



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 : Benoudina Assia

DOMAINE : ARCHITECTURE, URBANISME ET METIERS DE LA VILLE

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT ET TECHNOLOGIE

Thème

Conception d'un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses dans la ville de Laghouat. Effet de dispositifs de protection solaire sur l'éclairage naturel et le confort thermique

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr.Mustapha KOURIBA	M.A.A	Président
Mr. Naïm Benhouhou	M.A.A	Examineur I
Mr.Abderrazak BENCHEIKH	M.A.A	Rapporteur
Mlle.Darda BENCHEIKH	M.A.A	Co-rapporteur

Promotion : 2020/202



Remerciement

Avant de dédier ce modeste travail à quiconque, je tiens à remercier celui qui a toujours guidé nos pas vers le bien, celui qui nous garde et nous bénit.

Dieu Tout Puissant

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, m'ont aidé à la réalisation de ce modeste travail en particulier à Monsieur Bencheikh Abderezzak pour son encadrement judicieux et les efforts qu'il a fournis afin de concrétiser ce projet.

Mes reconnaissances vont aussi à l'ensemble de l'équipe du département de l'architecture, pour leurs enseignements, leurs conseils et les connaissances qu'ils m'ont permis d'acquérir.

Et je tiens aussi à remercier vivement les aimables membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'évaluer mon travail.

Je dédie ce modeste ouvrage à: Mes parents pour leurs sacrifices.

Mon cher père qui était la source de ma force et mon attachement aux études.

Ma chère mère que j'aime énormément et par son affection m'a encouragé.

Mes sœurs.

A mes amies fidèles.

A toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce projet.



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE

DEPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture et urbanisme et métiers de la ville

Filière : Architecture

Option : Architecture, Environnement et technologie

Thème : Conception d'un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses dans la ville de Laghouat . Effet de dispositifs de protection solaire sur l'éclairage naturelle et le confort thermique.

Présenté par : Benoudina Assia

Encadré par: Mr. Bencheikh Abderezzak

Résumé : La conception d'un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses qui vise non seulement à pallier aux carences constatées de ce type d'équipements dans la région de Laghouat, mais aussi à assurer un environnement confortable pour le bien-être des usagers et l'exécution de leurs différentes tâches dans un tel climat chaud et sec.

Cette conception est basée sur l'application des principes de conception bioclimatiques : Le recours à l'utilisation de la végétation, à une forme compacte orientée nord/sud, l'utilisation des patios et atriiums, l'exploitation de la façade nord et sud avec des ouvertures équipées par des dispositifs d'occultations pour contrôler la pénétration des rayons solaires dans l'espace.

En fin, on a utilisé une méthode de prédiction par simulation numérique pour découvrir la qualité thermique et lumineuse dans les laboratoires de recherche situés au sud avec des ouvertures orientées sud et d'autres vers l'est. Cette simulation nous a permis de proposer des corrections telles que les dispositifs d'occultation pour rattraper la notion de confort thermique et visuel .Le pré dimensionnement de ces dispositifs est élaboré à travers une méthode graphique. Des dispositifs d'occultation verticaux et horizontaux de 0,6m et d'une distance d'espacement de 0,5m permettent d'assurer un éclairage uniforme et d'éliminer la tâche solaire sur le plan de travail dans les laboratoires, et par conséquent diminuer la surchauffe.

Mots clés : Laboratoire de recherche, le climat chaud et sec, Les dispositifs d'occultation, Le confort thermique, Le confort visuel, La surchauffe, La tâche solaire.



Republic Algerian Democratic and Popular
Minister of Superior Catechism and Scientific Research
University Amar Thelidji-Laghouat



Faculty of Civil Engineering and Architecture
Architecture Department

ABSTRACT OF MASTER MEMORY

Domine: Architecture, Urban and Urban professions.

Career: Architecture

Option: Architecture and Environment

Theme : Design of a national research center on improving immunity and the fight against infectious diseases in the city of Laghouat. Effect of sun protection devices on natural lighting and thermal comfort.

Presented by: Benoudina Assia

Supervised by: M.r.BEN CHEIKH Abderrezzak

Abstract : The design /idea of a national research center on the improvement of immunity and the fight against infectious diseases which aims not only to overcome the deficiencies noted of this type of equipment in the region of Laghouat but also to ensure a comfortable environment for the well-being of users and the execution of their various tasks in such a hot and dry climate.

This design is based on the application of bioclimatic design principles: The use of vegetation, a compact form oriented north / south, the use of patios and atriums, the exploitation of the north and south facade with openings equipped with occultation devices to control the penetration of solar rays into space.

In the end, a numerical simulation prediction method was used to discover the thermal and light quality in the research laboratories located to the south with openings facing south and others to the east. This simulation allowed us to propose corrections such as occultation devices to catch up with the notion of thermal and visual comfort .The pre-dimensioning of these devices is elaborated through a graphical method. Vertical and horizontal 0.6 m occultation devices with a spacing of 0.5 m ensure uniform illumination and eliminate solar stain on the worktop in laboratories, thereby reducing overheating.

Key Word: Research laboratory, hot and dry climate, Occultation devices, Thermal comfort, Visual comfort, Overheating, Sunspot.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية الهندسة المدنية و الهندسة المعمارية قسم الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: هندسة معمارية، عمران ومهن المدن.

الشعبة: هندسة معمارية.

التخصص: هندسة معمارية وبيئة وتكنولوجيا

عنوان المذكرة: تصميم مركز أبحاث وطني لتحسين المناعة ومكافحة الأمراض المعدية في مدينة الأغواط. تأثير أجهزة الحماية من الشمس على الإضاءة الطبيعية والراحة الحرارية.

تقديم الطالب: بن أودينة اسيا

الأستاذ المؤطر: بن الشيخ عبد الرزاق

ملخص المذكرة: تصميم مركز أبحاث وطني حول تحسين المناعة ومكافحة الأمراض المعدية والذي لا يهدف فقط إلى التغلب على أوجه القصور التي لوحظت في هذا النوع من المعدات في منطقة الأغواط، ولكن أيضا لضمان بيئة مريحة لرفاه المستخدمين وتنفيذ مهامهم المختلفة في مثل هذا المناخ الحار والجاف.

يعتمد هذا التصميم على تطبيق مبادئ التصميم المناخي الحيوي: استخدام الغطاء النباتي ، وهو شكل مدمج موجه نحو الشمال / الجنوب ، واستخدام الباحات والأذنين ، واستغلال الواجهة الشمالية والجنوبية بفتحات مجهزة بتجهيزات الحماية الشمسية للتحكم في تغلغل الأشعة الشمسية في الفضاء.

في النهاية ، تم استخدام طريقة التنبؤ بالمحاكاة العددية لاكتشاف الجودة الحرارية والضوئية في مختبرات الأبحاث الموجودة في الجنوب مع فتحات موجهة للجنوب وغيرها إلى الشرق. سمحت لنا هذه المحاكاة باقتراح تصحيحات مثل تجهيزات الحماية الشمسية للحاق بمفهوم الراحة الحرارية والبصرية. يتم تطوير الأبعاد المسبقة لهذه الأجهزة من خلال طريقة رسومية. تضمن تجهيزات الحماية الشمسية الرأسية والأفقية 0.6 م مع تباعد 0.5 م إضاءة موحدة وتزليل البقعة الشمسية على سطح العمل في المختبرات ، مما يقلل من ارتفاع درجة الحرارة.

الكلمات المفتاحية: مختبر البحوث ، المناخ الحار والجاف ، أجهزة الغموض ، الراحة الحرارية ، الراحة البصرية ، ارتفاع

درجة الحرارة ، البقعة الشمسية.

Sommaire

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER	
ABSTRACT OF MASTER MEMORY	
ملخص ماستر مذكرة.....	
Remerciement	
Dédicace	
Sommaire	
Liste Des Figures	

Introduction générale

Introduction :	1
Problématique :	2
Hypothèses :	2
Objectifs :	2
Méthodologie de travail :	3

Chapitre thématique I

Introduction :	4
I.1 Définition des concepts liés à l'environnement :	4
I.1.1 L'architecture durable :	4
I.1.2 L'architecture bioclimatique :	4
I.3.1 L'architecture verte :	5
I.1.4 L'architecture écologique :	5
I.1.5 La haute qualité environnementale (HQE) :	5
I.1.6 L'architecture et environnement:	6
I.1.7 La zone aride :	6
I.1.8 La conception dans les zones arides :	6
I.1.9 Le confort :	7
I.1.10 Le confort thermique :	7
I.1.11 Les facteurs qui influencent le confort thermique :	7
I.1.12 Le confort visuel :	8

I.1.13	Stratégie de chaud (en hiver) :	8
I.1.14	Stratégie de froid (en été) :	9
I.1.15	La stratégie de l'éclairage naturel :	9
I.1.16	La Protection solaire et confort d'usage :	9
I.2	Définition des concepts liés au thème :	10
I.2.1	Les équipements d'enseignement supérieur :	10
I.2.2	Les équipements de recherche scientifique en Algérie :	10
I.2.3	La différence entre les équipements de recherche scientifique en Algérie :	10
I.2.4	Les centres de Recherche en Algérie :	10
I.2.5	Un centre de recherche :	11
I.2.6	Les objectifs d'un centre de recherche :	11
I.2.7	Les maladies infectieuses:	12
I.2.8	Un centre de recherche en infectiologie:	12
I.3	Analyse des exemples :	12
I.3.1	Critère de choix :	12
I.3.2	Exemple 01 : Centre de Recherche en Biomédecine- Strasbourg, France :	12
I.3.3	Exemple 02 : IHU Méditerranée Infection-Marseille; France :	19
I.3.4	Exemple 03 : Centre de recherche SAHMRI :	24
I.3.5	Synthèse générale :	28
a)	Situation :	28
b)	Limitation de site:	28
c)	Accessibilité:	28
d)	Plan de masse :	28
e)	Espace non bâti :	28
f)	Espace bâti :	29

Chapitre II : Etude contextuelle

Introduction :	30
II.1 Présentation de la ville de Laghouat :	30
II.1.1. SITUATION DE LAGHOUAT :	30

II.1.2.	L'accessibilité de Laghouat:	31
II.1.3.	L'historique DE LAGHOUAT :	32
II.1.4.	Le style architectural avec aspects environnementaux :	32
II.1.5.	Climatologie :	34
II.2.	Le site d'intervention :	37
II.2.1.	Motivation de choix de site :	37
II.2.2.	Situation :	38
II.2.3.	L'accessibilité :	39
II.2.4.	Le voisinage :	40
II.2.5.	Les vents :	40
II.2.6.	L'ensoleillement :	41
II.2.7.	La topographie du terrain :	41
II.3.	Synthèse générale.....	41

Chapitre III : Etude programmatique

Introduction :	.....	43
1. Principes programmatiques :	.....	43
2. Les objectifs du programme :	.....	43
3. Le programme qualitatif :	.....	44
3.1. Entité d'accueil :	.....	44
3.2. Entité administrative :	.....	45
3.3. Entité de formation et de diffusion :	.....	46
3.4. Entité de recherche :	.....	47
3.4.1. Laboratoire de confinement 1 :	.....	48
3.4.2. Laboratoire de confinement 2 :	.....	49
3.4.3. Laboratoire de confinement 3.....	.....	50
3.4.4. Laboratoire de confinement 4 :	.....	50
3.4.5. Les exigences spécifiques au laboratoire :	.....	52
3.5. Entité d'hospitalisation :	.....	55
3.6. Entité Restauration :	.....	56
3.7. Annexes :	.....	56

4. Le programme quantitatif :	57
-------------------------------------	----

Chapitre IV : Etude architecturale

IV.1 L'idée du projet :	61
IV.2 La genèse de la forme:	62
IV.2.1 Etat de lieu :	62
IV.2.2 L'accessibilité et la limite du terrain :	63
IV.2.3 Le tracé des axes structurants :	63
IV.2.4 Les alternatives d'implantation (Le mode d'occupation) :	64
IV.3 Le développement de la forme :	65
IV.4 Zoning :	67
IV.5 Zoning extérieur et parking :	68
IV.6 Parcours extérieurs :	68
IV.7 Sous zoning et parcours intérieur :	70
IV.8 La conception des laboratoires :	72

Chapitre V : Etude technique

Introduction :	76
V.1 Système constructif :	76
V.1.1 L'infrastructure :	76
V.1.2 Les fondations :	76
V.1.3 Le choix du type de fondation dépend :	77
V.1.4 La superstructure :	77
V.1.5 Éléments de structure :	77
V.1.6 Les matériaux de construction :	80
V.1.7 Les techniques bioclimatiques utilisées :	81
V.1.8 Les protections solaires :	82
V.1.9 Les panneaux photovoltaïques:	85
V.1.10 La végétation :	85

Chapitre VI : Simulation numérique

Introduction :	87
VI.1 Problématique :	87
VI.2 Hypothèse :	87
VI.3 Les conditions thermiques dans les laboratoires :	88
VI.4 L'éclairage naturel :	88
VI.4.1 Type d'éclairage naturel :	88
1. Eclairage latéral :	88
2. Types d'éclairage latéral :	88
VI.5 Les paramètres d'influencants l'éclairage naturel :	89
VI.6 Définitions :	89
VI.7 La ventilation naturelle :	89
VI.8 Présentation du logiciel de simulation :	90
VI.9 Présentation du cas d'étude :	92
VI.10 Simulation :	92
Conclusion générale :	115

Liste Des Figures

Chapitre I : Etude thématique

Figure I.1 : Le principe de l'architecture bioclimatique.	4
Figure I.2 : L'architecture verte.....	5
Figure I.3 : Les cibles de la HQE.....	5
Figure I.4 : L'architecture et l'environnement.	6
Figure I.5 : Les facteurs du confort thermique.	7
Figure I.6: les caractéristiques du confort visuel..	8
Figure I.7 : Stratégies du chaud et d'hiver.	8
Figure I.8 : schéma des stratégies d'éclairage.	9
Figure I.9 : centre de recherche en biomédecine.	13
Figure I.10: La situation du centre de biomédecine- Strasbourg.	14
Figure I.11 : L'accessibilité au centre.	14
Figure I.12 : Vue aeriene sur le centre.	14
Figure I.13: Vue en plan du centre de biomédecine..	15
Figure I.14 : Vue sur le centre de recherche en biomédecine.....	15
Figure I.15 : Coupe longitudinale sur le centre.	16
Figure I.16 : Vue de l'intérieur du laboratoire.	17
Figure I.17: Vue sur atrium.	17
Figure I.18 : Vue de l'intérieur du laboratoire.	18
Figure I.19: La façade du centre 18	18
Figure I.20: la structure du centre 18	18
Figure I.21: Coupe sur l'atrium du centre de recherche en biomédecine.	19
Figure I.22: l'espace de distribution du centre.	19
Figure I.23 : IHU méditerranée infection.	19
Figure I.24: La situation de l'IHU.	20
Figure I.25: La situation de l'IHU.	20
Figure I.26: Plan de masse.	21
Figure I.27: La volumétrie.	21
Figure I.28 : Coupe longitudinale de l'IHU.	23
Figure I.29 : Le centre de recherche SAHMRI.....	24
Figure I.30: La situation du centre SAHMRI.	24
Figure I.31 : L'accessibilité au projet.	25
Figure I.32 : Plan de masse.	25
Figure I.33 : Coupe verticale.	26
Figure I.34 : la volumétrie du centre Sahnri.	26
Figure I.35 : l'idée du projet.	26
Figure I.36 : l'enveloppe extérieure du projet.	26
Figure I.37 : Coupe du projet.	27
Figure I.38 : Le contrôle environnemental selon les besoins en éclairage et les rayons solaires.....	27

