lux au minimum.⁶¹



Figure 0-13:5 Eclairage plafonnier Led Synchro Prism Zenium.

Source : (www.dynamiquedentaire.com, 2021)

VII.5. Brises soleil ³⁹:

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

1. Brises soleil verticaux dynamiques :

Sont des éléments verticaux minces en béton BFUP utilisés notamment pour protéger les surfaces de la façade orientée ouest orientables selon le parcours solaire, contrôlés automatiquement ou commandé par les usagers.

2. Brises soleil horizontale :

Pour bien contrôler la quantité de lumières dans chaque espace ce type suivre toutes les ouvertures du projet.

VIII. Confort acoustique :

VIII.1. L'isolation phonique :

Pour les laboratoires on utilise le polystyrène expansé qui jouent les deux rôles un isolant thermique et aussi acoustique.

IX. Gestion d'eau :

Cette technologie utilise l'eau de Toiture qui ruissèle vers l'atrium pour alimenter l'arrosage. Mais il est aussi possible d'alimenter les espaces humidifiés. Le concept c'est de capter l'eau de pluie et de la stocker pour un usage ultérieur. Permettra d'apporter la quantité d'eau dont ont besoin les végétaux tout en évitant les gaspillages. Cette technique est idéale au potager mais peut s'avérer assez coûteuse à l'installation. On lui préférera donc souvent la technique du ruissèlement qui consiste à distribuer l'eau à un

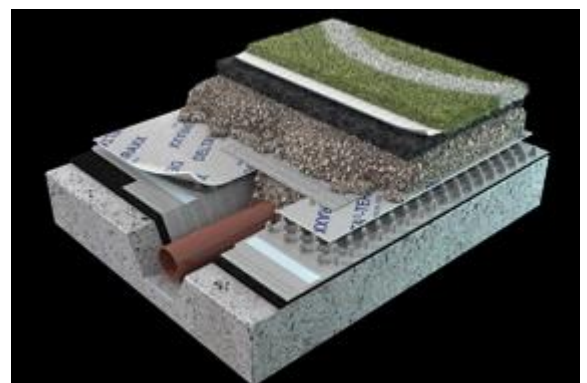


Figure 0-14: la récupération des eaux pluviales

Source : www.doerken.com

point fixe pour ensuite la répartir via un réseau de rigoles sur l'ensemble des cultures.

X. Gestion de déchets :

X.1.Élimination des déchets :

- **Les déchets d'activité de soins à risques infectieux (DASRI)⁴⁰ :**

Les déchets infectieux issus des activités de diagnostic, dans les domaines de la médecine humaine ou vétérinaire, sont considérés comme des déchets d'activité de soins à risques infectieux (DASRI). Sont également considérés comme DASRI, même en l'absence de risques infectieux, les matériels et matériaux piquants ou coupants et les déchets anatomiques humains. Sont assimilés aux DASRI les déchets présentant les caractéristiques des DASRI issus des activités, de recherche, de production industrielle. De plus, les équipements de protection individuelle non réutilisables, portés par des salariés exposés à des agents biologiques, sont considérés comme des déchets contaminés.

- **Les filières d'élimination :**

Ces déchets doivent être soit incinérés en tant que DASRI, soit prétraités par des appareils de désinfection, de telle manière qu'ils puissent être traités comme des déchets ménagers. Ces circuits d'élimination sont encadrés par des règles précises d'emballage, d'entreposage, de transport, de traitement et de traçabilité.

- **Le tri des déchets :**

Le tri des déchets est organisé pour séparer :

- Les déchets à risques qui nécessitent la mise en place de filières d'élimination spécifiques
- Des déchets professionnels assimilables à des ordures ménagères en vue de leur élimination par le circuit des ordures ménagères après accord de la collectivité locale.

Les conteneurs à déchets sont adaptés dès la production du déchet.

L'élimination des déchets doit être conforme à la législation et à la réglementation en vigueur :

La durée maximale du stockage en fonction des volumes (de la production à l'incinération) est de :

- 72 heures si la quantité est supérieure à 100 kg/semaine ;
- 7 jours si la quantité est comprise entre 5 kg/mois et 100 kg/semaine.

Dès lors que les DASRI empruntent une voie publique, leur conditionnement, étiquetage et transport sont soumis aux dispositions de l'arrêté relatif au transport des marchandises.

⁴⁰ 6 (Conception des laboratoires d'analyses biologiques INRS: L'Institut national de recherche et de sécurité ED 999 avril 2007.)

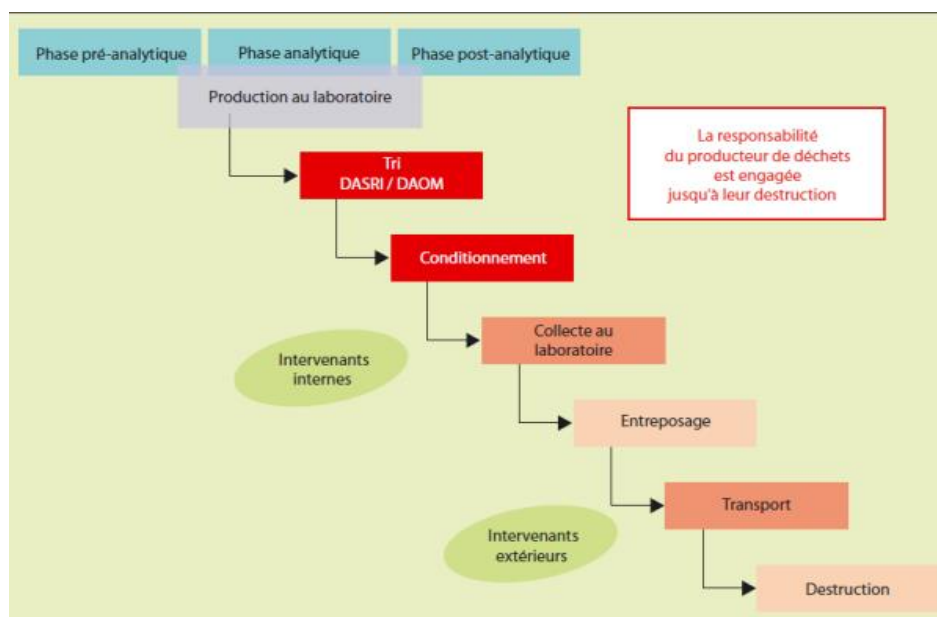


Figure 0-15: Schéma des différentes phases de l'évacuation des déchets

Source : (Conception des laboratoires d'analyses biologiques INRS: L'Institut national de recherche et de sécurité ED 999 avril 2007)

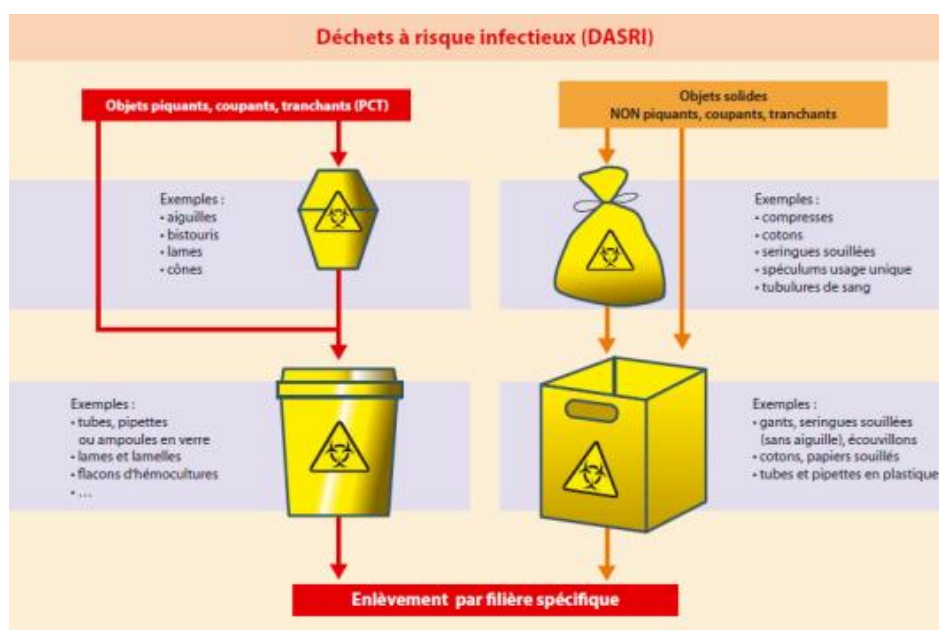


Figure 0-16: exemple d'affiche pour le tri des déchets DASRI au LABM59

Source : (Conception des laboratoires d'analyses biologiques INRS: L'Institut national de recherche et de sécurité ED 999 avril 2007)