Chapitre II : Etude contextuelle

Figure II.1 : La situation géographique de Laghouat.....	30
Figure II.2 : situation astronomique de Laghouat.	30
Figure II.3 : La situation administrative de Laghouat.....	31
Figure II.4 : Paysage de Laghouat.	31
Figure II.5 : Paysage de Laghouat 2.	31
Figure II.6 : Carte de la ville de Laghouat.	31
Figure II.7 : schéma d'un tissu urbain compacte.....	32
Figure II.8 : Coupe sur une ruelle.	33
Figure II.9 : Corridor.	33
Figure II.10 : une impasse.....	33
Figure II.11: Façade du tissu traditionnel.	33
Figure II.12 : Les zones climatiques en Algérie.-	34
Figure II.13 : valeurs annuelles du dégagement du ciel à Laghouat.....	34
Figure II.14 : les valeurs annuelles d'insolation.....	34
Figure II.15 : La rose des vents à Laghouat.	35
Figure II.16 : graphe montrant les valeurs annuelles des vents à Laghouat.	35
Figure II.17 : Les valeurs annuelles de la précipitation à Laghouat.	36
Figure II.18 : Le site d'intervention.	38
Figure II.19 : La situation du site d'intervention.	38
Figure II.20 : L'accessibilité au site.	39
Figure II.21 : Le réseau routier passant par le site.	39
Figure II.22 : L'exposition du site aux vents.....	40
Figure II.23 : Le levé topographique du terrain.....	41

Chapitre III : Etude programmatique

Figure III.1 : L'isolation d'un laboratoire de niveau de confinement 1.	49
Figure III.2 : l'aménagement intérieur d'un laboratoire de niveau de confinement	49
Figure III.3 : L'isolation d'un laboratoire de niveau de confinement 2.....	49
Figure III.4 : l'aménagement intérieur d'un laboratoire de niveau de confinement 2	49
Figure III.5 : l'aménagement intérieur d'un laboratoire de niveau de confinement 3	50
Figure III.6 : L'isolation d'un laboratoire de niveau de confinement 3.....	50
Figure III.7 : L'isolation d'un laboratoire de niveau de confinement 4.....	50
Figure III.8 : Une porte d'un laboratoire	52
Figure III.9 : Le revêtement du sol dans un laboratoire.....	53
Figure III.10 : Dimensions d'une paillasse de laboratoire.....	53
Figure III.11 : Sorbonne.....	53
Figure III.12 : Fenêtre d'observation.....	54
Figure III.13 : La répartition des gaines de conduite.....	54
Figure III.14 : Organisation des tables	56

Chapitre IV : Etude architecturale

Figure IV.1 : Anticorps	61
Figure IV.2 : Zoning ..	67
Figure IV.3 : Zoning extérieur et parking..	68
Figure IV.4 : Parcours extérieurs..	69
Figure IV.5 : Zoning et parcours extérieurs.	69
Figure IV.6 : Distribution et organisation intérieure.....	71
Figure IV.7 : La distribution à l'intérieur du laboratoire	72

Chapitre V : Etude technique

Figure V.1 : Coupe vertical qui montre les fondations.	76
Figure V.2 : Un portique :	77
Figure V.3 : un réseau porteur horizontal constitué de poutre, poutrelles et chevêtres.	77
Figure V.4 : dalle à caisson bidirectionnelle	78
Figure V.5 : Plancher en béton arme (dalles).	78
Figure V.6 : Coupe d'une dalle pleine.	79
Figure V.7 : Poteau	79
Figure V.8 : Distribution des charges	79
Figure V.9 : Coupe sur un joint de rupture.....	79
Figure V.10 : Coupe sur un joint de dilatation.....	80
Figure V.11 : Couvre-joint.....	80
Figure V.12 : Mur en maçonnerie.....	80
Figure V.13 : Mur rideau.....	81
Figure V.14 : schéma montrant le principe d'un double vitrage.....	81
Figure V.15 : Façade double peau.	81
Figure V.16 : Le rôle d'un atrium.	82
Figure V.17: Les objectifs de la protection solaire.....	82
Figure V.18 : Mur végétal.....	83
Figure V.19: Volet opaque	84
Figure V.20:Des persiennes.	84
Figure V.21: Des auvents.	84
Figure V.22: Système Loggia sur la façade sud.....	85
Figure V.23 : Panneau photovoltaïque.....	85

Chapitre VI : Simulation numérique

Figure VI.1 : assurer le confort visuel.	89
Figure VI.2 : Les trois modes de ventilation.....	90

Introduction générale

Introduction générale :

1. Introduction :

De nos jours la relation entre la santé humaine et l'environnement prend une importance considérable à une époque où les catastrophes et les pandémies annoncées ne cessent de se multiplier; quant à la prolifération de sources de contamination qui sont à nouveau soulevées: Le réchauffement de la planète entraîne une délocalisation des vecteurs de transmission, étendant ainsi les sources potentielles de contagion bactérienne ou virale.¹

Cependant; une fois que la maladie infectieuse est provoquée, elle peut rapidement devenir contagieuse et se transmettre facilement par-delà les frontières à cause des systèmes de transports avancés ce qui doit être géré à l'échelle mondiale. L'efficacité de la lutte contre les maladies infectieuses dépend de la rapidité avec laquelle les personnes suspectées d'être infectées sont identifiées, ces traitements prennent généralement un temps important pour obtenir des résultats; ce qui mène à un besoin énorme en infrastructures spécialisées.

A l'échelle nationale, malgré les efforts fournis par les autorités, les infrastructures destinées à la recherche restent insuffisantes, précisément le domaine de la santé. À l'exception de l'existence de quelques centres de recherche au nord du pays contrairement au sud ce qui nécessite à penser à accueillir un projet de centre de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses au point central du pays tel que la ville de Laghouat, où domine un climat chaud et sec.

D'après le ministère de l'énergie et des mines le secteur de bâtiment dans la ville de Laghouat consomme une grande portion d'énergie qui ne cesse d'augmenter². Pour cela, il est nécessaire de créer des lieux de recherches à la fois moins consommateurs d'énergie et plus confortables tout en s'adaptant à cette nécessité et parer aux besoins des sociétés, Cela est possible en appliquant des principes de bon sens, à appliquer sur les choix architecturaux et les procédés constructifs : dispositifs de protection solaire...etc.

Notre thème s'inscrit dans cette perspective non seulement pour pallier aux carences constatés mais aussi de rattraper les conditions de confort thermique surtout en période estivale par une conception appropriée.

¹ L'Agenda 21^e siècle et Santé pour tous.

² APRUE

2. Problématique :

Pour concevoir un projet d'un centre de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses dans la zone aride de Laghouat et la prédiction de l'effet de dispositifs de protection solaire sur l'éclairage naturel et le confort thermique, on essaye de répondre aux questions suivantes :

- **Quels sont les principes de conception à suivre pour un centre de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses qui puisse assurer le bon fonctionnement, s'intégrer dans son environnement et créer un environnement intérieur favorable ?**
- **Comment participe l'utilisation des dispositifs d'occultation à l'élimination de surchauffe dans les espaces intérieurs ?**
- **Quel est l'apport entre le type et les caractéristiques des dispositifs d'occultation et l'orientation de l'ouverture pour assurer un bon éclairage ?**
- **Comment concilier entre un environnement thermique favorable et un éclairage adéquat avec l'utilisation des dispositifs de contrôle solaires ?**

3. Hypothèses :

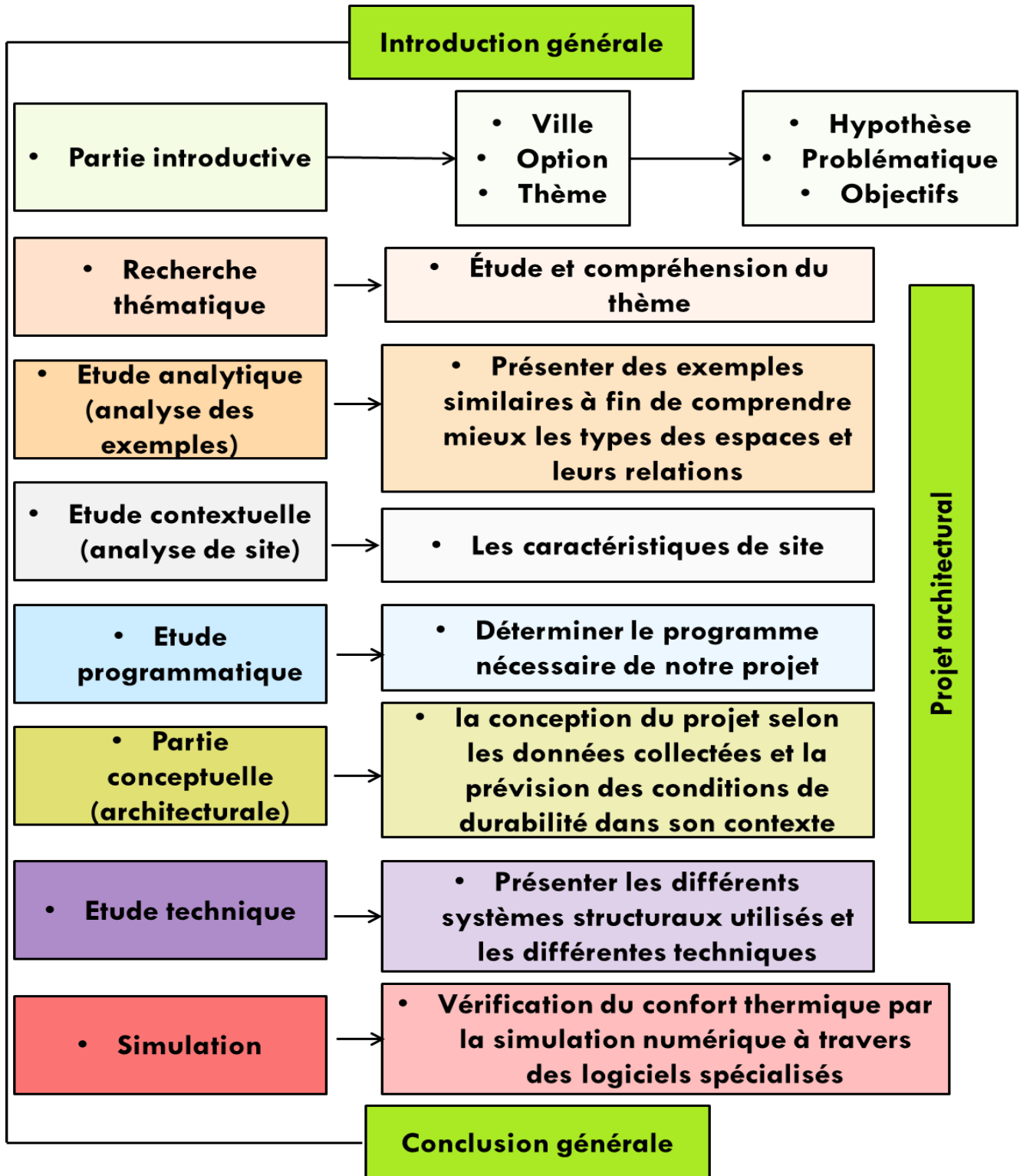
- Une forme compacte composée avec une orientation nord/sud pourrait être une solution adéquate pour la conception d'un centre de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses qui puisse assurer le bon fonctionnement, s'intégrer dans son environnement intérieur favorable
- L'orientation des ouvertures vers le sud, équipées par des dispositifs d'occultation, pourrait contrôler la pénétration indésirable des rayons solaires et par conséquent diminuer la surchauffe dans l'espace.
- L'utilisation des dispositifs horizontaux et verticaux (loggia) sur toutes les orientations pourrait assurer une occultation efficace des ouvertures.
- Le choix des dispositifs d'occultation mobiles pourrait faciliter le contrôle de la pénétration indésirable des rayons solaires et par conséquent la chaleur cumulée et l'éclairage, au cours de jour et au cours de l'année.

4. Objectifs :

- Pallier aux carences constatées pour la recherche scientifique au niveau national
- Concevoir un centre national de recherche approprié à la région
- Traiter la pénétration des rayons solaires indésirables pour éviter la surchauffe en utilisant des dispositifs d'occultation
- Vérifier les hypothèses

5. Méthodologie de travail :

Afin de répondre aux objectifs ciblés, l'étude doit confirmer ou infirmer les hypothèses à travers une méthodologie de recherche qui s'articule autour de deux parties, la première théorique et annalistique et la deuxième c'est la conception et le travail de simulation :



Chapitre I :

Etude thématique

Chapitre I : Etude thématique

Introduction :

La recherche thématique est un élément vital pour le langage architectural ; il n'est donc pas possible d'entamer une conception architecturale sans avoir des connaissances et maximum d'information sur le cadre théorique appelé l'Etat de l'art.

À travers ce chapitre, on va traiter les concepts liés à l'approche environnementale surtout ceux appropriés aux zones arides, et les concepts liés aux infrastructures des recherches scientifiques et surtout les centres de recherche de la lutte contre les maladies infectieuses. Enfin ce chapitre sera finalisé par une synthèse des principes de conception élaborée à travers une analyse des exemples similaires.

I.1 Définition des concepts liés à l'environnement :

I.1.1 L'architecture durable :

Cette notion de durabilité possède des racines précédentes, avant l'évolution de la notion de l'architecture durable des chercheurs ont développé plusieurs démarches et approches entre autres :

I.1.2 L'architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique est une architecture qui permet de réduire les besoins énergétique et de créer un climat de bien-être et plus confortable dans les locaux, et profiter au maximum des ressources naturelles, avec des températures agréables, une humidité contrôlés et un éclairage naturel abondant, grâce à des techniques de conception adaptés aux différentes saisons et grâce à des matériaux de construction précis.¹

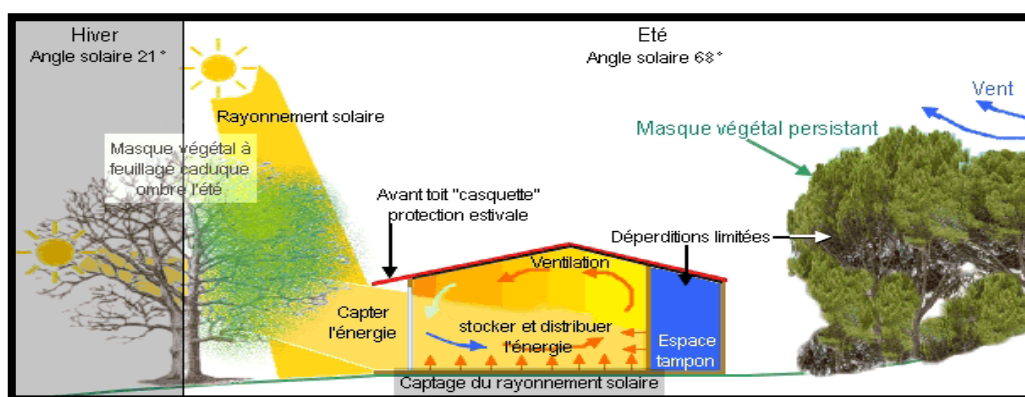


Figure 1 : Le principe de l'architecture bioclimatique. Source: Livre traité d'architecture et d'urbanisme

¹ Livre Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques.

I.2.1 L'architecture verte :

Selon UICN (union nationale de la conservation de la nature): 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.

I.1.4 L'architecture écologique :

Un mode de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie.²



Figure 2 : L'architecture verte.
Source: archello.com

I.1.5 La haute qualité environnementale (HQE) :

a) Une définition formelle :

« La qualité environnementale d'un bâtiment correspond aux caractéristiques de celui-ci, de ses équipements et du reste de la parcelle, qui lui confèrent une aptitude à satisfaire les besoins de maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur et la création d'un environnement sain et confortable »

Cette description s'inscrit dans une définition « normative » de la qualité selon la norme ISO NF en 84.02

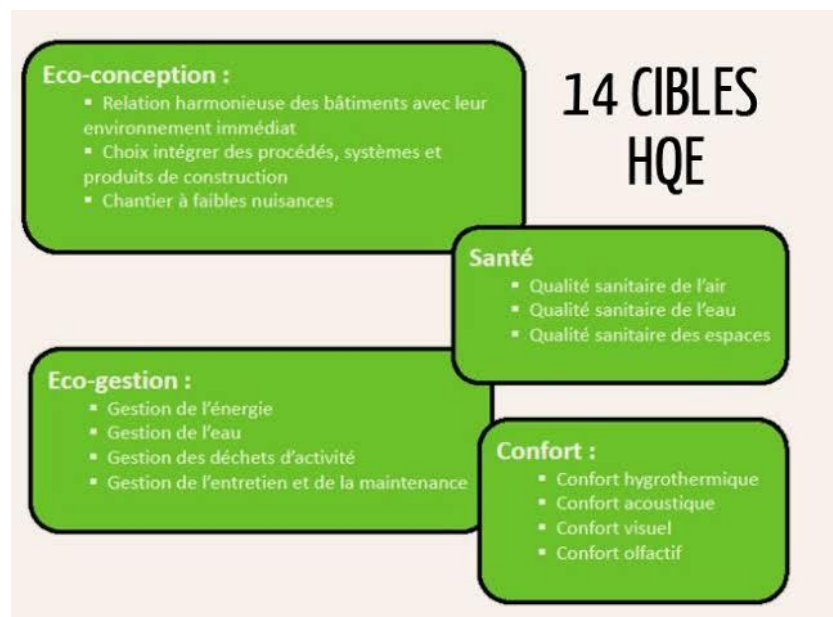


Figure 3 : Les cibles de la HQE .Source: actru-environnement.com

² Jean-Pierre. O, Bosse-Platinera, AUBERT.C,2002, « maisons écologiques d'aujourd'hui », édition terre vivante.

Toutes ces démarches ont pour but de développer des principes et des stratégies à fin d'intégrer le produit architectural avec son environnement.

I.1.6 L'architecture et environnement:

C'est un mode de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture qui respecte l'environnement tout en créant des conditions favorables aux usagers³



Figure 4 : L'architecture et l'environnement.
Source: Pinterest

I.1.7 La zone aride :

Les zones arides se caractérisent par une chaleur excessive, une longue période chaude et une précipitation faible et variable ; on y trouve cependant des contrastes climatiques. Ceux-ci résultent en général des différences de température, de saison des pluies et de degré d'aridité.

- On Algérie cette zone s'étale sur la majorité du territoire au sud saharienne.

I.1.8 La conception dans les zones arides :

L'homme est capable de maintenir sa température plus ou moins constante, dans une fourchette de conditions environnementales données, Ceci ne peut pas être suffisant sous des conditions climatiques difficiles comme c'est le cas dans les zones arides. Dans ce cas, c'est le bâtiment qui doit assurer la fonction de confort de l'utilisateur, pour qu'il puisse pratiquer ses activités normalement.

L'appréciation du confort thermique dépend des paramètres essentiels comme la température, les mouvements d'air et l'humidité, un équilibre satisfaisant peut être trouvé. L'ajustement de ces paramètres s'obtient:

- En choisissant des systèmes de climatisation, chauffage et d'aération adaptés au bâtiment et au mode d'occupation selon la saison
- En améliorant les performances des fenêtres
- En isolant thermiquement le bâtiment

³ Source : Encyclopédie Encarta Microsoft 2009

- En installant une régulation.

On peut se protéger des surchauffes l'été :

- En équipant les portes et les fenêtres de protections solaires adaptées.
- En créant des courants d'air

I.1.9 Le confort :

Etymologiquement, le terme confort, tiré du mot anglais « confort », fait allusion au « bien-être matériel résultant des commodités de ce dont on dispose » ou à « l'ensemble des éléments qui contribuent à la commodité matérielle et au bien-être » mais également au « sentiment de bien-être et de satisfaction ».

L'être humain perçoit et vit l'espace à travers l'ensemble de ses sens (excepté le goût). En effet, l'usager voit un espace, entend une ambiance sonore dans un espace donné, crée un équilibre entre l'air et lui et enfin peut toucher la matière, l'espace.

Le confort dans toutes ses composantes (hygrothermique, acoustique, visuelle, qualité de l'air...) se caractérise par une dimension physique, mesurable et donc facilement interprétable, et une dimension psychologique et sociologique, plus difficile à appréhender.

I.1.10 Le confort thermique :

Pluridisciplinaire, défini par la norme internationale ISO 7730 comme étant la satisfaction exprimée quant à l'ambiance thermique, il est tout ce qui contribue à la création d'une ambiance thermique rassurant le bien-être, et s'exprime par une sensation agréable procurée par la satisfaction de besoins physiologiques (l'absence de contraintes thermiques imposées aux mécanismes thermorégulateurs du corps humain, l'obtention des conditions favorables pour tous les systèmes fonctionnels de l'organisme et la garantie d'un niveau élevé de capacité du travail, l'assurance d'un bilan équilibré entre les échanges thermiques du corps humain et de l'ambiance environnante) et l'absence de tensions psychologiques (Cantin, 2005 ; Evans, 1980). Ainsi, « il peut être défini dans un sens négatif, comme l'absence de gêne ou d'inconfort dû à la chaleur ou au froid, ou dans un sens positif comme un état engendrant le bien-être » (Givoni, 1978).

I.1.11 Les facteurs qui influencent le confort thermique :



Figure 5 : Les facteurs du confort thermique. Source: architecture et confort thermique dans les zones arides

I.1.12 Le confort visuel :

Garantit un environnement visible et agréable aux yeux. La stratégie de l'éclairage passe par cinq Étapes sont : « Capter, pénétrer, répartir, protéger et contrôler, focaliser. »

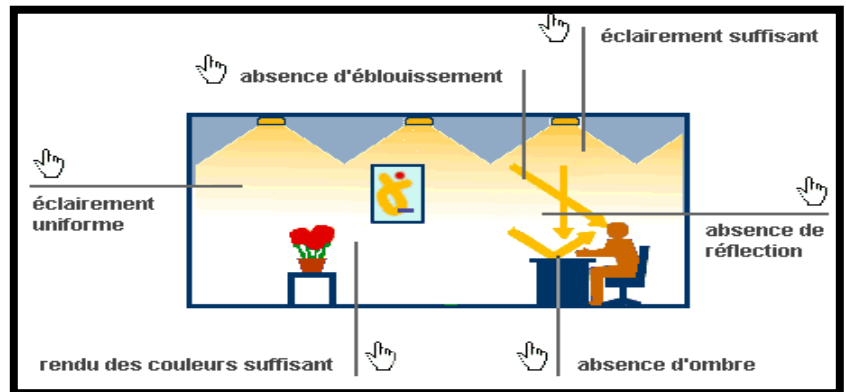


Figure 6: les caractéristiques du confort visuel.. Source : le confort visuel

- D'après le Syndicat de l'Eclairage de France, le confort visuel fait référence aux conditions d'éclairage nécessaire pour accomplir une tâche visuelle déterminée sans entraîner de gêne pour l'oeil. (Syndicat de l'éclairage.,2004)
- Le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la qualité et à la distribution de la lumière et représente sa satisfaction devant l'environnement visuel qui nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue, dans une ambiance colorée agréable.

I.1.13 Stratégie de chaud (en hiver) :

- Capter : l'énergie solaire gratuite à travers les surfaces vitrées orientées au sud.
- Stocker : dépend de l'inertie thermique des matériaux.
- Distribuer : assurer par la convection et le rayonnement pour rétablir la chaleur emmagasinée.
- Se protéger : du froid, en isolant l'enveloppe extérieure du bâtiment et en minimisant les ouvertures subissant les vents froids au nord.
- Conserver : l'énergie accumulée à l'intérieur de l'habitat en recherchant la meilleure capacité

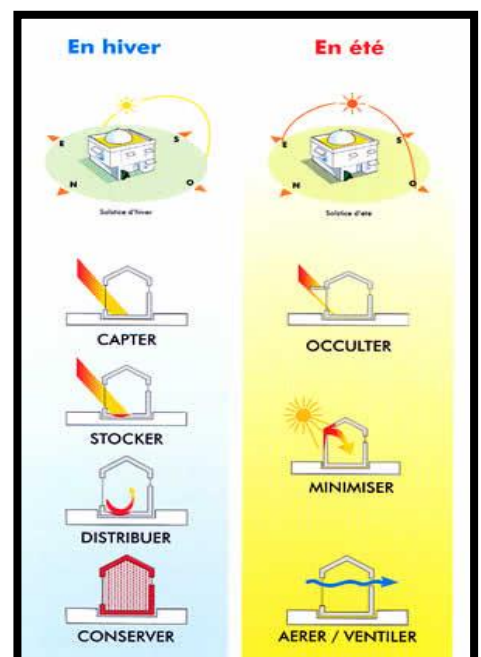


Figure 7 : Stratégies du chaud et d'hiver. Source: livre traité d'architecture et d'urbanisme.

d'accumulation dans les matériaux utilisés (inertie thermique).⁴

I.1.14 Stratégie de froid (en été) :

- ❖ **Oculter** : se protéger de l'ensoleillement direct en rapportant un écran pare-soleil ou un écran de végétation caduque.
- ❖ **Minimiser** : les apports internes de chaleur par le degré d'inertie des parois.
- ❖ **Aérer/ Ventiler** : dissiper la chaleur excessive accumulée à l'intérieur de l'habitat en ventilant la nuit.
- ❖ **Refroidir naturellement l'air** : par l'utilisation de plans d'eau extérieurs.

I.1.15 La stratégie de l'éclairage naturel :

- ❖ **Capter** : la quantité de lumière captée dans un local qui est transmise par les vitres.
- ❖ **Pénétrer** : la pénétration de la lumière produit des effets de lumière très différents.
- ❖ **Répartir** : la lumière se réfléchit d'autant mieux sur l'ensemble de surfaces intérieures des locaux.
- ❖ **Protéger et contrôler** : la lumière naturelle peut être une cause de gêne visuelle, elle peut se contrôler par des éléments fixes au mobiles (surplombs; light shelves; volets).
- ❖ **Focaliser** : il est parfois nécessaire de focaliser l'apport de lumière naturelle pour mettre en valeur un lieu ou valeur particulier.

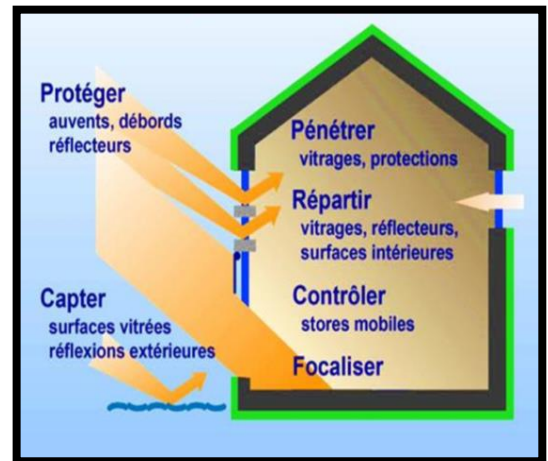


Figure 8 : schéma des stratégies d'éclairage.
Source: traité d'architecture et d'urbanisme.

I.2.1 La Protection solaire et confort d'usage :

La lumière naturelle a une importance cruciale pour le bien-être de l'homme. L'intensité de la lumière du jour, qui est déterminée par les saisons et les conditions climatiques, de même que la couleur de la lumière ont une nette influence sur les motivations et la capacité de travail de l'être humain.

⁴ www. Stratégies-adopter-conception-bioclimate

I.1 Définition des concepts liés au thème :

I.2.1 Les équipements d'enseignement supérieur

- A. Le campus universitaire.
- B. Le centre universitaire.
- C. Le complexe universitaire.
- D. Le pôle universitaire.
- E. Les équipements de recherche .

I.2.2 Les équipements de recherche scientifique en Algérie :

Les équipements de recherche en Algérie se divisent en 03 équipements principaux qui sont :

- i) **Les centres de recherche**
- ii) **Les unités de recherche**
- iii) **Les agences de recherche**



I.2.3 La différence entre les équipements de recherche scientifique en Algérie :

Ce sont tous des équipements spécialisés en recherche scientifique la différence c'est en matière de la taille (le centre de recherche le plus grand)
En matière de l'importance (local, régional , national)
Et même en matière de type de recherche scientifique.

I.2.4 Les centres de Recherche en Algérie :

- 1) Centre de Développement des énergies renouvelables (CDER)-Alger
- 2) Centre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique (CERIST)-Alger
- 3) Centre de Développement des Technologies Avancées - Alger
- 4) Centre de Recherche en Technologie Industriel - Alger
- 5) Centre de Recherche Scientifique sur le Développement de la Langue Arabe - Alger
- 6) Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le développement (CREAD)-Alger

7) Centre de Recherche en Technologie des Semi-conducteurs pour l'Energétique (CRTSE)-Alger

8) Centre de Recherche en Anthropologie Sociale et Culturelle (CRASC) -Oran

9) Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA) -Biskra

10) **Centre de Recherche en Biotechnologie (CRBt)-Constantine**

11) Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses Physico – Chimiques - Tipaza

12) Centre National de Recherche dans les Sciences Islamiques et de Civilisation - Laghouat

13) Centre de recherche en langue et culture Amazighes (CRLCA)

14) Centre de recherche en technologies agroalimentaires

15) Centre de recherche en agropastoralisme

16) Centre de recherche en environnement

17) Centre de la recherche en mécanique⁵

I.2.5 Un centre de recherche :

C'est un lieu privilégié de développement de la recherche jouissant d'une certaine stabilité. Son rôle consiste pour l'essentiel à consolider des ressources humaines autour d'une thématique bien définie, généralement multidisciplinaire, et à coordonner les activités de plusieurs chercheurs ou équipes de chercheurs, soit par le regroupement physique d'infrastructures existantes (locaux, équipements et matériels, personnel de soutien technique et administratif, ressources financières), soit par la création d'infrastructures nouvelles.

I.2.6 Les objectifs d'un centre de recherche :

Le rôle d'un centre de recherche n'est pas uniquement d'effectuer des recherches (cas des laboratoires), Mais aussi de surveiller en permanence la diffusion des informations scientifique et technologique dans le monde, Il faut donc souligner que la communication au sein d'un centre de recherche est essentielle.

- Il permet d'élargir les contacts d'explorer le monde et d'approfondir les connaissances.

⁵ www.mesrs.dz

- Il peut servir de lieu de réunion de formation et d'information de séminaires tous en apportant une convivialité entre salariés et chercheurs.

I.2.7 Les maladies infectieuses:

Elles regroupent toutes les maladies provoquées par la transmission d'un agent pathogène tel que les bactéries, les virus, les parasites, les prions et les champignons. Elles recouvrent donc un large spectre de pathologies bénignes comme le rhume ou l'angine, mais également très graves comme le sida, les hépatites, le paludisme ou la tuberculose.

I.2.8 Un centre de recherche en infectiologie:

C'est un centre où les fundamentalistes et les cliniciens travaillent côte à côte à l'amélioration des connaissances en maladies infectieuses, pour le bien-être de la société.⁶

I.1 Analyse des exemples :

I.2.1 Critère de choix :

- Projet de centre de recherche.
- L'utilisation des techniques et systèmes environnementaux et de durabilité par : l'intégration des atriums qui participeront à la ventilation naturelle dans le projet et assurer un bon éclairage
- L'organisation fonctionnelles, spatiale et la gestion des flux au niveau du projet.