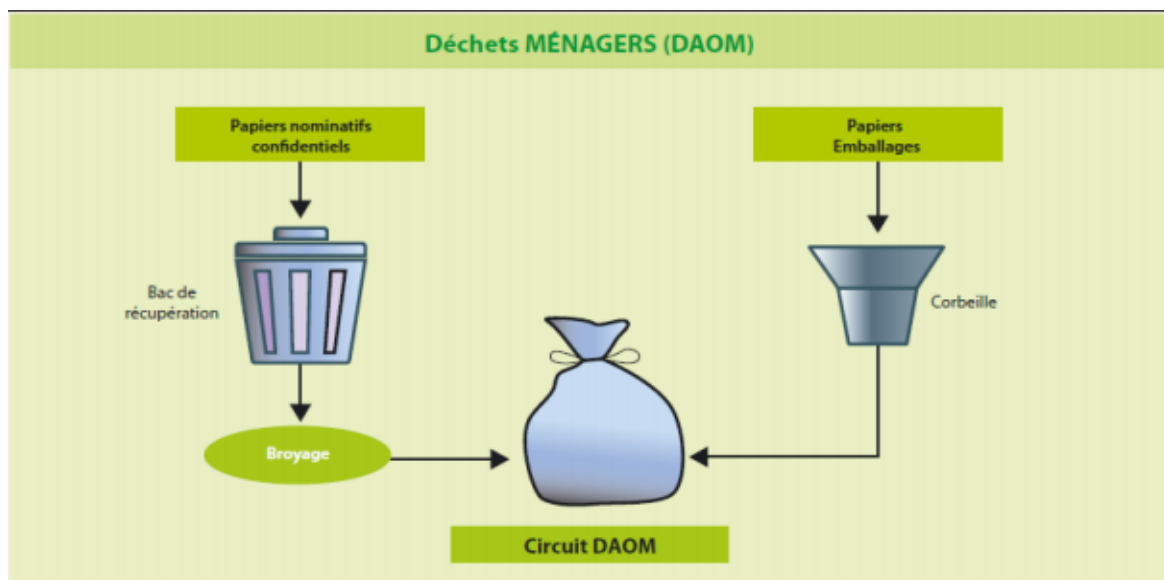


Figure 0-17: Exemple d'affiche pour le tri des déchets DAOM au LABM

Source : (Conception des laboratoires d'analyses biologiques INRS: L'Institut national de recherche et de sécurité ED 999 avril 2007)

XI. La lutte contre l'incendie :

XI.1. Système d'extinction :

Dans un système de protection incendie, il ne suffit pas de détecter et de mettre en sécurité. Il est souvent nécessaire de protéger les personnes et les biens en agissant sur le début de l'incendie même. C'est le rôle d'un système d'extinction automatique. Qu'il soit à gaz, à eau, à brouillard d'eau, à mousse ou à poudre, l'agent extincteur géré par l'automatisme est là pour empêcher le feu de se développer ou pour l'éteindre. Outre les dangers immédiats du feu, le risque est aussi la propagation aux abords même du sinistre. Un système d'extinction automatique permet aussi de gérer cette menace en refroidissant les alentours du sinistre.

XI.2. Le matériel de première intervention ⁴¹:

XI.2.1. Les extincteurs :

C'est le matériel de première intervention le plus couramment utilisé dans l'attente de moyens d'intervention plus puissants. Ils doivent pouvoir être mis en œuvre rapidement et correctement par quiconque constatant un début d'incendie.

XI.2.2. Les robinets d'incendie armés (R.I.A.) :

Ils permettent, lorsque l'usage de l'eau n'est pas interdit, une action puissante et efficace en attendant des secours plus importants. Le personnel doit ainsi être formé à leur utilisation.

XI.2.3. Les bouches et poteaux d'incendie :

Les poteaux et les bouches d'incendie sont destinés au raccordement des tuyaux. Les poteaux incendie sont les hydrants visibles (poteaux rouges que l'on voit dans les rues) alors que les bouches d'incendie sont invisibles car elles sont placées sous terre dans un coffre (elles sont signalées par une plaque).

⁴¹ Source PDF : Conception et exploitation des locaux de travail : risque incendie



Figure 0-18: Le matériel de première intervention

Source : (Conception des laboratoires d'analyses biologiques INRS: L'Institut national de recherche et de sécurité ED 999 avril 2007)

XI.2.4. Extinction automatique à eau : les sprinklers⁴² :

Une protection sprinkler peut être comparée à un réseau de lances incendie (Canalisations), suspendues sur l'ensemble du site et prêtes à déverser de l'eau par des buses régulièrement espacées sur tout foyer d'incendie. L'eau est automatiquement libérée lorsque l'élément thermosensible (fusible métallique ou ampoule de verre) du sprinkler est soumis à une température prédéterminée

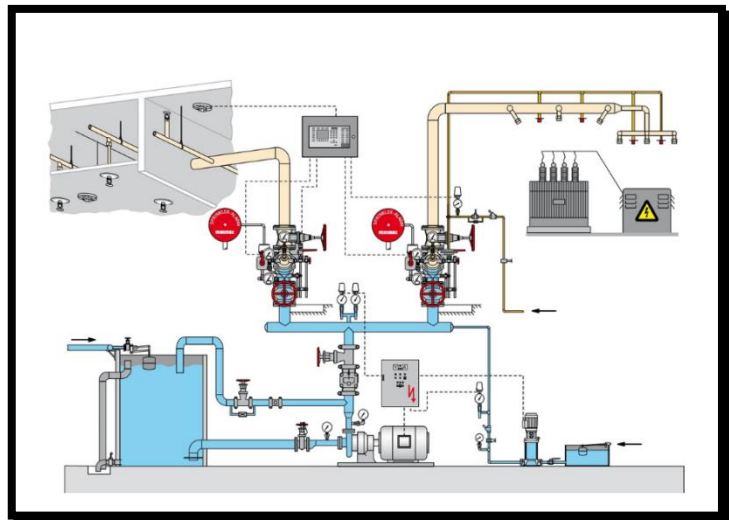


Figure 0-19: Installation de sprinklers Minimax série

Source : (www.minimax.com, 2021)

XI.2.5. Les issues de secours :

Des issues de secours facilement accessibles ont été prévues assurant l'évacuation rapide des personnes vers l'extérieur. Des escaliers de secours ont été prévus également, assurant une stabilité et une résistance au feu de deux heures.

XII. Système de sécurité⁴³ :

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

- Des alarmes reliées au système télésurveillance.

⁴² Source PDF : Conception et exploitation des locaux de travail : risque incendie

⁴³ (www.companeo.com/securite-electronique, 2021), Vu 18-06-2.

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

XIII. **Eclairage de sécurité**⁴⁴ :

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

Synthèse :

Ce chapitre traite l'aspect technique du projet ce qui a permis de présenter et faire les choix concernant les systèmes structuraux, les matériaux, les techniques, les systèmes liés à la durabilité et les différents choix conceptuels tant intérieurs qu'extérieurs, ce qui permettra de mettre en exergue les détails du projet afin d'enrichir le volet conceptuel.

44 (S.M, HOCINE S.M-ILES. Quand la structure devient une architecture. Tlemcen : s.n.,, 2017.)

CHAPITRE VI :

EVALUATION DU CONFORT THERMIQUE A L'AIDE DE SIMULATION NUMERIQUE



Introduction :

Le présent chapitre est consacré à l'évaluation du confort thermique, et l'étude de l'influence des matériaux innovants sur le confort thermique et la performance énergétique dans le laboratoire et la salle d'équipement, qui sont liés à un atrium, par l'intégration d'un matériau de forte inertie plus le renforcement de l'isolation de l'enveloppe pour minimiser les déperditions, et ce à l'aide de l'outil Energy plus. Dans le but d'assurer un niveau de confort thermique adéquat au fonctionnement de laboratoire de recherche et minimiser la consommation énergétique.

Problématique :

- Quel est l'influence des matériaux innovants sur le confort thermique et la performance énergétique dans un Laboratoire et salle d'équipement à la ville de Laghouat ?

Hypothèses :

- Intégration d'un matériau de forte inertie afin de stoker la chaleur en hiver.
- Renforcer l'isolation de l'enveloppe pour minimiser les déperditions.

Objectifs :

- Assurer un niveau de confort thermique adéquat au fonctionnement de laboratoire de recherche.
- Minimiser la consommation énergétique.

I. La performance énergétique et les matériaux innovants :**I.1. LA PERFORMANCE ENERGETIQUE⁴⁵ :**

La performance énergétique d'un bâtiment est définie comme étant la quantité d'énergie nécessaire pour répondre aux besoins énergétiques liés à une utilisation normale du bâtiment, ce qui inclut l'énergie utilisée par ses systèmes techniques. Les systèmes techniques représentant les sources de consommation énergétique à considérer sont présentés dans figure ci-après (Figure V-1).

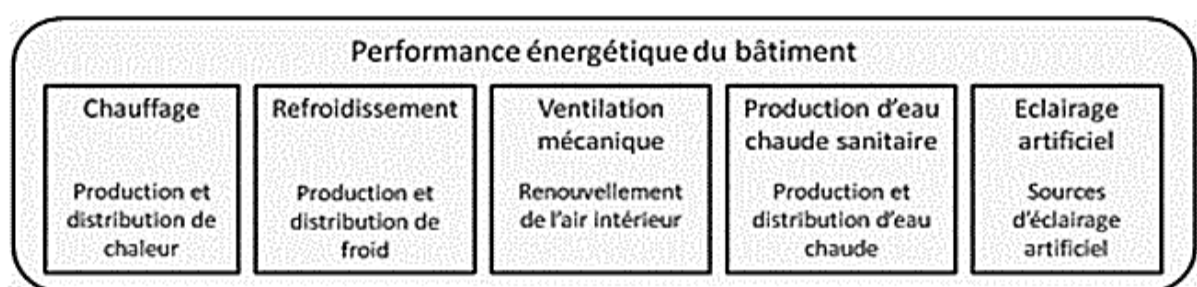


Figure 0-1: Sources de consommation énergétique à considérer dans le calcul de performance énergétique d'un bâtiment

Source : (la directive européenne 2010/31/UE., 2021)

⁴⁵ (KHADRAOUI, M. THESE DOCTORAT ,Étude et optimisation de la façade pour un confort thermique et une efficacité énergétique (Cas des bâtiments tertiaires dans un climat chaud et aride), Université biskra,p105,, 2019.).