I.3.2 Exemple 01 : Centre de Recherche en Biomédecine-Strasbourg, France



⁶ www.ulaval.ca

Figure 9 : centre de recherche en biomédecine. Source : inserm.fr

Projet:	Centre de Recherche en Biomédecine
Architectes:	Groupe-6 + DeA
Lieu:	Strasbourg, France
Structure :	CTE Ingénierie CVC WSP
Date de réalisation :	2013
Surface:	13.866 m ²
Gabarit:	R+6

B. Présentation du projet :

C'est un centre de recherche travail sur la recherche transversale en biomédecine afin de favoriser les échanges entre la formation et la recherche en créant un pôle d'attractivité sur le campus Médecine-Hôpital.

C. Situation :

Le centre situe à la Rue Humann, à Strasbourg, dans un site des équipements publics, il contient aussi un hôpital public. Ce site est à coté de rive ce qui influe le microclimat local.

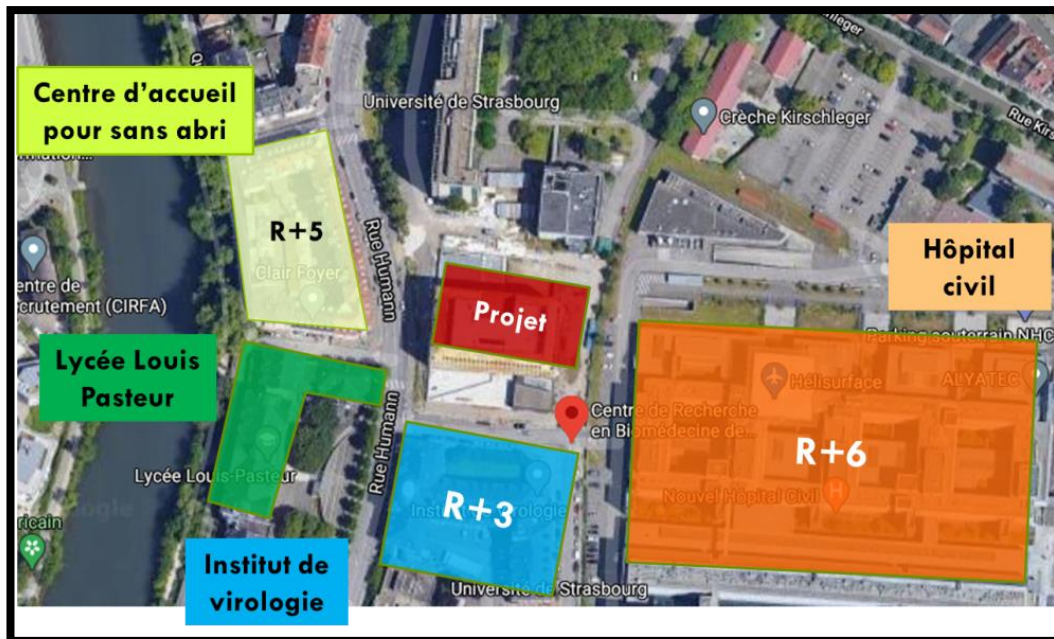


Figure 10: La situation du centre de biomédecine- Strasbourg. Source : Google earth.

D. Accessibilité :

Le projet est accessible à travers la Rue Humann, qui passe en parallèle de la rivière.









Figure 12 : Vue aeriene sur le centre. Source: Google Earth.



Figure 11 : L'accessibilité au centre. Source : Google Earth.

E. Plan de masse :

-  Accès principal
-  Accès secondaire (vers la terrasse de niv 0)
-  Espace vert (partie de la terrasse du niveau 0)
-  Espace bâti en étage
-  Parking
-  Terrasse sur le sous-sol

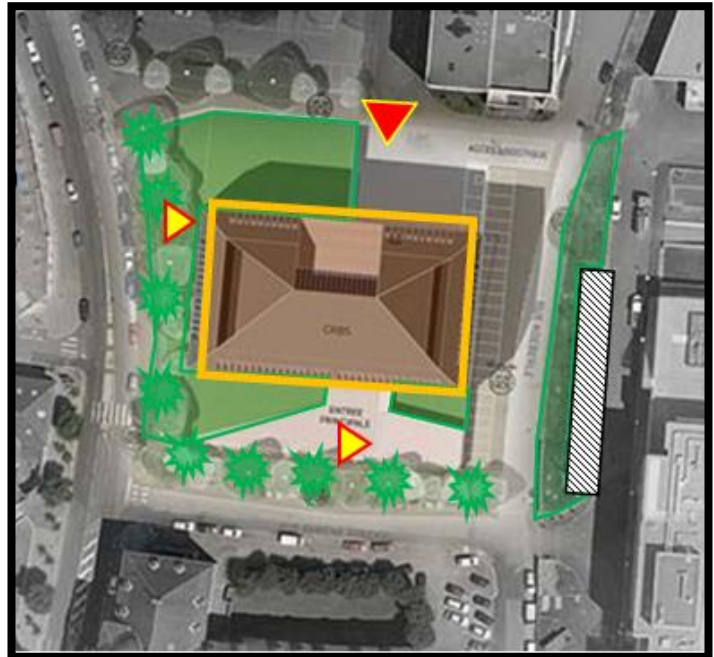


Figure 13: Vue en plan du centre de biomédecine. Source: Google Earth.

- Le projet occupe la majorité du terrain par son niveau 0, et le bâtiment des autres niveaux occupe le milieu entouré par une terrasse verte sur niveau 0. Le parking est positionné à la limite est du projet. Ce centre possède un accès principal au niveau de la façade nord et deux accès au niveau des façades ouest et sud. L'aménagement extérieur est sous forme des terrasses vertes sur le niveau 0 et une rangée des arbres sur la façade ouest et sud.

F. Volume :

Le nouveau Centre de Recherche en Biomédecine de Strasbourg (CRBS) s'inspire de la silhouette des îlots voisins du XIX^{ème} siècle et de la Petite France. Il émerge comme un repère au sein du campus de médecine en pleine mutation, en ménageant un parvis valorisant le statut du nouvel équipement scientifique. (*Communication-Groupe6., 2020*)

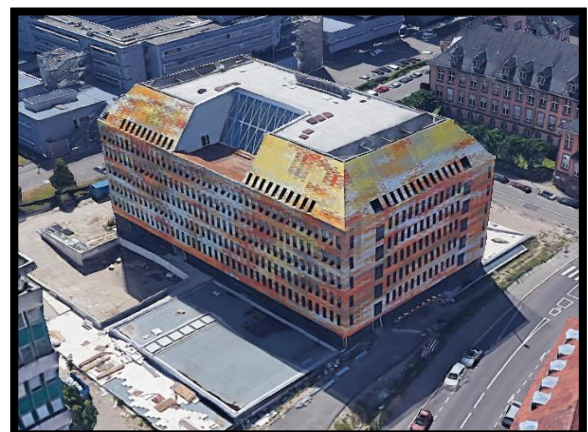


Figure 14 : Vue sur le centre de recherche en biomédecine. Source : pss-archi.eu

Le projet est un volume parallélépipède monobloc compacte en 7 niveaux avec un atrium central orienté nord.

G. Organisation intérieure :

Le centre traite quatre axes thématiques :
Biomatériaux, infection et inflammation,
neurosciences, la génétique médicale.

Ils sont distribués sur huit niveaux.

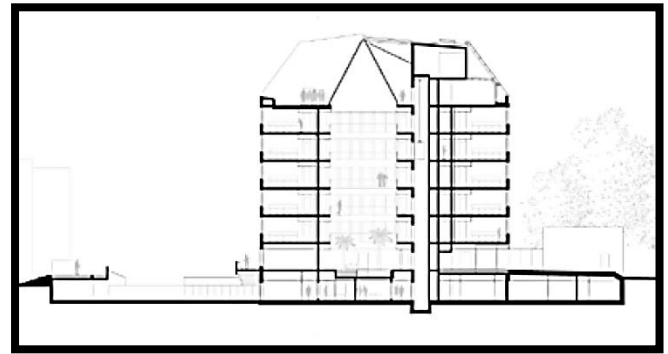


Figure 15 : Coupe longitudinale sur le centre. Source: groupe-6.com

- **Entre sol ;** Le socle partiellement enterré du bâtiment abrite une animalerie et des locaux techniques (colonnes techniques structurantes qui traversent l'ensemble des niveaux de laboratoires).
- **Le Rez-de-chaussée** est le niveau d'accueil du public, s'ouvrant de plain-pied sur la rue. Il comporte une salle de conférence, en interface tournée vers l'extérieur, l'imagerie et la consultation médicale.
- **Niveau courant (07):** les bureaux et les laboratoires.
- **Dans les cinq niveaux hauts** dédiés à la recherche, les bureaux et laboratoires du CRBS : organisés en modules réguliers, ils offrent une grande flexibilité d'usage.

Les espaces et les laboratoires sont organisées autour d'un noyau central contient un atrium, et les espaces communs (les cages d'escaliers et les ascenseurs) (espace servant).

La circulation entre les espaces se fait à travers des couloirs droits.

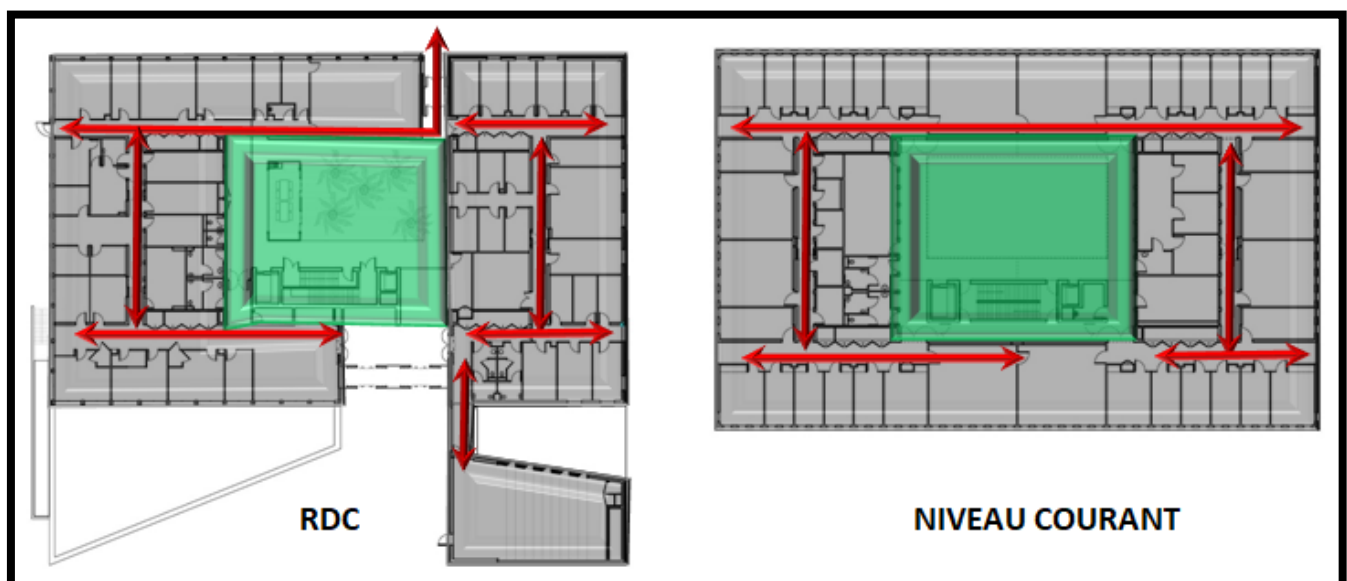
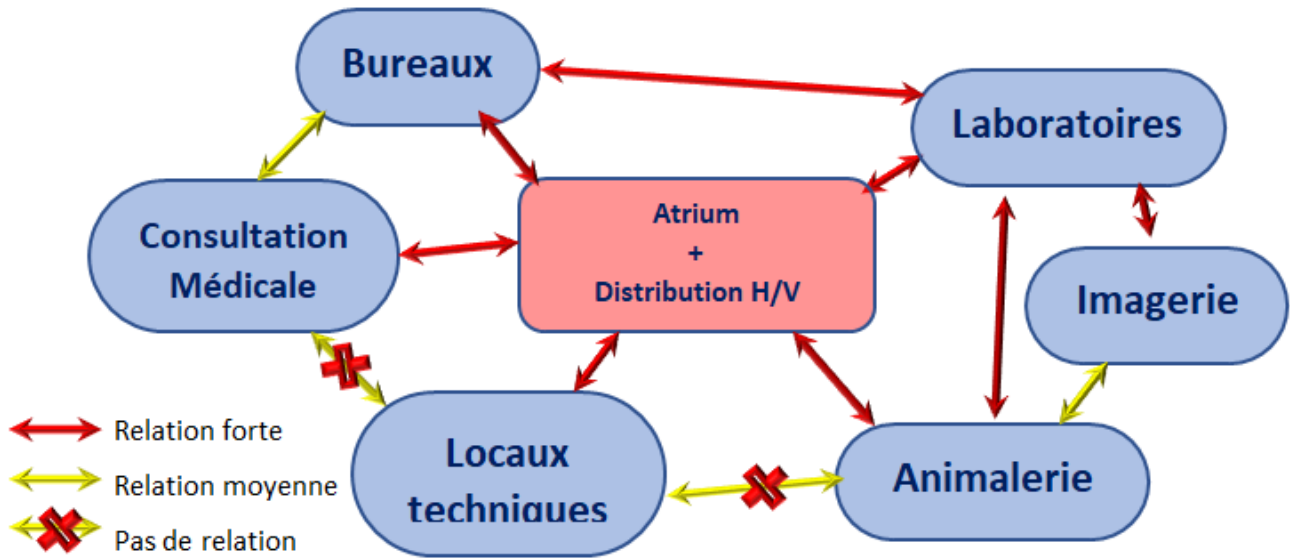


Figure 16 : plans du rez-de-chaussée et le niveau courant.



- Tous les espaces intérieurs sont traités avec des couleurs claires qui reflètent la propreté et la clarté en plus pour améliorer l'éclairage intérieur.

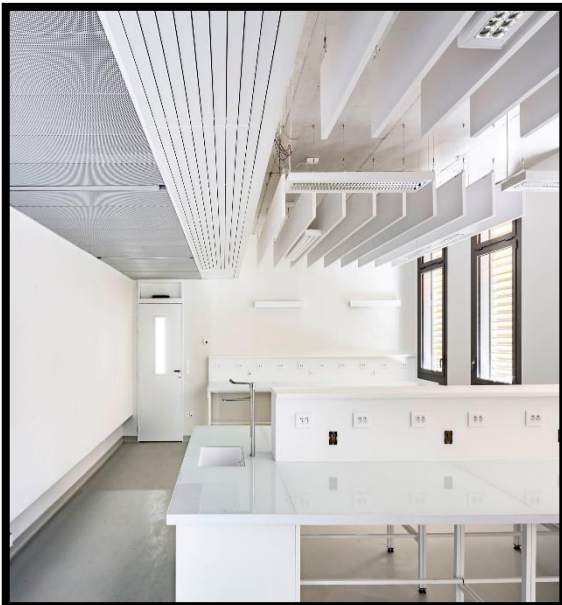


Figure 17 : Vue de l'intérieur du laboratoire.
Source:

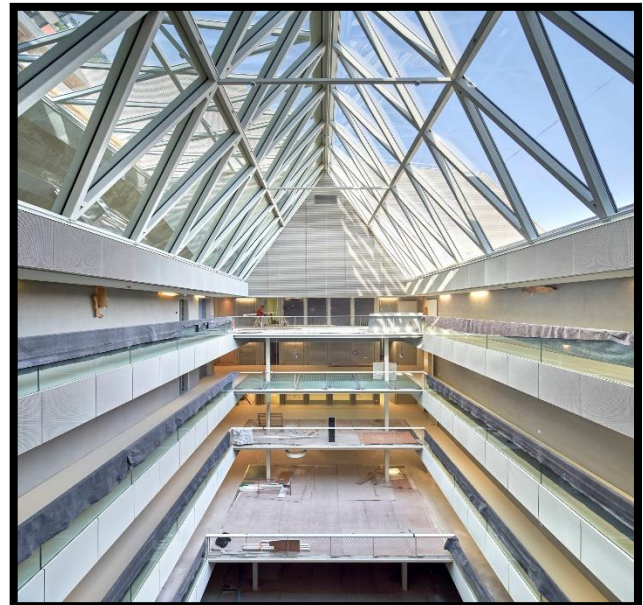


Figure 18: Vue sur atrium. Source: Groupe-6

- L'atrium central, forme le cœur du projet : il constitue l'espace des rencontres informelles, un lieu de partage des idées, et condense la vie du laboratoire.