CHAPITRE EVALUATION DU CONFORT THERMIQUE A L'AIDE DE SIMULATION NUMERIQUE

- Améliorer la performance énergétique d'un bâtiment, c'est optimiser sa consommation énergétique annuelle afin d'obtenir un confort thermique optimal. La performance énergétique est donc liée à l'efficacité énergétique, dans le sens où elles sont interdépendantes.
- Un bâtiment peut être défini du point de vue énergétique par les aspects ayant une influence déterminante sur les consommations d'énergie et aussi le confort thermique décrivant sa
- performance énergétique. De manière générale, quatre types d'aspects de la composition d'un bâtiment peuvent être identifiés :

✓ Géométrie : éléments géométriques et organisationnels du bâtiment, y compris les dimensions du bâti, sa relation avec l'environnement et la répartition des espaces intérieurs.

✓ Enveloppe : éléments associés aux échanges avec l'extérieur, y compris les pertes thermiques et les apports solaires. Les éléments du bâtiment concernés sont les murs et baies vitrées des façades, le toit et le plancher bas.

✓ Matériaux : éléments associés à l'inertie thermique du bâtiment. Les éléments concernés sont principalement les planchers intermédiaires et les cloisons verticales.

✓ Systèmes : éléments associés aux équipements techniques du bâtiment, y compris les systèmes de ventilation, d'éclairage, de chauffage, de refroidissement et de production d'eau chaude.

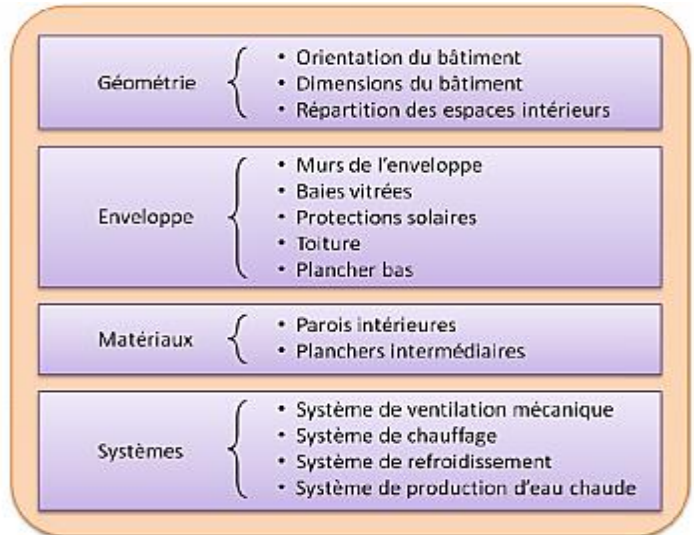


Figure 0-2: les aspects conceptuels nécessaires pour une construction performante énergétiquement

Source : (Ernesto Efrén Velázquez Romo, (2005))

I.2. Les impacts des caractéristiques architecturales sur la consommation énergétique :

La même chose pour la charge de la climatisation, l'enveloppe du bâtiment est l'élément le plus influant sur la consommation énergétique du bâtiment en particulier le ratio d'ouverture et la performance thermique des fenêtres (la pénétration des apports solaires).

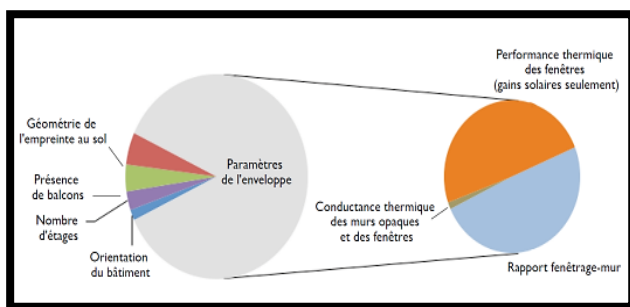


Figure 0-3: L'impact des caractéristiques architecturales sur la charge de la climatisation

Source : (Kujawski, 2014)

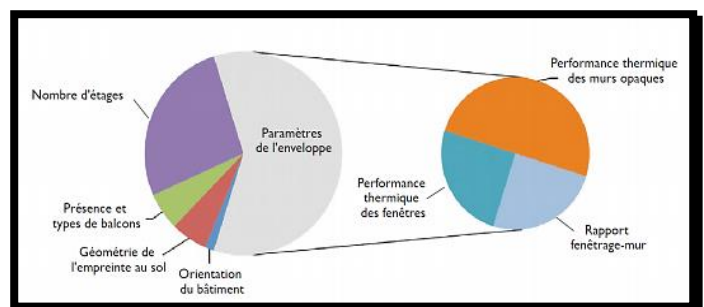


Figure 0-4: L'impact des caractéristiques architecturales sur la charge du chauffage

Source : (Kujawski, 2014)

II. Confort thermique :

Le confort peut être défini comme le degré de désagrément ou de bien-être produit par les caractéristiques de l'environnement intérieur d'un bâtiment. Une telle définition considère une interaction entre l'individu et l'espace qui l'entoure, c'est-à-dire, entre des conditions ambiantes physiquement mesurables et certaines conditions individuelles qui affectent notre perception.⁴⁶;

II.1. Les paramètres affectant le confort thermique :

<i>Paramètres liés à l'individu</i>	<i>L'activité physique et l'habillement</i>
<i>Paramètres liés à l'environnement</i>	La température de l'air, les sources de rayonnement (radiateurs, soleil), la température des surfaces environnantes, la vitesse relative de l'air par rapport au sujet et l'humidité relative de l'air
<i>Autres influences</i>	Gains thermiques internes, Degré d'occupation des locaux, Couleur, Ambiance,etc.

Tableau 0-1: Paramètres influents sur la sensation du confort thermique source :

(Koceila, Mr CHABANE CHAOUICHE, mémoire du master confort thermique., 2008)

II.2. Les principales propriétés thermo-physiques des matériaux qui influent sur la performance énergétique et le confort thermique :**II.2.1. La conductivité thermique⁴⁷ :**

La conductivité thermique est la grandeur physique qui caractérise l'aptitude d'un corps à conduire la chaleur. Elle représente le flux de chaleur traversant un matériau d'épaisseur un mètre, pour une différence de température d'un kelvin entre les deux faces entrante et sortante. Elle est symbolisée par la lettre grecque λ (lambda) et est exprimée dans le système international d'unités en watts par mètre par kelvin (W/m.K). La conduction thermique est le mode de transfert de chaleur associée à cette grandeur.

Plus la conductivité thermique d'un matériau est élevée, plus celui-ci conduit la chaleur, et donc moins il est isolant. La conductivité thermique dépend principalement de la nature du matériau et de la température, mais d'autres paramètres tels que l'humidité et la pression interviennent également.

II.2.2. La résistance thermique⁴⁸ :

La résistance thermique est utilisée pour quantifier le pouvoir isolant des matériaux pour une épaisseur donnée. Elle s'exprime en $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{m}^{-1}$ et est liée à l'épaisseur et à la conductivité thermique par la relation suivante :

Avec :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda}$$

Equation Résistance
thermique

⁴⁶ (Esteban Emilio Montenegro Iturra .these doctorat « Impact de la configuration des bâtiments scolaires sur leur performancelumineuse, thermique et énergétique. l'Université Laval., 2011)

⁴⁷ Site (www.thermoconcept-sarl.com , 2021) vu le 06/06/2021.

⁴⁸ idem 47

e = l'épaisseur du matériau, exprimée en m.

λ = la conductivité thermique du matériau, exprimée en W/m.K.

Une paroi est d'autant plus isolante que sa résistance thermique est élevée. Cette grandeur est utilisée dans les applications d'isolation thermique et plus particulièrement dans le secteur du bâtiment.

II.2.3. L'émissivité⁴⁹:

L'émissivité d'un matériau (ou d'une surface) représente le rapport entre la quantité d'énergie émise par la surface et l'énergie émise par un corps noir porté à la même température. L'émissivité, notée e , renseigne donc sur l'aptitude d'un matériau à émettre un rayonnement. L'émissivité est donc sans unité et comprise entre 0 et 1 (1 étant la valeur pour un corps noir parfait).

La nature du matériau, son état de surface (lisse, rugueux) et sa température ont également une influence sur l'émissivité.

II.2.4. Capacité thermique⁵⁰ :

La capacité thermique d'un matériau correspond à l'énergie qu'il faut lui apporter pour augmenter sa température d'un degré. La capacité thermique, exprimée en joule par kelvin (J/K) et désignée par la lettre « C » en majuscule, traduit l'aptitude d'un matériau à absorber une quantité de chaleur (Q) et à s'échauffer (élévation de sa température) de ΔT :

Equation
thermique

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Capacité

Dans la pratique, on utilise plus souvent la capacité thermique massique, désignée par la lettre « c » en minuscule, qui s'exprime en J·K⁻¹·kg⁻¹ :

$$c = \frac{C}{m}$$

Equation
thermique massique

La capacité thermique massique est également appelée chaleur spécifique ou chaleur massique.

II.2.5. La masse volumique⁵¹ :

La densité est le rapport qui existe entre la masse d'un certain volume d'un corps et celle du même volume d'eau. Elle est donc sans unité.

La masse volumique est, elle, le rapport entre la masse d'un solide et son volume. Elle s'exprime en Kg/m³.

II.2.6. L'inertie thermique par absorption⁵² :

L'inertie thermique (par absorption) est la capacité d'un matériau à accumuler puis à restituer un flux thermique. C'est la capacité thermique d'un matériau qui détermine son inertie. Plus la capacité thermique est élevée, plus le matériau est capable de stocker et de restituer des quantités de chaleur.

⁴⁹ Site : (www.thermoconcept-sarl.com , 2021) vu le 06/06/2021.