Figure 19 : Vue de l'intérieur du laboratoire.

H. Façades :

Les façades sont habillées d'une vêtue unique, constituée de stores en aluminium toutes identiques dans leur profil et leur format de couleurs différentes. utilisées soit de manière fixe, telle une vêtue, soit de façon mobile, en stores orientables (brise-soleil orientables), détournés pour être positionnés en bardage fixe. Une fois les stores fermés, il est totalement reconstitué et constituant une enveloppe homogène.



Figure 20: La façade du centre. Source: Groupe-6

I. Matériaux et structure :

Le projet est construit avec une structure en béton armé avec des lames en aluminium identiques dans leur profil et leur format (fixes et mobiles).



Figure 21: la structure du centre. Source : unistra.fr

J. Techniques environnementales :

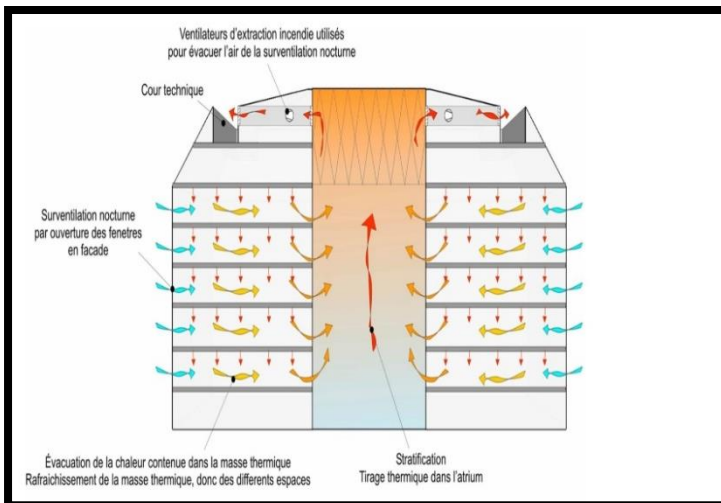


Figure 22: Coupe sur l'atrium du centre de recherche en biomédecine. Source: transsolar.com



Figure 23: l'espace de distribution du centre. Source: drlw.fr

- L'atrium sert de cheminée naturelle assurant la sur-ventilation nocturne des espaces de bureaux et de laboratoires (ventilation naturelle passive). Sa verrière en toiture ménage une ouverture vers le ciel. Sa toiture est équipée par un système photovoltaïque

I.3.3 Exemple 02 : IHU Méditerranée Infection-Marseille; France



Figure 24 : IHU méditerranée infection. Source : usinenouvelle.com

A. Fiche technique :

Projet:	IHU Méditerranée Infection
Architectes:	AIA LIFE DESIGNERS
Lieu:	Marseille; France
Date de réalisation :	2016
Surface:	27 000 m ²
Coût:	1 850 €/m ²

B. Présentation du projet :

La Fondation IHU Méditerranée Infection a pour objectif de condenser les moyens de lutte contre les maladies infectieuses, première cause de mortalité dans le monde.

C. Situation :

- Le centre se situe à Boulevard Jean Moulin, Marseille dans un milieu urbain à côté d'un hôpital et une faculté des sciences médicales.
- La présence de la végétation autour du projet contribue à la minimisation des nuisances de la voie mécanique.

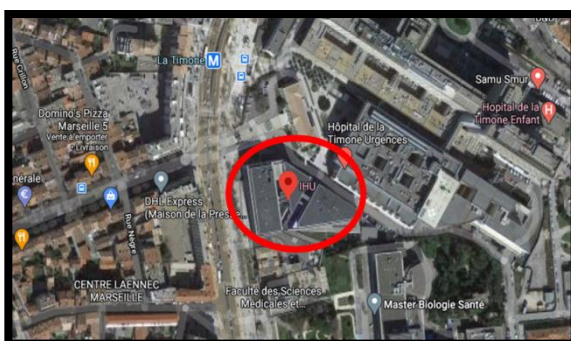


Figure 26: La situation de l'IHU. Source: Google Earth.

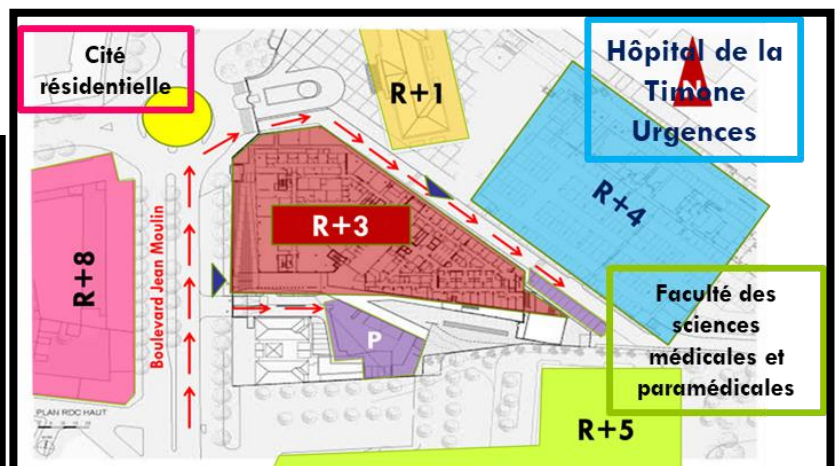


Figure 25: La situation de l'IHU. Source : livret de Lihue

Le projet se trouve à l'intersection de 2 voies mécaniques (Un Nœud majeur) ce qui lui permet une accessibilité facile

La présence de deux aires de stationnement des deux côtés du projet.

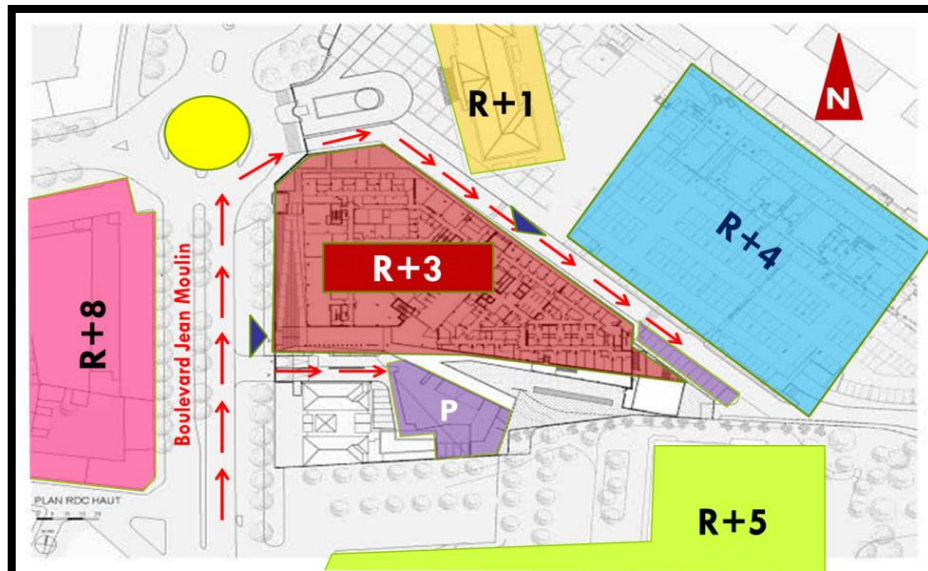


Figure 27: Plan de masse. Source: Livret de l'IHU

E. Plan de masse :

- ❖ La masse bâtie du projet occupe la majorité de la parcelle alignée avec les voies mécaniques qui y passent.
- ❖ Le projet possède deux accès sur les deux façades principales l'un mécanique et l'autre piéton.

F. Volume :

- ❖ L'ensemble des blocs prend la forme trapézoïdale de la parcelle divisée en 03 parties par des passages piétons qui permettent la circulation entre les entités.
- ❖ Une partie de la façade sud est soulevée sur pilotis pour permettre l'accès au sous-sol ce qui lui favorise une certaine légèreté.

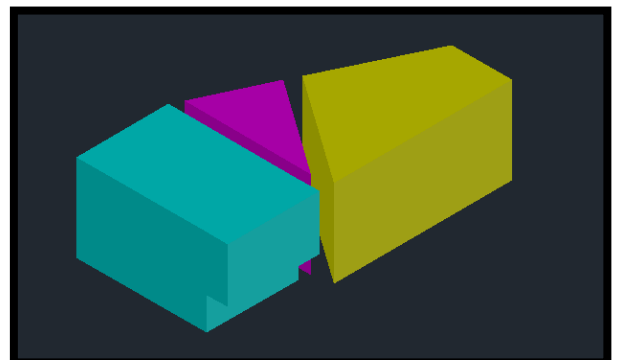
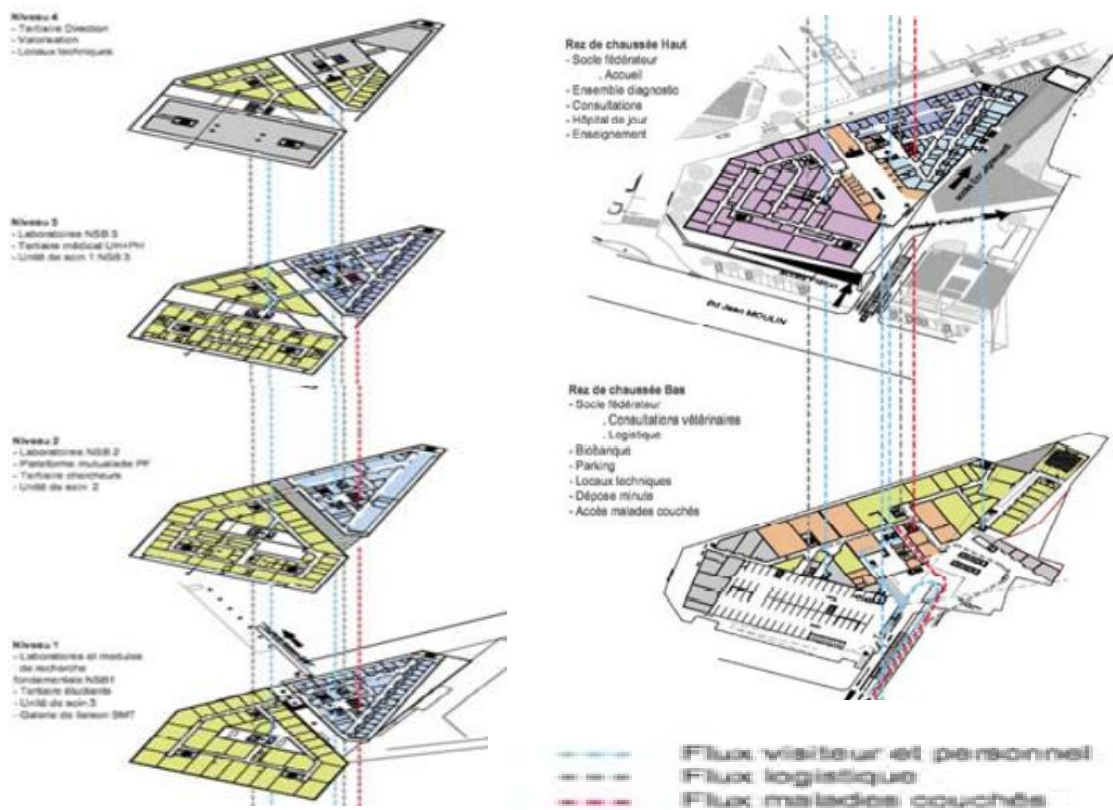


Figure 28: La volumétrie. Source : Auteur.

G. Organisation intérieure :

Le centre sert au : diagnostic, le soin, la recherche, la surveillance et l'information sur les maladies infectieuses.

- **Nv -1; Nv-2:** parking personnel
- **RDC bas :** socle fédérateur, bio banque, parking, locaux techniques.
- **RDC :** Accueil, consultations, enseignement.
- **R+1:** laboratoires et modules de recherches, galerie de liaison.



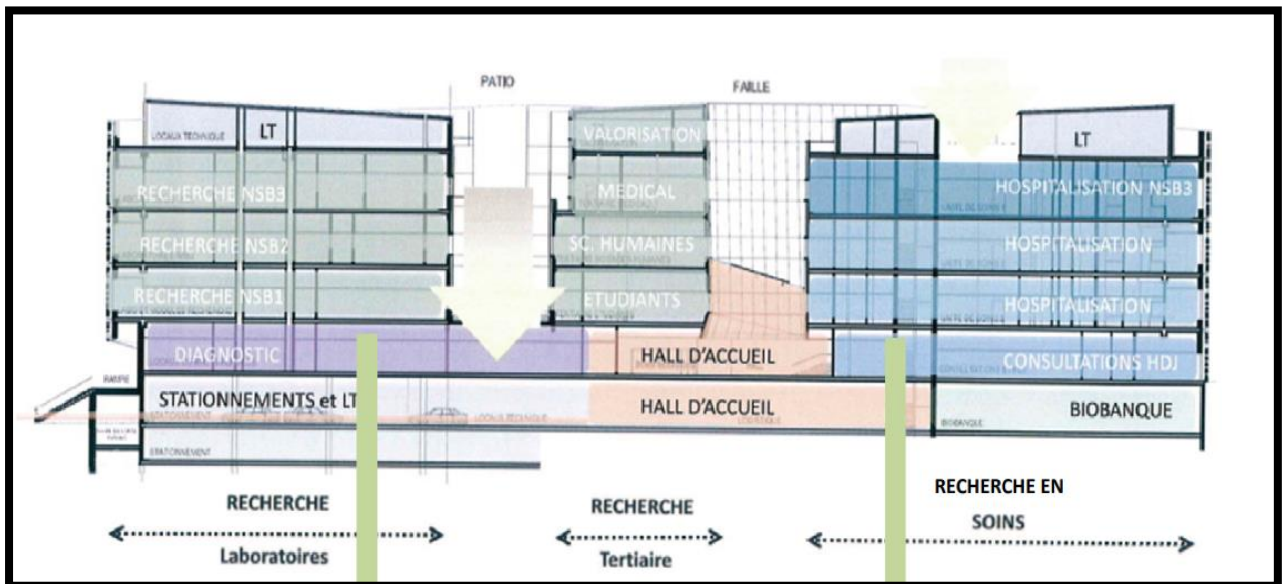
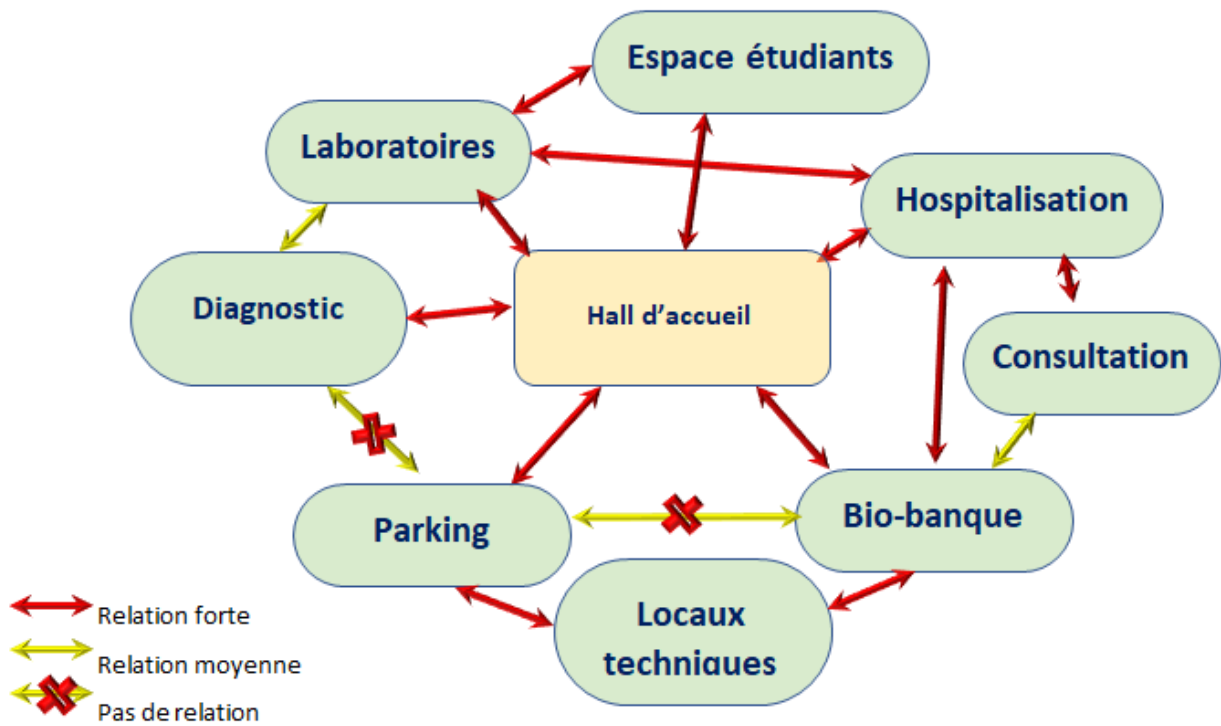


Figure 29 : Coupe longitudinale de l'IHU. Source: livret de l'IHU

I.3.4 Exemple 03 : Centre de recherche SAHMRI

A. Fiche technique :

Projet:	Centre de recherche SAHMRI
Architectes:	Woods Bagot
Lieu:	Australie.
Date de réalisation :	2014
Surface:	25 000 m ²
Capacité :	675 chercheurs
Gabarit :	R+5



Figure 30 : Le centre de recherche SAHMRI.
Source: accesshardware.com

B. Présentation du projet :

Le centre de recherche Sahnri s'opèrent des recherches qui vont de la prévention à la médecine personnalisée et à la rééducation, elles portent sur la santé mentale et la santé physique.

C. Situation :

South Australian Health and Medical Research Institute se situe dans le north Terrace, Adelaide City Centre, à côté du nouvel hôpital Royal Adelaide à Australie.

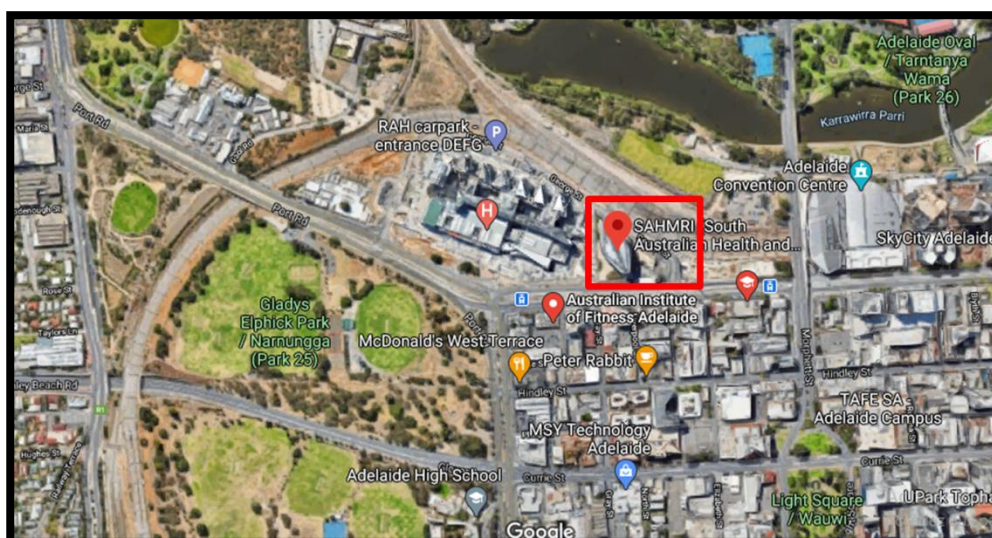


Figure 31: La situation du centre SAHMRI. Source: Google Earth.

D. Accessibilité :

Le projet est accessible à partir de la voie ferrée (George St) et la voie mécanique North Terrace.

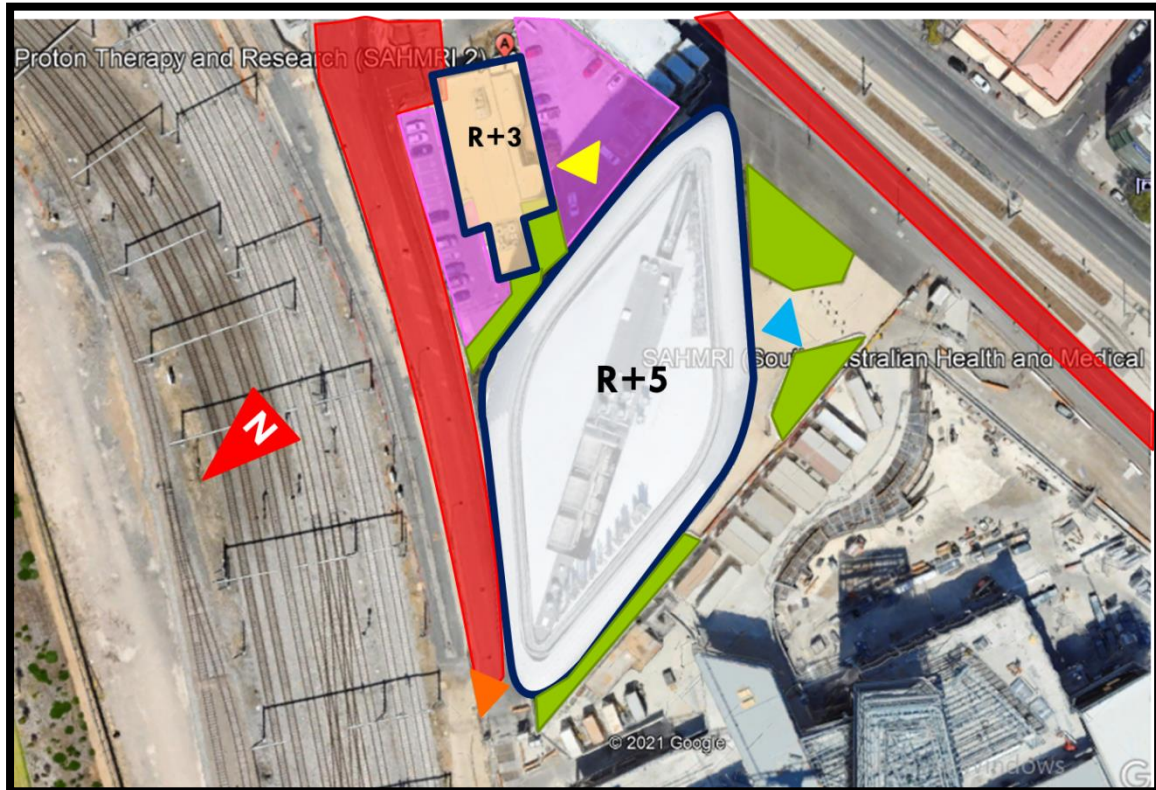


Figure 32 : L'accessibilité au projet. Source: Google Earth.

E. Plan de masse :

- Le projet s'élève sur R+5 en libérant la partie inférieure du sol pour garantir une continuité fonctionnelle et spatiale du projet avec son environnement.
- Deux accès sont placés du côté est et ouest à fin d'assurer une fluidité autour du projet.
- Les aires de stationnement sont réparties sur les façades NO et SE selon les flux des usagers : Parking réduit grâce aux excellentes liaisons avec les transports en commun et à proximité.



Figure 33 : Plan de masse. Source: Google Earth.

F. Volume :

Le projet se développe sous une forme d'un monobloc. Une grande partie du volume est soulevée du sol à l'aide d'un élément central qui assure sa stabilité.

Ce même volume s'organise autour de deux atriums qui participeront à l'aération de la masse bâtie.

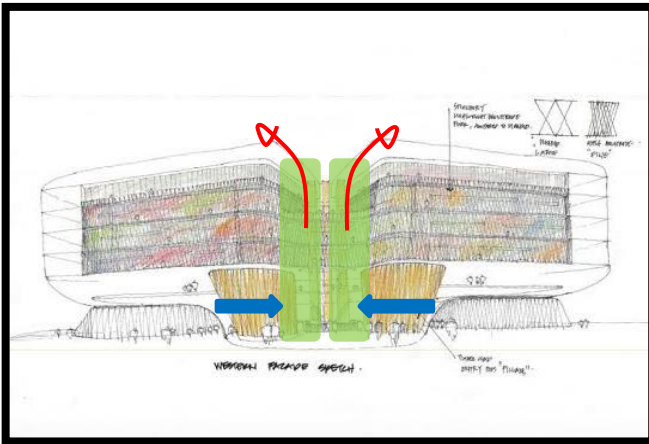


Figure 34 : Coupe verticale. Source : archdaily.com

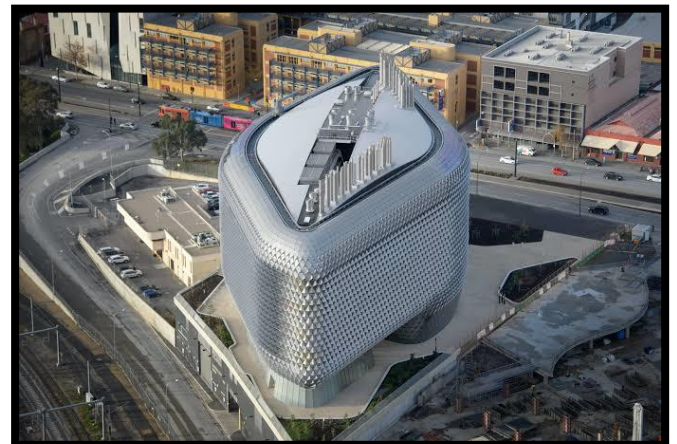


Figure 35 : la volumétrie du centre Sahnri. Source : archdaily.com

- La forme sculpturale du centre SAHMRI se caractérise par une façade transparente frappante qui unifie le plan organique en forme de losange tout en présentant les deux atriums à l'intérieur du bâtiment.
- Utilisation du principe de la Peau vivante dans le traitement des façades : Inspirée de la peau d'une pomme de pin, la façade triangulaire unique répond à son environnement comme un organisme vivant. Elle agit comme un pare-soleil articulé qui traite de la lumière du soleil, de la charge thermique, de l'éblouissement et du vent, tout en préservant la vue et la lumière du jour.