⁵⁰ Idem 49

⁵¹ Idem 49

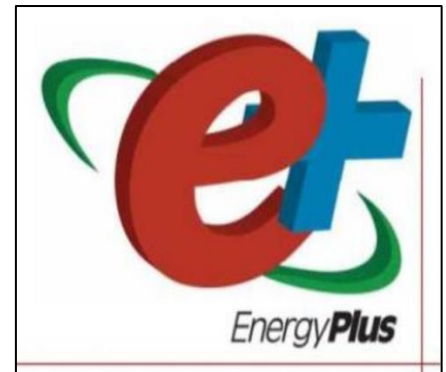
⁵² Idem 49

II.2.6.1. Les normes de confort thermique recommandé à l'intérieure :

Type de l'espace	Température du confort
Laboratoire	18 – 25 °C
Salle d'équipement	18 – 25 °C
Le confort de l'usager été	26.9 – 31.9 °C
Le confort de l'usager hiver	17.5 – 24.5 °C

Tableau 0-2:les normes de confort thermique.**Source : NormeNF EN 1335-1****III. Partie de simulation :****III.1. ENERGIE PLUS : ⁵³**

Energyplus est l'un des outils logiciels de simulation énergétique les plus connus Au plan international. Son développement a commencé en 1996, parrainé par le ministère de l'Énergie (DOE) des États-Unis [98]. Initialement, le gouvernement des États-Unis a développé deux outils logiciels différents, BLAST et DOE-2, qui ont été abandonnés mais qui ont servi de base au développement d'EnergyPlus. Ce dernier associe une modélisation de l'équilibre thermique avec des capacités de modélisation génériques des systèmes HVAC (Heating Ventilation and Air-Conditioning, CVC en français). Il est à noter qu'EnergyPlus ne fournit pas d'interface graphique permettant aux utilisateurs de visualiser le bâtiment. Il est donc nécessaire, pour cela, d'utiliser des outils tiers (par exemple, Design Builder

**Figure 0-5 : programme de Energy plus****source : [www.Energy plus.com](http://www.Energyplus.com)**

EnergyPlus est utilisé par les architectes, les bureaux d'études et les chercheurs afin de modéliser la consommation d'énergie et d'eau dans les bâtiments. L'outil repose sur des modèles physiques de chauffage, de refroidissement, de l'éclairage, de la ventilation, et des autres flux d'énergie et de la consommation d'eau. La modélisation du bâtiment est divisée en deux étapes ;

- La géométrie du bâtiment et des espaces, en premier lieu,
- Puis l'introduction des matériaux de construction et des systèmes d'exploitation, tels que les aspects environnementaux, les effets de l'ombrage, le système de refroidissement, les gains internes, etc.

III.2. Motivation de choix de logiciel :

- EnergyPlus est un programme « open source », il est entièrement libre de droit et gratuit.
- EnergyPlus est simple à exécuter, il suffit d'avoir un exécutable EnergyPlus un fichier IDF bien fait, et un fichier climatique de la zone d'étude (version. EPW) pour pouvoir lancer une simulation.
- Le logiciel donne des résultats détaillés et près de la réalité.

⁵³ [www. \(www.energieplus.com, 2020\)](http://www.energieplus.com)vu le 19/06/2020.

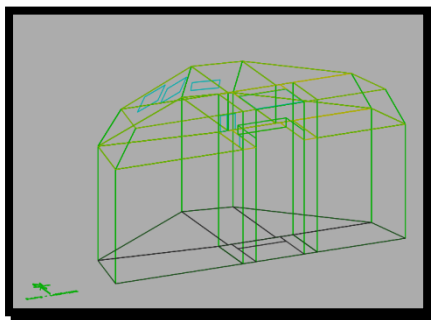
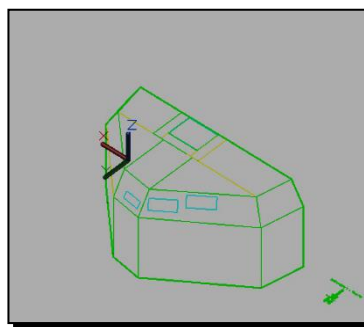
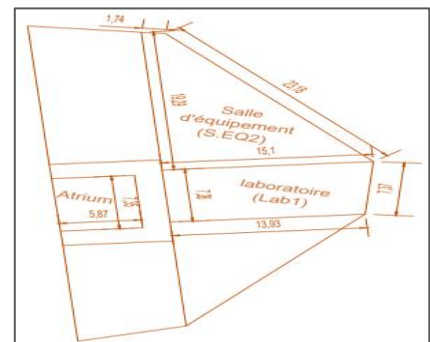
III.3. Description du cas étude :

Le choix des espaces, pour l'évaluation du confort thermique, a été porté sur un laboratoire (orienté nord), une salle d'équipement (orientée nord/ouest), et l'atrium (orienté plein sud) : qui se trouvent au 3^{ème} étage du projet.

La zone	La hauteur	La surface	Le volume
Laboratoire	5	105.58	460
Salle d'équipement	5	126.37	631.85
Atrium	20	43.6	872

Tableau 0-3 : caractéristique espaces de simulation**Source : auteure**

La surface totale de la zone simulée est égale à 1 963,85 m.², avec une hauteur de cinq mètres.

**Figure 0-8 : détail intérieur du volume en 3d généré par Energyplus****Source : auteure****Figure 0-6: l'espace de simulation du projet****Source : auteure****Figure 0-7: forme en 2d des zones à simulées****Source : auteure****III.4. Les paramètres de la simulation :**

- **Les paramètres fixes** : Forme, Orientation, Dimensions des espaces, Hauteur, inclinaison du toit.
- **Les paramètres variables** : Les matériaux de construction.
- **Période de simulation** : on a choisi les journées les plus critiques de l'année ; une journée type hiver (en mois de janvier) et une journée type été (en mois de juillet).

III.4.1. Les jours de simulation :

Jour type d'été :	Jour type d'hiver :
--------------------------	----------------------------

17 Juillet	21 janvier
Température maximale : 40°C	Température maximale : 10.6°C
Température minimale : 20°C	Température minimale : 5,6°C
Vitesse du vent : 18 m/s	Vitesse du vent : 2.8 m/s
Direction du vent : sud - ouest	Direction du vent : nord

Tableau 0-4: les jours de la simulation.

Source : fichier weather data Laghouat

III.4.2. Résultats et analyse :**III.4.2.1. Matériaux de construction :**

Caractéristiques Matériau	Conductivité Thermique (w/m. K)	Masse volumique (Kg/m ³)	Chaleur spécifique J/ (kg.k)
Mur BFUP 80mm	1.60	2397.36	832.4
Mur brique 150mm	0.44	1100	940
Enduit plâtre	0.5	1200	1080
Dalle pleine	1.8	2400	1000
Mortier ciment	1	2200	1080
Peinture antibactérienne vinyle-pvc 0.12mm	0.078	1380	1200
Isolant thermique*Theotherm ⁵⁴ *	0,113	80	/
Panneau antibactérien 30mm	0.03	1400	1200

Tableau 0-5:caractéristiques des matériaux

Source : « Document technique réglementaire DTR C 3-2, Algérie »

1. En journée d'été :

Le graphique ci-après (Figure V-9), présente les variations de températures opératives des espaces témoins (laboratoire, salle d'équipement, atrium) obtenus pendant la journée type été (17 juillet), et les températures de l'air extérieur. La lecture des résultats présentés dans ce dernier démontre que la température extérieure fluctue entre 25°C et 40°C, avec une amplitude thermique égale à 15°C. De plus, la température de l'air oscille dans la salle d'équipement entre 27°C et 30.46 °C, dans le laboratoire entre 27.27 et 33.49°C, et dans l'atrium entre 25.16 et 34.52 °C, en démontrant une amplitude thermique de 3.46°C, 6.22°C et 9.36°C, respectivement.

⁵⁴ Theotherm : est un revêtement semi-épais souple isolant thermique à base de liant acrylique, de finition mat, destiné au ravalement des façades et des murs extérieurs, pour des travaux neufs ou de rénovation.

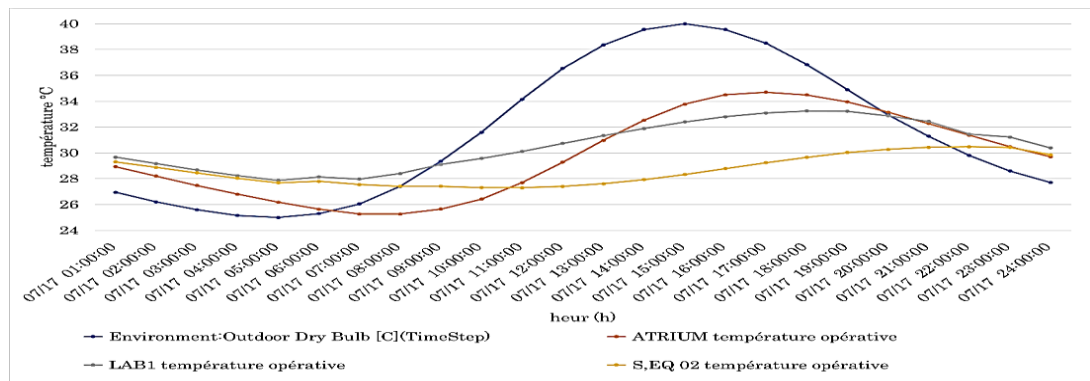


Figure 0-9 : Variations de températures opératives des espaces témoins, pendant la journée type été. Source : « Auteur »

Espace	T _{min} (C°)	Heure	T _{max} (C°)	Heure	T _{moy} (C°)	Déphasage (h)
Atrium	25.16	8 :00	34.52	17 :00	29,735	5
Lab 1	27.27	3 :00	33.49	18 :00	30.56	5
S.EQ2	27	5 :00	30.46	23 :00	28.86	5
Extérieur	25	5 :00	40	15 :00	32.5	-

Tableau 0-6:tableau récapitulatif des résultats obtenus pendant la journée type été

Source : « Auteur »

Les valeurs maximales de températures opératives sont atteintes généralement vers 17h00 dans l'atrium, à 18h00 dans le laboratoire, à vers 23h00 à la salle d'équipement, et celles minimales sont obtenues à 8h00 dans l'atrium, vers 3h dans le laboratoire, et à midi dans la salle d'équipement. Cependant, les températures extérieures atteignent leur maximum à 15h00 et leur minimum vers 5h00. Cela permet de constater que le déphasage thermique est égal à 9h et à 4h, dans le laboratoire et la salle d'équipement, respectivement, de plus le facteur d'amortissement est de 5 et 9, dans ces deux espaces. En outre, les températures opératives sont supérieures à celles de l'air extérieur entre 20h00 et 7h00, et inversement pendant le reste de la journée.

En comparant ces résultats avec la plage du confort thermique d'utilisateur, qui est limitée entre 26.9 et 30.9°C pour la ville de Laghouat (période estivale), ces espaces, notamment l'atrium et le laboratoire, sont, désormais, confortables seulement entre minuit et 11h00, contrairement à la salle d'équipement, dont le confort thermique est atteint toute la journée. Les résultats obtenus à l'intérieur de l'atrium et du laboratoire peuvent être justifiés par l'effet de serre provoqué par le vitrage et par l'effet de l'isolation qui permet un stockage de la chaleur pendant la journée et une restitution pendant la nuit lorsque les températures extérieures sont basses. La différence de résultats obtenu entre ces deux espaces et la salle d'équipement peut être traduite par l'orientation : la salle d'équipement est orientée nord.

Cependant, ces trois espaces sont jugées inconfortables, en comparaison avec la plage du confort thermique limitée pour l'environnement de travail (18 à 25°C). Pour corriger les conditions thermiques de ces derniers, des améliorations peuvent être proposées, qui se résument dans ; l'usage du double

vitrage thermochrome, l'isolation des toitures, la réduction de l'épaisseur des murs qui semblent très inertes, l'emploi d'un revêtement réfléchissant dans le sol.

2. En journée d'hiver :

Le graphique ci-dessous (Figure.11), présente les variations de températures opératives des espaces témoins (laboratoire, salle d'équipement et atrium) obtenus pendant la journée type hiver (21 janvier), et les températures de l'air extérieur. La lecture des résultats présentés dans ce dernier démontre que la température extérieure fluctue entre 5.6°C et 10.6°C, avec une amplitude thermique égale à 5°C. De plus, la température opérative oscille dans la salle d'équipement entre 11.52 et 13.71°C, dans le laboratoire entre 12.39 et 14.83°C, et dans l'atrium entre 8.35 et 16.91°C, en démontrant une amplitude thermique de 2°C, 2°C et 9°C, respectivement.

Les valeurs maximales de températures opératives sont atteintes généralement vers 17h00 dans l'atrium, à 20h00 dans le laboratoire, à vers 22h00 à la salle d'équipement, et celles minimales sont obtenues à 9h00 dans l'atrium et le laboratoire, et à midi dans la salle d'équipement. Cependant, les températures extérieures atteignent leur maximum à 17h00 à 20h00 et leur minimum vers 9h00. En outre, les températures opératives sont supérieures à celles de l'air extérieur pendant toute la journée avec un écart maximal égal à 8°C (obtenu dans le laboratoire vers 1h00), et un écart minimal de 2°C (marqué dans l'atrium vers 10h00)

En comparant ces résultats avec la plage du confort thermique d'usager, qui est limitée entre 17.5 et 24.5°C pour la ville de Laghouat (période hivernale), et avec celle limitée pour l'environnement du travail (17 à 25°C) ces trois espaces sont classés inconfortables pendant toute la journée (il est à noter que ses résultats sont obtenus sans la prise en considération des apports internes). Pour cela des améliorations sont proposées, elles se résument dans : l'isolation thermique par intérieur, l'ajout du double vitrage thermo chrome, et la ventilation naturelle pendant l'après-midi.

Espace	T _{min} (°C)	Heure	T _{max} (°C)	Heure	Amplitude (°C)	T _{moy} (°C)
Atrium	8.35	9h00	16.91	17h00	8.56	12.49
Lab 1	12.39	9h00	14.83	20h00	2.44	13.68
S. EQ 2	11.53	17h00	13.71	12h00	2.18	12.76
Extérieur	5.6	5h00	10.6	15h00	5	8.1

Tableau 0-7: récapitulatif les principaux résultats des graphes De cas référence hiver

Source : auteur

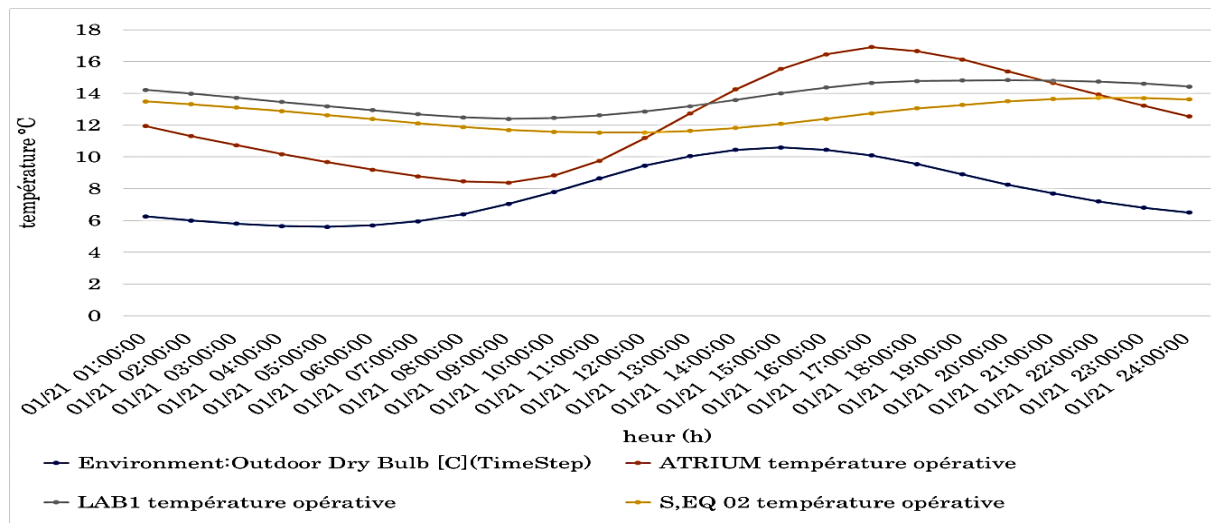


Figure 0-10 : Variations de températures opératives des espaces témoins, pendant la journée type hiver

Source : « Auteur »

III.4.2.2. Les solutions pour améliorer le confort thermique :

Comme évoqué auparavant, pour l'amélioration de comportement thermique des espaces témoins, on a opté pour l'usage d'isolant au niveau de plancher, notamment du polystyrène, la réduction de l'épaisseur de mur extérieur en BFUP, l'emploi de double vitrage, utilisation des peintures extérieure isolantes (Theotermet) et la configuration de la ventilation naturelle.

Mur extérieur	Vitrage	Dalle	Mur intérieur
Peinture antibactérienne	Verre Thermochrome	Couche mince isolante	Enduit plâtre
BFUP 5cm	Argon	Mortier ciment	Brique 150mm
Polystyrène	Verre Thermochrome	Dalle pleine	Enduit plâtre
Deux couches de peinture antibactérienne		Enduit plâtre	Brique 150mm
		Polystyrène	Enduit plâtre
		Peinture antibactérienne	Peinture antibactérienne

Tableau 0-8: Les matériaux de construction utilisés dans le cas amélioré.

Source : « Auteur »

1. En journée d'été :

- La lecture du graphique ci-dessous (Figure. V -11), dans lequel sont présentées les variations de températures opératives des espaces témoins, obtenus pendant le 17 juillet, oscille dans la salle d'équipement entre 23.28 et 27.4°C, dans le laboratoire entre 23.55 et 29.07°C, et dans l'atrium entre 19.66 et 27.58°C, avec un amplitude thermique de l'ordre de 4°C, 5.5°C et 8°C, respectivement.
- Les valeurs maximales de températures opératives sont atteintes généralement vers 17h00 dans l'atrium, à 19h00 dans le laboratoire, à vers 20h00 à la salle d'équipement, et celles minimales sont obtenues à 7h00 dans l'atrium, vers 6h00 dans le laboratoire, et à 5h00 dans la salle d'équipement. Cependant, les températures extérieures atteignent leur maximum à 15h00 et leur minimum vers 5h00. Cela permet de constater que le déphasage thermique est égal à 4h, de plus le facteur d'amortissement est de 5 et 16, dans ces deux espaces. En outre, les températures opératives sont inférieures à celles de l'air extérieur
- La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus dans le cas de référence permet de constater que les solutions proposées (isolation par intérieur, double vitrage thermochrome, réduction d'épaisseur de mur) permettent une réduction la température opérative jusqu'à 7°C (6.75°C dans l'atrium et 9.74°C dans laboratoire, et 4.87°C dans la salle d'équipement), et une atténuation de fluctuation température extérieur allant jusqu'à 15°C, et par conséquent l'obtention du confort thermique à l'intérieur des espaces.