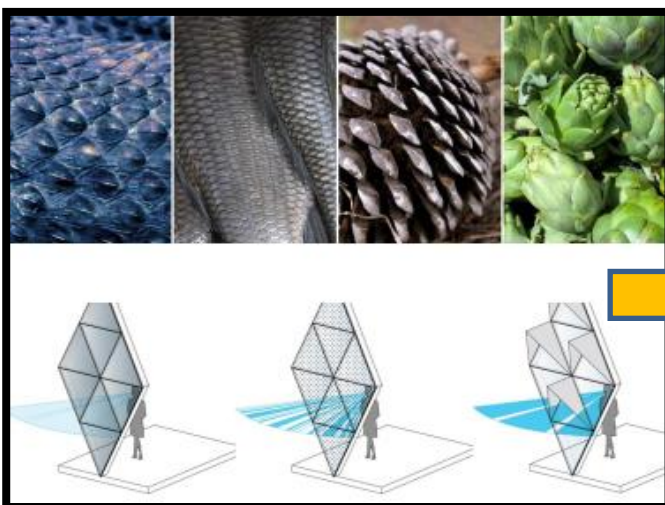


Figure 36 : l'idée du projet. Source : sahmriresearch.com

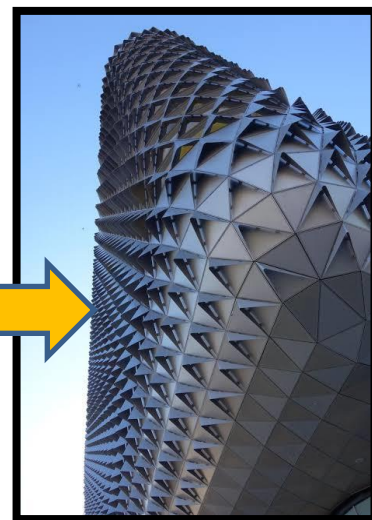


Figure 37 : l'enveloppe extérieure du projet. Source : sahmriresearch.com

I. Organisation intérieure :

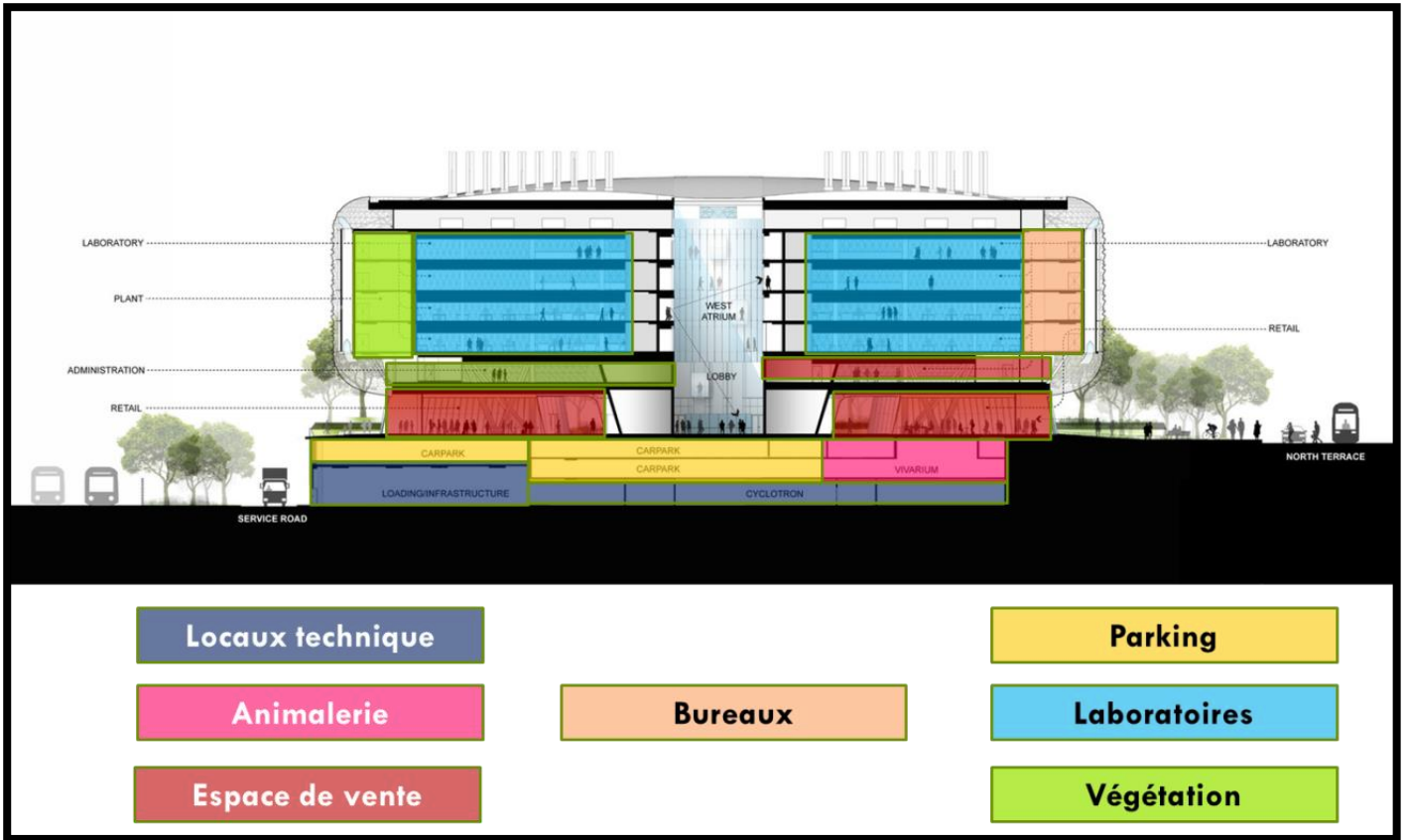
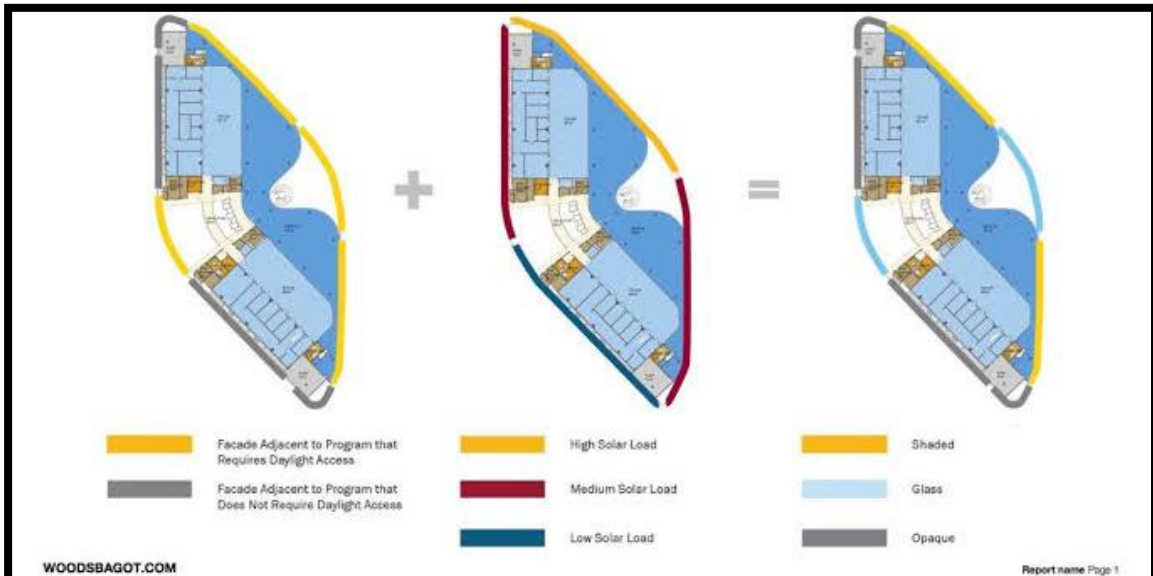


Figure 38 : Coupe du projet. Source : archdaily.com

Besoins de lumière du jour Charge solaire Contrôle environnemental



WOODSBAGOT.COM

Report name Page 1

Figure 39 : Le contrôle environnemental selon les besoins en éclairage et les rayons solaires.

Source : The Sahnri Performance driven.

I.3.5 Synthèse générale :

a) Situation :

- Ce type de projet doit être situé dans des zones dégagées à la limite de l'agglomération, comme il peut être situé à proximité des infrastructures universitaires ou de santé.

b) Limitation de site:

- Par clôture tout autour du projet à fin d'assurer la sécurité au projet.

c) Accessibilité:

- Un recul par rapport à la voie communale. Pour assurer la sécurité des usagers.
- Le choix de l'accès principal sur la voie d'évitement (venant du nœud; à l'intersection des flux mécaniques: voie communale; la voie venante de l'université) pour lui assurer une bonne visibilité: l'articulation avec le réseau routier.
- le projet doit être relié avec des voies principales pour faciliter l'accessibilité.

d) Plan de masse :

- La variété des accès pour séparer les différents flux.
- Le choix de la masse bâtie au milieu des espaces extérieurs afin de créer une zone d'accueil et de servitude dans la partie frontale et une zone postérieure pour les services.
- la circulation mécanique sera limitée vers des zones de stationnement, qui sont regroupées selon le type d'utilisateur, les invités des séminaires et des spectacles stationnent à l'extérieure
- Bâties non bâties, par rapport aux rapports exigés par le programme, et les exigences de l'architecture durable.

e) Espace non bâti :

- Espace vert équipé par des fontaines, jet d'eau et des pergolas (la maison entourée par le jardin).C'est un espace :
- De détente
- Une extension du restaurant et cafétéria,
- Espace de contact informel et d'évacuation de la salle de conférence.
- Pour la perception et la continuité visuelle intérieur/extérieur (effet psychique)
- Espace de rafraîchissement et d'ombre, minimiser l'albédo et un filtre contre les vents de sable (effet climatique/ micro climat)

- Les parkings sont couverts par des pergolas avec un système photovoltaïque intégré

f) Espace bâti :

- Une forme monobloc composée pour:
- Minimiser l'exposition aux conditions climatiques extérieures et les déperditions thermiques (inspiré du tissu compact des ksours comme solution d'intégration environnementale).
- Pour minimiser l'exposition aux conditions climatiques surtout l'ensoleillement intense et les vents.
- Une composition formelle et des décrochements de volume pour créer l'ombre et se protéger des vents indésirables.
- Une orientation nord/ sud de la masse et protéger la partie ouest par des pergolas, végétation ou avec la masse destinée aux services ou à la salle de conférence.
- Une clarté fonctionnelle permet aux usagers de comprendre facilement la distribution interne des espaces.
- Les fonctions sont hiérarchisées et les laboratoires sont isolés selon leurs spécialités par des accès contrôlés.
- placer Les annexes et les espaces de tri et de traitement des déchets dans des zones éloignées.
- L'assurance de la transparence des espaces publiques par des baies vitrées, qui servira de continuité entre l'espace extérieur et l'espace intérieur.
- L'utilisation des patios et atriiums pour l'aération et l'éclairage naturel indirect
- La distribution par une circulation horizontale linéaire pour minimiser les contacts et l'accessibilité directe.
- Les espaces de circulation doivent être équipés des portes à deux vantaux s'ouvrent dans les deux sens (entre les différents services et les laboratoires).
- Utilisation des matériaux de grande inertie et l'utilisation des matériaux locaux.

Chapitre II :

Etude

contextuelle

Chapitre II : Etude contextuelle

Introduction :

La nature du projet a un lien direct avec sa localisation, Il faut donc choisir le meilleur endroit possible pour l'installer, Cette approche consiste à collecter les différentes données climatiques de la ville ou laquelle nous projetons notre projet, la collection des celle-ci nous permet de choisir les stratégies énergétiques a adaptées suivants les caractéristiques et les particularités du climat.

La bonne intégration du projet au site est le fruit d'une bonne maitrise des différentes caractéristiques : bâtiments avoisinants, la topographie, les végétations, les routes qui passent à proximité... etc.

II.1 Présentation de la ville de Laghouat :

II.1.1. SITUATION DE LAGHOUAT :

a) Sur le plan géographique:

La ville de Laghouat est située au piémont de l'Atlas saharien du côté nord, elle s'étend sur le plateau saharien du côté sud, elle est d'une superficie de 400km².

Cette agglomération de nature mixte entre les hautes et les basses terres, constitue une liaison et une zone tampon entre le nord et le sud du pays.

Laghouat était une oasis convoitée qui s'étendait sur près de 3 Km.

Située à proximité de l'Oued M'Zi, l'Oued M'Saad et la seguia, qui antérieurement la traversait de part en part après s'être détaché de l'Oued M'Zi.

b) Sur le plan astronomique:

Elle est définie par les coordonnées astronomiques suivant : 33 ° 45' N de latitude et 2° 49' E de longitude.

Laghouat est placée entre 830m d'altitude à l'ouest et 790 m d'altitude au nord séparée par une profonde échancrure.

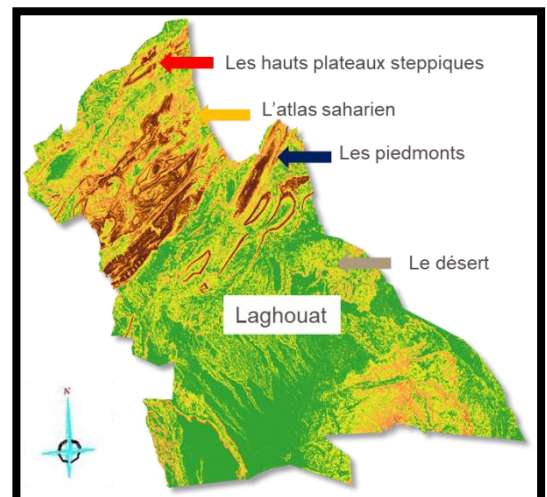


Figure 1 : La situation géographique de Laghouat. Source : santemaghreb.com

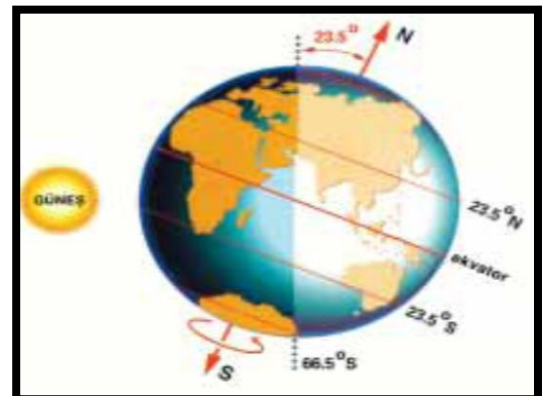


Figure 2 : situation astronomique de Laghouat. Source : fayllar.org

c) Sur le plan administratif :

La wilaya de LAGHOUAT est une subdivision administrative algérienne ayant pour chef-lieu la ville du même nom.

La wilaya est limitée par :

- La wilaya de **TIARET** au nord.
- La wilaya d'El-Bayad à l'ouest
- La wilaya de **GHARDAÏA** au sud.
- La wilaya de **DJELFA** à l'est

d) Sur le plan naturel :

- Laghouat est le lieu où les monts de l'ATLAS SAHARIEN et le Sahara conjuguent leur beauté et leur charme étranges.
- Au nord, les derniers contreforts de l'atlas Saharien avec leur fraîcheur et leur verdure, Laghouat porte orgueilleusement la qualification de « LA PORTE DE DÉSERT ».

II.1.2. L'accessibilité de Laghouat:

- a) **Potentialité terrestre:** La wilaya de Laghouat est desservie par les routes nationales Suivantes:
 - la route nationale n°1 (Alger-Laghouat-Ghardaïa).
 - la route nationale n°23 (Tiaret, Aflou, Laghouat).
 - la route nationale n°47 (Aflou-bayadh)
- b) **L'accessibilité par air :** Il y a un aéroport à 14 KM de la ville de Laghouat.
- c) **L'accessibilité par train:** Chemin de fer nord-sud en cour de réalisation.

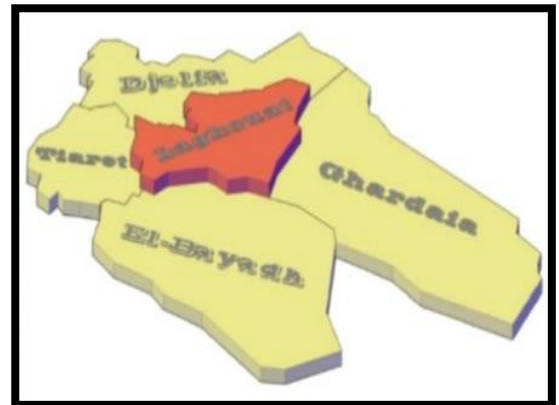


Figure 3 : La situation administrative de Laghouat. Source : Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière



Figure 4 : Paysage de Laghouat. Source : G.TOURISME



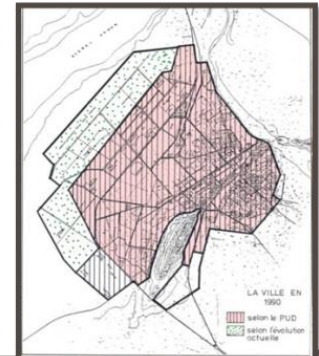
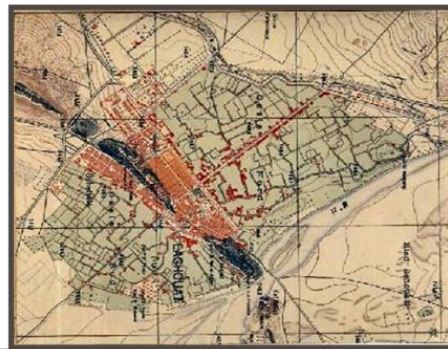
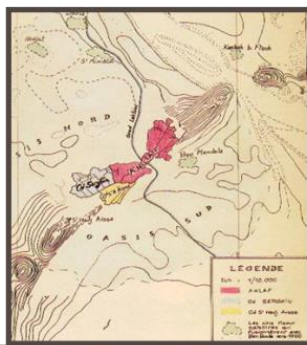
Figure 5 : Paysage de Laghouat 2. Source : G.TOURISME



Figure 6 : Carte de la ville de Laghouat. Source : Google Maps.

II.1.3.L'historique DE LAGHOUAT :

L'origine de la présence humaine à l'emplacement de Laghouat remonte à la nuit des temps, tous ceux qui se sont penchés sur ce sujet sont d'accord. Un oued arrosant des terres fertiles au milieu d'une zone aride, des collines faciles à défendre, un des passages obligés pour les caravanes qui vont de l'Afrique noire à la Méditerranée.



Phase précoloniale

1852

Phase coloniale

1962

Phase postcoloniale

- ❖ *La ville est isolée sur une chaîne rocheuse*
- ❖ *deux oasis l'une au nord l'autre au sud*
- ❖ *commandée par deux portes qui délimitent les deux axes de circulation*
- ❖ *constituée par deux grands quartiers qui se développent sur deux collines.*

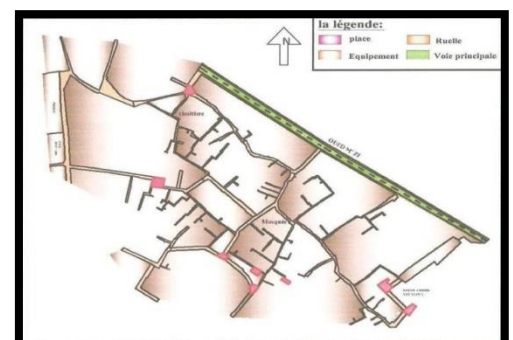
- ❖ *La ville a connue une grande transformation des artères*
- ❖ *Utilisation des grandes voies d'accès*
- ❖ *la structure du noyau s'aligne parallèlement à l'axe (N-E /S-O).*

- ❖ *l'occupation progressive des deux palmeraies*
- ❖ *le traçage de la voie de contournement (RN1)*
- ❖ *l'édification des nouveaux quartiers se réalise rapidement*

II.1.4.Le style architectural avec aspects environnementaux :

De plus le **tissu compact** qui comprend des rues sinueuses et profondes apparaît comme étant la solution adaptée pour se procurer de l'ombre et éviter les radiations solaires intenses ainsi que les vents indésirables.