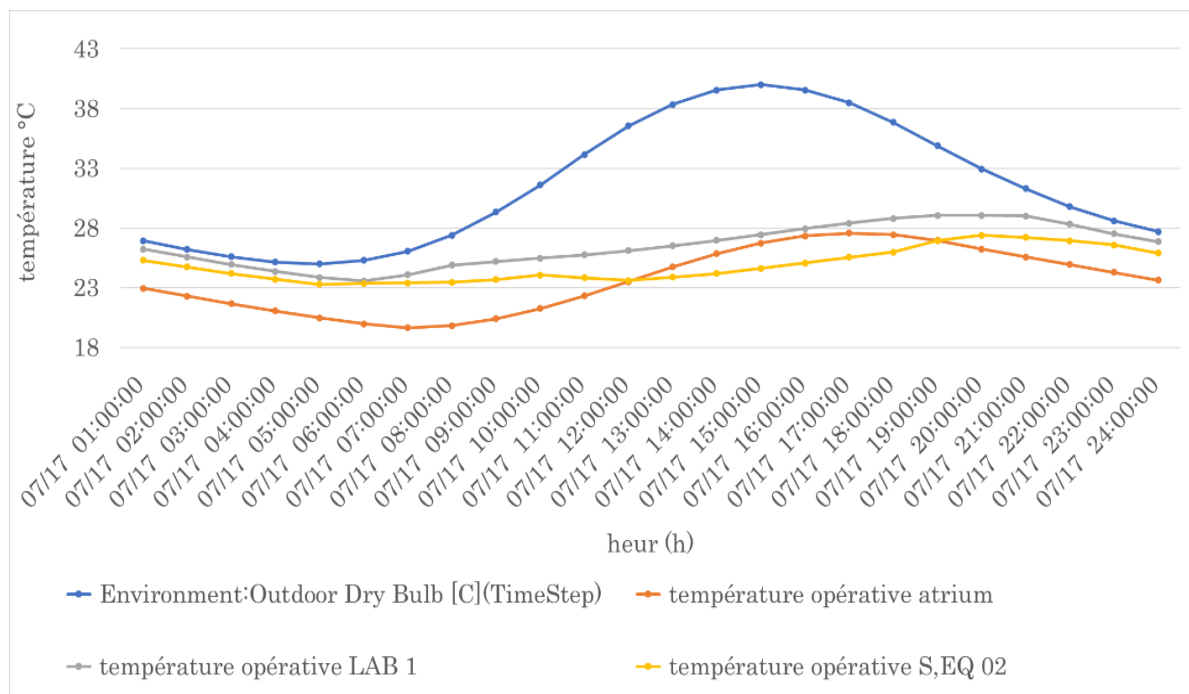


Figure 0-11: Variations de températures opératives des espaces témoins et de températures extérieures pendant la journée type été (cas amélioré).

Source : « Auteur »

Espace	T _{min} (°C)	Heure	T _{max} (°C)	Heure	Amplitude (°C)	T _{moy} (°C)	Déphasage (h)
Atrium	19.66	7h00	27,58	17h00	7.92	23,57	4
Lab 1	23.55	6h00	29.07	19h00 - 20h00	5,52	26,35	4
S.EQ2	23.28	5h00	27.4	20h00	4.12	25,45	4
Extérieur	25	5h00	40	15h00	15	32.5	/

Tableau 0-9: Tableau récapitulatif des résultats obtenus pendant la journée type été (cas amélioré).

Source : « Auteur »

2. En journée d'Hiver :

- Le tableau (V-10) présente les variations de températures opératives des espaces témoins (laboratoire, salle d'équipement et atrium) et les températures de l'air extérieur obtenus pendant 21 janvier. la température opérative oscille dans la salle d'équipement entre 11.58 et 15.2°C, dans le laboratoire entre 12.5 et 14.65°C, et dans l'atrium entre 4.82 et 9.11°C, avec une amplitude thermique de 3.62°C, 2.15°C et 4.29°C, respectivement.
- Les valeurs maximales des températures opératives sont atteintes généralement vers 18h00 dans l'atrium, à 22h00 dans le laboratoire, à vers 15h00 à la salle d'équipement, et celles minimales sont obtenues à 9h00 dans l'atrium et le laboratoire, et à midi dans la salle d'équipement. En outre, les températures opératives du laboratoire et de la salle d'équipement sont supérieures à celles de l'air extérieur pendant toute la journée avec un écart maximal égal à 7.85°C (obtenu dans le laboratoire vers 2h00), et un écart minimal de 3°C (obtenu dans la salle d'équipement à 14h00). Contrairement, les températures obtenues dans l'atrium ne sont supérieures à celles extérieures dans l'atrium.
- La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus dans le cas de référence permet de constater que les solutions proposées (isolation par intérieur, double vitrage thermochrome, réduction d'épaisseur de mur, ventilation nocturne) ont un impact négatif sur le comportement thermique de l'atrium pendant l'hiver, dont une diminution de température opérative a été marqué (allant jusqu'à 11.58°C). Au niveau de la salle d'équipement et du laboratoire, un changement de température a été marqué ; les solutions proposées ont un faible impact négatif sur leurs comportements thermiques. Enfin, ces résultats restent hors plage du confort thermique.

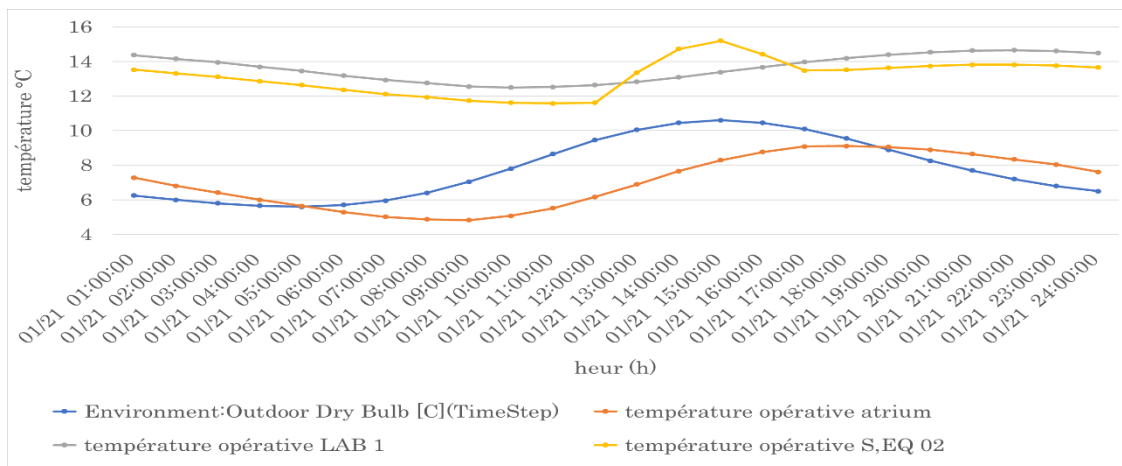


Tableau 0-10: Variations de températures opératives des espaces témoins et de températures extérieures, pendant la journée type hiver (cas amélioré).

Source : « Auteur »

Espace	T _{min} (°C)	Heure	T _{max} (°C)	Heure	Amplitude (°C)	T _{moy} (°C)
Atrium	4.82	9h00	9.11	18h00	4.29	6.98
Lab.	12.49	10h00	14.65	22h00	2.16	13.55
S.EQ	11.58	11h00	15.2	15h00	3.62	13.19
Extérieur						

Tableau 0-11: Tableau récapitulatif des résultats obtenus pendant la journée type hiver (cas amélioré).

Source : « Auteur »

- En guise de conclusion, les solutions proposées ont permis l'obtention du confort thermique pendant la période estivale qui, selon les données climatiques de la ville de Laghouat, une durée plus longtemps (allant jusqu'à 6 mois), et inversement pendant la journée type hiver, dont impact négatif s'est observé sur l'ambiance thermique. Néanmoins, elles permettent de réduire les besoins énergétiques du bâtiment, et par conséquent sa consommation énergétique, notamment celle due à la climatisation. Sur ce, la partie suivante du travail aborde l'évaluation des besoins énergétiques des espaces témoins (cas de référence et cas amélioré) pendant les deux jours type (été et hiver).

Conclusion :

En finalité le climat chaud et aride exige pour le concepteur d'avoir une compétence particulière à travers les caractéristiques environnementale qui entoure le projet visant à appliquer le facteur les plus importants dans la durabilité de bâtiment (le confort thermique).

Avec L'intérêt par le meilleur choix des matériaux de construction et la manipulation avec ces caractéristiques technique par un raisonnement qui s'intègre avec les données climatiques on peut s'orienter vers un état d'amélioration satisfaisant au niveau de la qualité de confort thermique à l'intérieur de projet.

Dans le présent projet l'utilisation des matériaux innovant de revêtements comme le béton fibré ultra haut performance, le vitrage thermochrome et les panneaux photovoltaïques organiques plus une technique d'isolement par un matériaux durable comme le polystyrènes et les couches minces de theotherme pour minimiser les déperditions thermiques, permet d'obtenir une température ambiante oscillante dans une plage de confort principalement dans la période d'été.

CONCLUSION GENERALE



CONCLUSION GENERALE :

Le choix de la conception d'un laboratoire l'amélioration de l'immunité et lutte contre les maladies infectieuses vient pour répondre au manque recensé en ce domaine au niveau de la ville de Laghouat et pour encourager l'état algérien de prendre en compte l'importance des laboratoires de recherche et d'agir en conséquence pour pallier le manque au niveau national.

Les laboratoires existants délaissent le côté durable et économique au profit des bâtiments consommateurs d'énergie qui ne répondent pas aux directives du développement durable.

Le laboratoire l'amélioration de l'immunité et lutte contre les maladies infectieuses résultant répond à la double problématique de création et d'intégration et la problématique environnementale, notamment par la prise en considération des deux aspects dès la première phase de conception, par l'introduction de l'aspect durable dès le départ en tirant avantage du climat de la ville et en concevant avec les principes de base dans un tel environnement à titre d'exemple l'orientation favorable de la masse bâtie, la forme compacte ,la création d'un microclimat en utilisant la trame verte est bleue et bien d'autre principes, ajoutant à cela des techniques passives notamment la façade double-peaux, les panneaux photovoltaïques, les matériaux innovants, les systèmes de récupération et de traitement d'eau, et bien d'autres systèmes pour réduire la consommation d'énergie et d'eau .

La conception du laboratoire doit aussi prendre en compte l'aspect fonctionnel et social, grâce à l'élaboration d'un riche programme qui introduit le coté social et humain dans les espaces en réservant des louanges, et des espaces de communication et d'échange afin d'apaiser les chercheurs de la charge du travail et par conséquent d'avoir un meilleur rendement.

Ce travail reste automatiquement à parfaire car un projet d'architecture ne peut pas être conclu à cause des changements des besoins et des exigences.

Par ce travail nous avons essayé d'apporter une attention à la ville de Laghouat, par la conception d'un équipement qui participera à promouvoir le secteur de la recherche scientifique et participe à son développement.

BIBLIOGRAPHIE :

1. Livre :

1. Alain Liébard, André de Harde, « traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique », Paris, 5^{ème} édition. (2005).
2. A. Bâtiment de laboratoire par la KBOB. Édition 1 / Jan 2000 .
3. Jargstorf Benjamin, Renewable Energy & Development, Addis Ababa 2004.
4. JEAN PASSINI. Les 100 mots de la construction durable 3^{ème} Édition.
5. L'Institut national de recherche et de sécurité, Conception des laboratoires d'analyses biologiques INRS: ED 999 avril 2007.

2. Thèses :

1. S.M, HOCINE S.M-ILES. Quand la structure devient une architecture. Tlemcen 2017.
2. Estéban Emilio Monténégro Itura .thèse doctorat « Impact de la configuration des bâtiments scolaires sur leur performance lumineuse, thermique et énergétique. l'Université Laval., 2011)

3. Conférence :

1. L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE. conférence-débat, 14 novembre 2007.

4. Document :

1. ANNUAIRE météorologique de Laghouat 2017 /2008.
2. Document du rapport code f3063.
3. UICN : l'union internationale de la conservation de la nature.
4. Glossaires - ENGIE Solutions
5. Le Plateau Technique de Microbiologie (PTM) Les Hôpitaux Universitaires de Strasbourg.

5. Cours :

1. Mr Dehina Karim - MCours Stratégies pour un environnement construit durable

6. Logiciel :

1. CLIMATE CONSULTANT 6.0.

7. Les sites d'internet :

1. www.alpha-bureau-concept.fr/
2. www.ArchDaily.com.
3. www.ArchDaily.com. (2021).
4. www.archello.com. (s.d.).
5. www.archiexpo.fr
6. www.architectura.be/fr . (2021).
7. www.architecturalrecord.com. (2021).

8. www.Architizer.com.
9. www.atbfrance.com
10. www.batiproduits.com.
11. www.belblock.be/fr/home-fr.html.
12. www.benelux-office.om.
13. www.betzerarga.net. (2021).
14. www.btb.termiumplus.gc.c
15. www.cahiers-techniques-batiment.fr
16. www.capclimat.fr
17. www.crai.archi.fr.
18. www.elle.fr. (2021).
19. www.Energy plus.com.
20. www.floornature.eu.
21. www.floornature.eu/mario.
22. www.fmed.univ-tlemcen.dz/
23. www.fr.climate-data.org.
24. www.fr.weatherspark.com,
25. www.gaea21.org/
26. www.hopitech.org.com. (2021).
27. www.lawilaya de laghouat.dz
28. www.lightlive.com..
29. www.novoceram.fr.
30. www.oms.com. (s.d.).
31. www.pinterest.fr.
32. www.planete-sciences.org.
33. www.re.architecturaldesignschool.com
34. www.rockpanel.fr.
35. www.slideplayer.fr
36. www.strategie.gouv.fr/plateforme-rse
37. www.ucl.ac.uk. (2021).
38. www.wp-content.com . (s.d.).

Annexe 01 :
Les Plans



Annexe 02 :
Les Façades



Annexe 03 :
Les Coupes

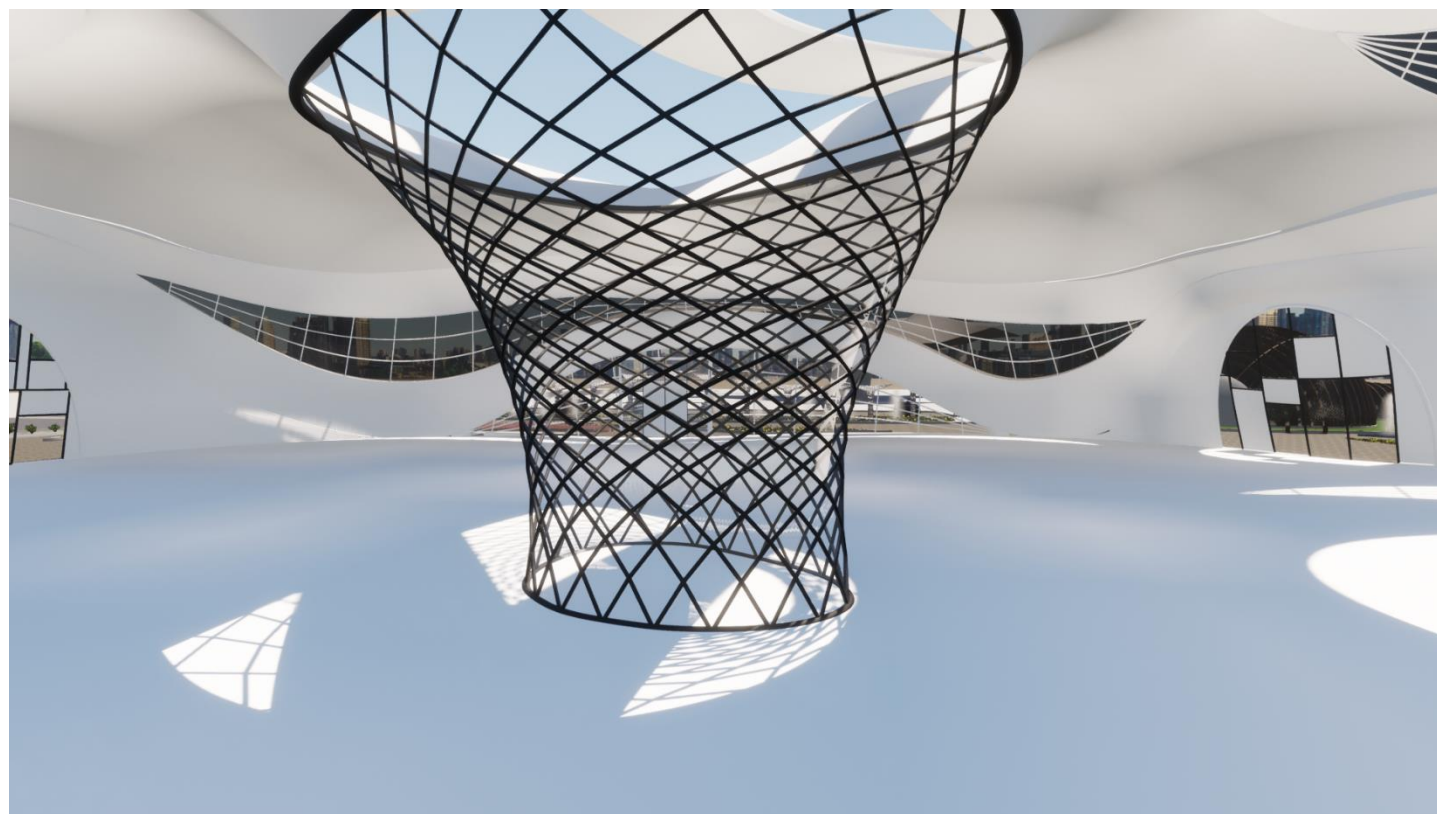


Annexe 04 :
Vues 3D

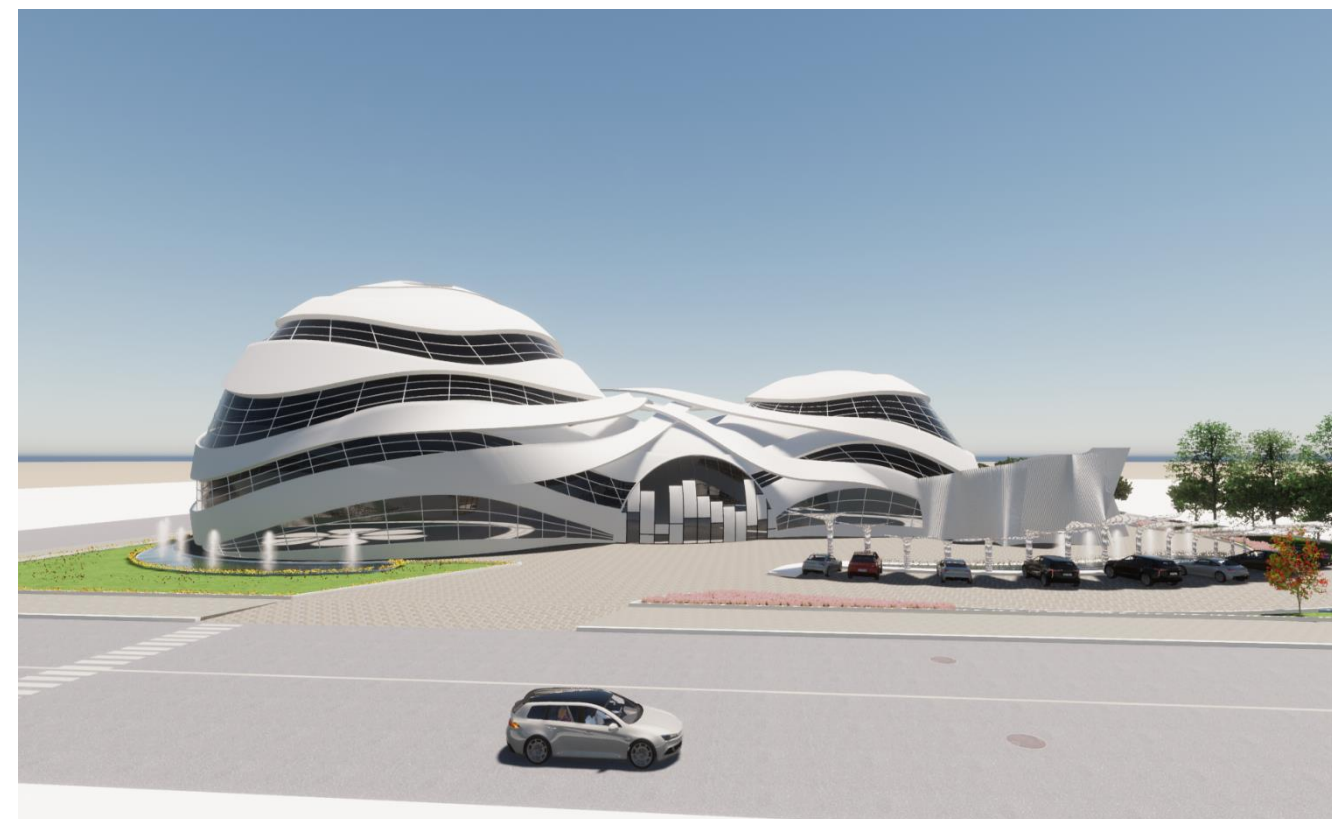




Plan de masse du projet



Vue 3D intérieure du projet



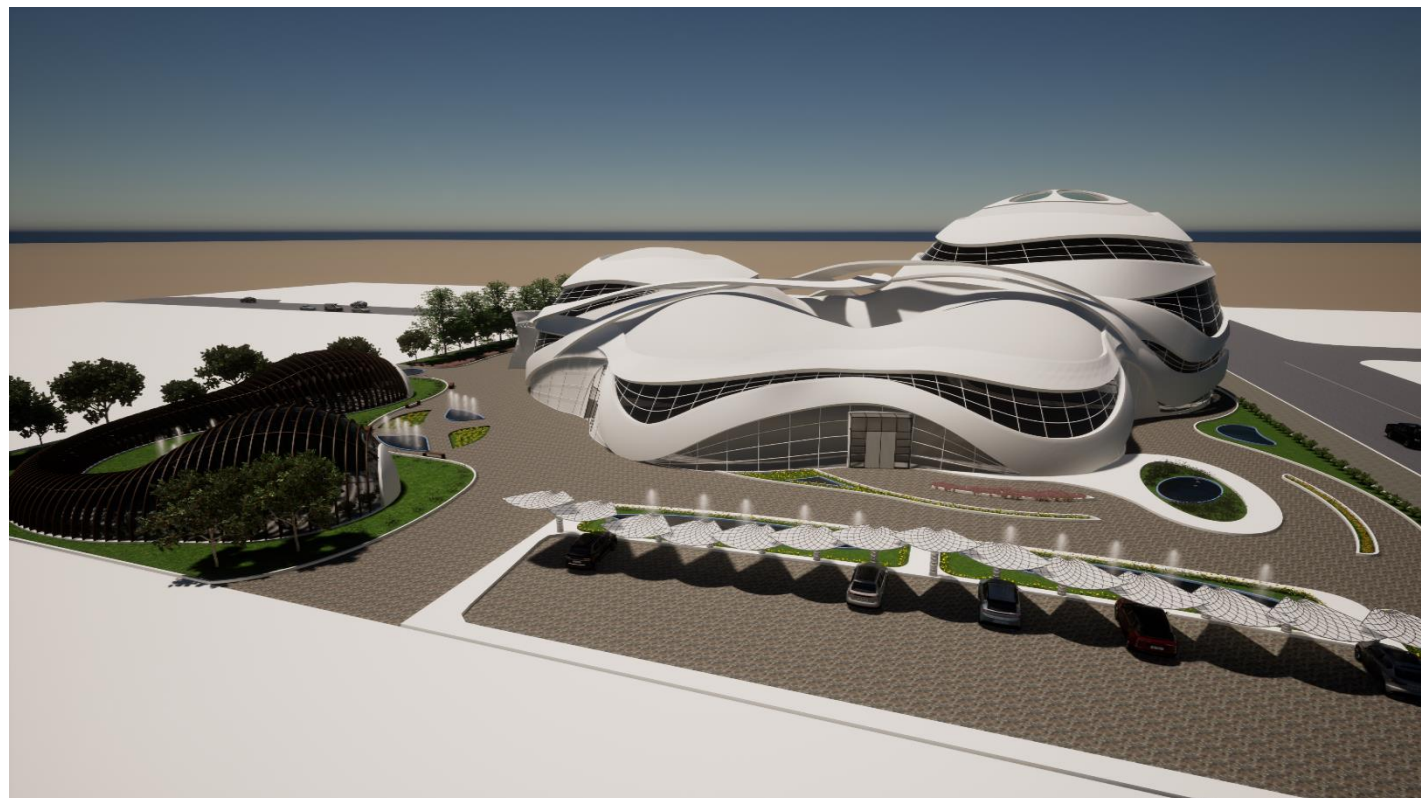
Vue 3D de côté Ouest du projet



Vue 3D de côté Est du projet



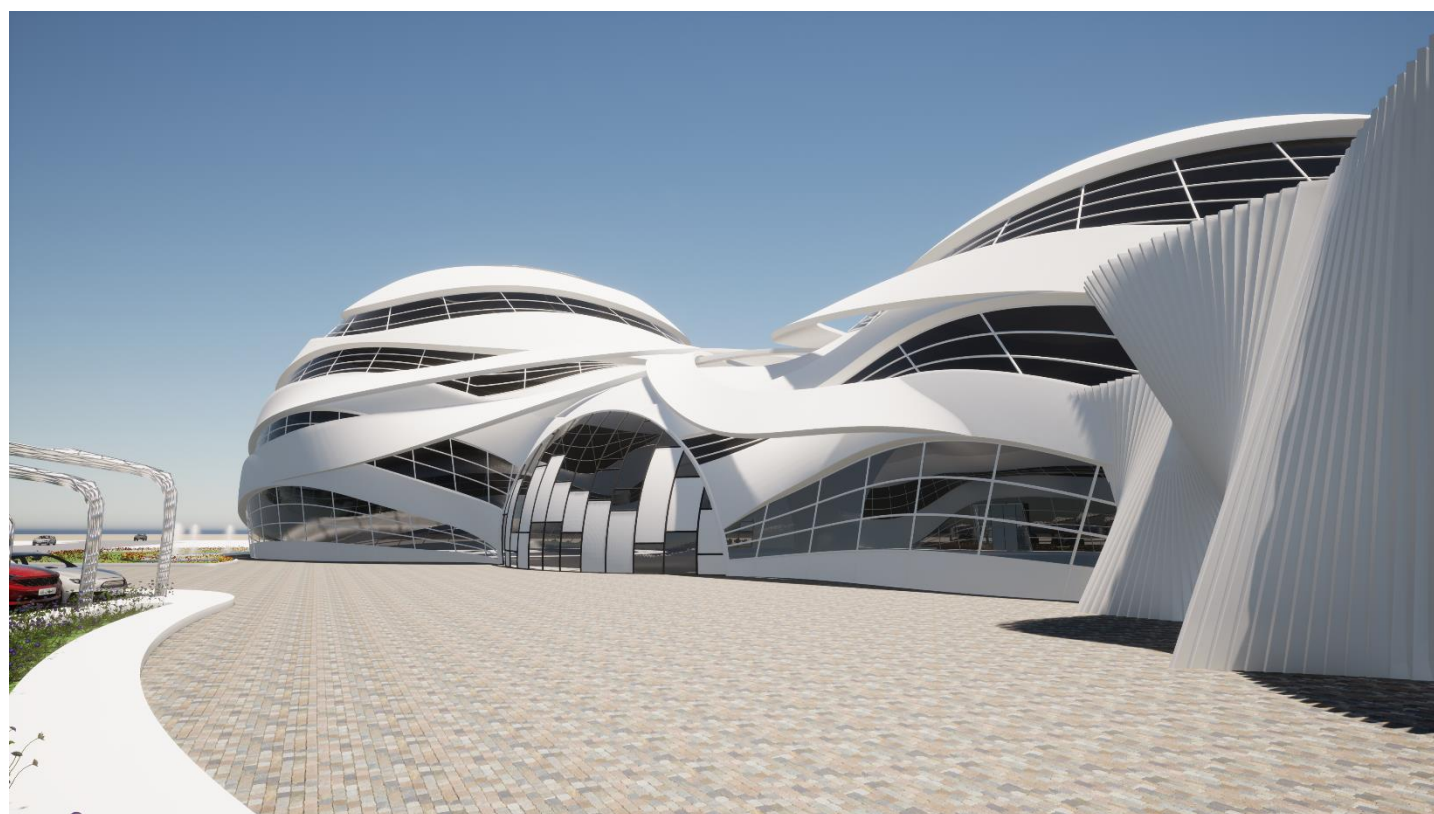
Vue 3D de côté parking du projet



Vue 3D de côté Est du projet



Vue 3D de côté serre agricole du projet



Vue 3D de côté Ouest du projet



Vue 3D du projet