Figure 7 : schéma d'un tissu urbain compacte. Source : calaméo.org



- le système de voirie est un composé des **ruelles** et d'**une impasse** des rues reliant deux places, les exigences, sociales et climatiques des habitants.
- Les quartiers sont bâtis sur un plan simple qui consiste à diminuer l'espace au profit de l'ombre....
- Une porte (souvent en chicane), percée dans les remparts, ouvre dans une rue centrale (darb) sur laquelle prennent des rues secondaires et enfin des petites venelles (zqāq) qui finissent en impasse menant aux différentes habitations.
- Ce sont de longs corridors recouverts avec, de temps en temps, des parties dégagées qui laissent filtrer la lumière du jour qui permet de s'orienter. Elles aboutissent à des portes donnant sur une chicane, sqîfa, précédant le patio
- **ORDONNEMENT DES FACADES**
 - Les façades aveugles (introverti).
 - Soubassements : des murs en pierre avec des entrées en chicane.
 - Corps : les murs en Toubes revêtu par la chaux, avec des petites ouvertures, ainsi que la présentation des Sabats (passage couvert).
 - Terrasses : traitement particulier par les Claustas.
 - Façade fermée qui suit le tracé de la rue
- ❖ l'habitation est en tûb avec une structure en murs porteurs, assez épais. La poutraison est faite de troncs de palmiers (khashba) et les plafonds sont constitués par un clayonnage de palmes (jrîd).

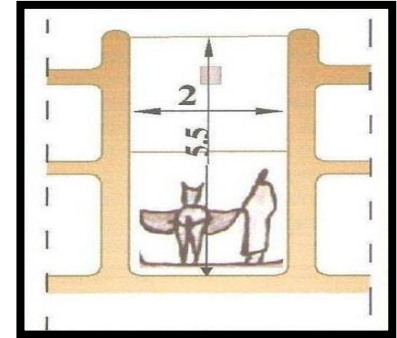


Figure 8 : Coupe sur une ruelle. Source : investigation sur l'intégration climatique dans la maison traditionnelle du ksar d'Ouargla



Figure 9 : Corridor. Source : pierreseche.com

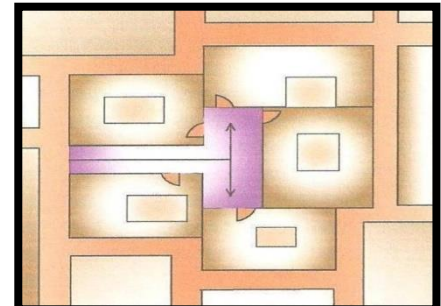


Figure 10 : une impasse. Source : Forme architecturale et confort hygrothermique dans les bâtiments



Figure 11: Façade du tissu traditionnel. Source : Auteur.

II.1.5. Climatologie :

Par sa situation stratégique Laghouat est un point convergent des régions des montagnes, des plateaux et des déserts. Son climat est distingué par l'aridité, un hiver froid et un été Chaud. Dans le plan des zones climatiques, Laghouat se trouve dans la zone(D) caractérisée par les données citées dans le tableau ci-dessous.

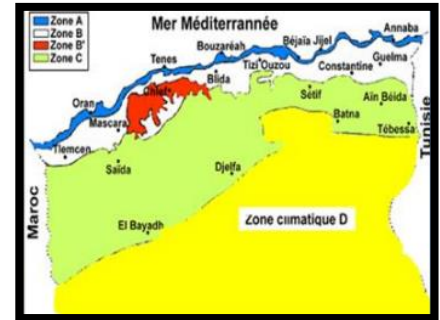


Figure 12 : Les zones climatiques en Algérie. Source : <https://docplayer.fr/35295322->

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

a) Le climat lumineux de Laghouat :

❖ **Type de ciel :**

La ville de Laghouat se caractérise par un éclairage lumineux horizontal moyen égal à 42 kilo lux et la dominance du ciel clair (la troisième zone).

Le type de ciel : La zone se caractérise Le soleil dominant à un impact majeur sur les aspects thermiques, énergétiques et lumineux.

❖ **Insolation :**

Les fortes valeurs d'insolation sont observées pendant la saison sèche avec un maximum de (406 heures) au mois d'août, tandis que durant la saison pluvieuse, l'insolation atteint un minimum de 194 heures en novembre.

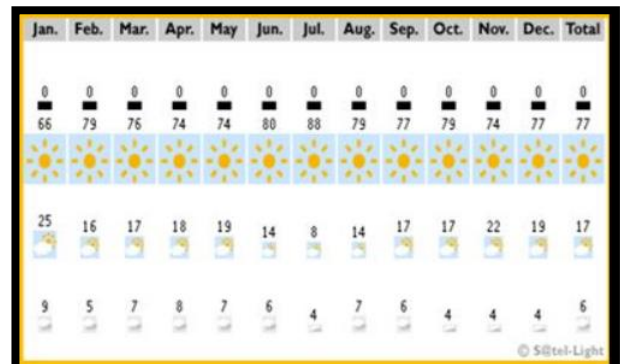


Figure 13 : valeurs annuelles du dégagement du ciel à Laghouat. Source : Meteoblue

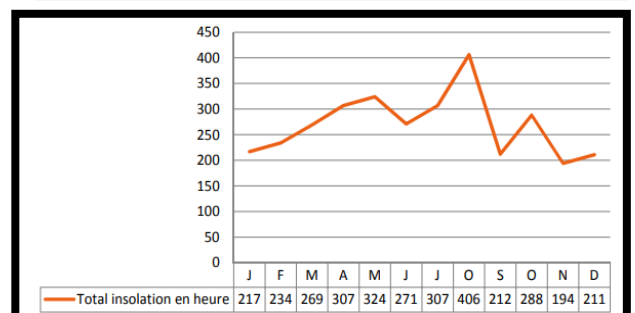


Figure 14 : les valeurs annuelles d'insolation. Source: Meteoblue.

b) Le digramme solaire :

- 21 Juin : *Azimut : 63° * Latitude : 80°
- 21 décembre *Azimut : 117° *Latitude : 33
- 21 Mars *Azimut : 90° *Latitude : 56°

c) La température :

- a. **La zone de climatisation :** Moi du mai, juin, juillet, aout et septembre Avec une température maximale qui peut atteindre jusqu'à 39°C et une température Minimale peut égale 21°C. (été chaud et sec).
- b. La zone de chauffage : Moi du décembre, janvier et février ou la température égale à 15°C et peut descendre jusqu'à 2°dans certain jour de janvier (hiver rigoureux).
- c. La zone de confort : Moi d'octobre, novembre, mars et avril ou la température extérieure est proche de la température de confort 18°C et 25°C.

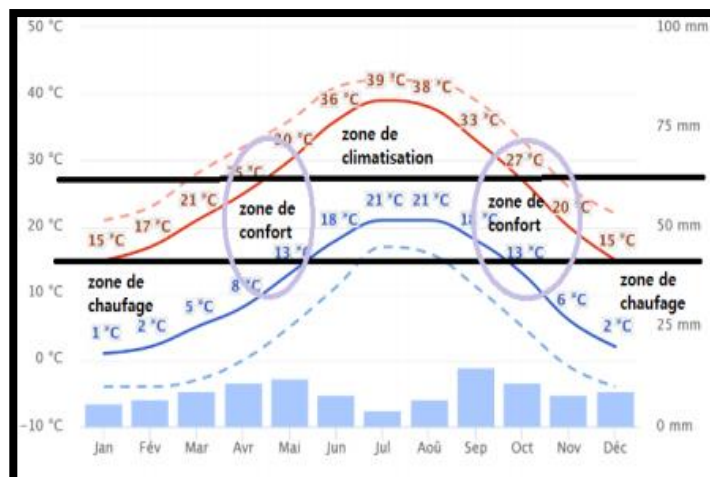


Figure 15 : schéma montrant la température annuelle de Laghouat .
Source : Meteoblue

d) Les vents :

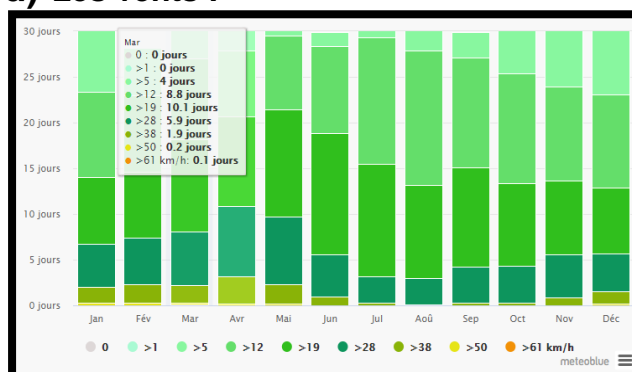


Figure 17 : graphe montrant les valeurs annuelles des vents à Laghouat. Source: Météoblue

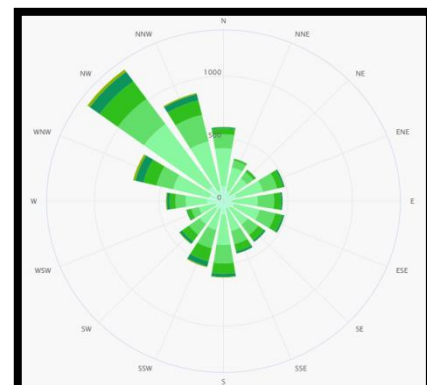


Figure 16 : La rose des vents à Laghouat. Source : Météoblue.

- ❖ Les vents dominants à Laghouat soufflent de Nord-ouest. Il y a très peu de vent d'orientation nord-est et presque nul au sud-est.
- Le siroco souffle 65-70 jours par an à partir du mois de mai, il est fréquent du côté nord et ouest, Le chehili venant du sud, souvent violent et sa vitesse varie de 15 à 30M/S, et de direction sud-ouest fréquence 687heures/mois.
- La vitesse des vents est de : fréquence : 150jours /vitesse : 50 km/h

e) Précipitations :

- les précipitations sont faibles et irrégulières (Précipitation annuelle : 124.2mm/an).

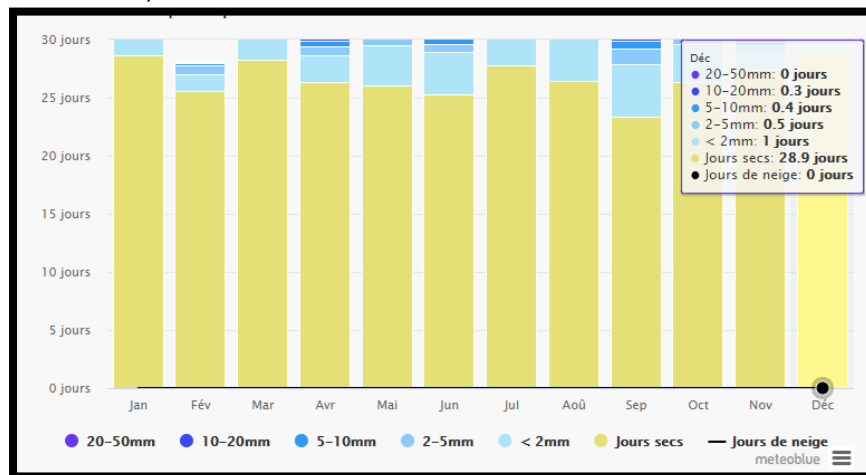


Figure 18 : Les valeurs annuelles de la précipitation à Laghouat. Source : Météoblue.

f) Diagramme de Givoni avec les stratégies applicables à la ville de Laghouat :

Le diagramme psychrométrique de Givoni montre les besoins du confort thermique, pour rattraper les Conditions de confort.

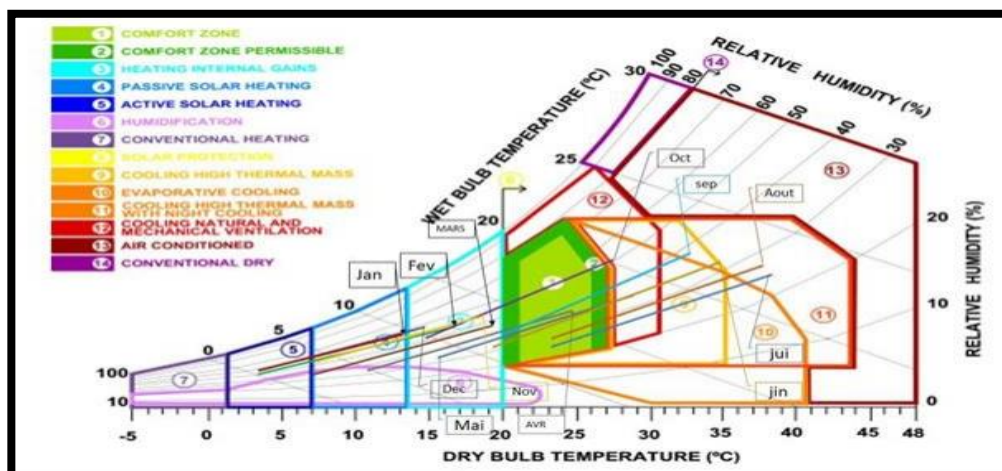


Figure 19: Diagramme de Givoni. Source: Mémoire M2 Mahi Raja

- les mois avril et d'octobre et la moitié de mois mai sont dans la zone du confort.
- les mois Janvier février novembre la moitié de mars sont besoin de chauffage solaire passive et gains internes de chauffage
- les mois de juin juillet août septembre ont besoin de refroidissement avec ventilation naturelle ou mécanique et refroidissement nocturne (matériaux à grand inertie thermique) et refroidissement par évaporation (végétation, point d'eau).

g) Synthèse Climatique :

A partir de l'analyse climatique effectuée, il s'avère essentiel de prendre en considération le climat lors du processus de conception ceci dit que la variété des climats dans le site implique obligatoirement une diversité architecturale. La région de Laghouat se caractérise par un climat aride avec une saison Hivernale rigoureuse et une saison estivale chaude, sèche et assez longue. La conception d'un centre de recherche dans ces zones doit répondre aux exigences de confort d'été et d'hiver. Pour assurer ce confort à faible consommation d'énergie on peut exploiter les caractéristiques climatiques de cette région. On doit adapter:

- **Une forme compacte**
- **Une enveloppe isolée, de forte inertie afin de minimiser les pertes d'énergie**
- **Capter de l'énergie solaire en hiver par des bords vitrés sans oublier la protection dans la période estivale.**
- **Exploiter les vents pour renouveler l'air intérieur (vent chaud et vent froid).**
- **Créer des cours d'eau pour le refroidissement des vents de sirocco.**
- **Installer des panneaux photovoltaïques du côté sud pour un meilleur captage des rayons solaires.**

1.2. Le site d'intervention :

- ❖ Défini par sa forme, ses dimensions, son relief, ses occupations naturelles ou artificielles et le lieu où on est appelé à construire un édifice, un ensemble urbain.
- ❖ Le site naturel c'est-à-dire non modifié par une technique humaine, par opposition au site
- ❖ C'est un paramètre influant toute composition architecturale.

II.2.1. Motivation de choix de site :

- Le site est situé dans une zone non urbanisée
- Le terrain reste vierge, très porteur et favorable à la construction.

- D'une superficie suffisante pour recevoir un tel projet.
- Il est situé hors des zones de nuisances industrielles
- La bonne accessibilité par l'intersection des voies mécanique venant du pôle universitaire et ElKhneg.



Figure 20 : Le site d'intervention. Source: Google Earth.

II.2.2. Situation :

- ❖ Le site se situe à l'extrémité sud-ouest de la ville de Laghouat
- ❖ Le site est situé à proximité du nouveau pôle universitaire.



Figure 21 : La situation du site d'intervention. Source : Google Earth.

II.2.3. L'accessibilité :

Le site est accessible par deux voies mécaniques l'une est communale et l'autre secondaire venant de l'université, l'intersection se fait au nœud secondaire.

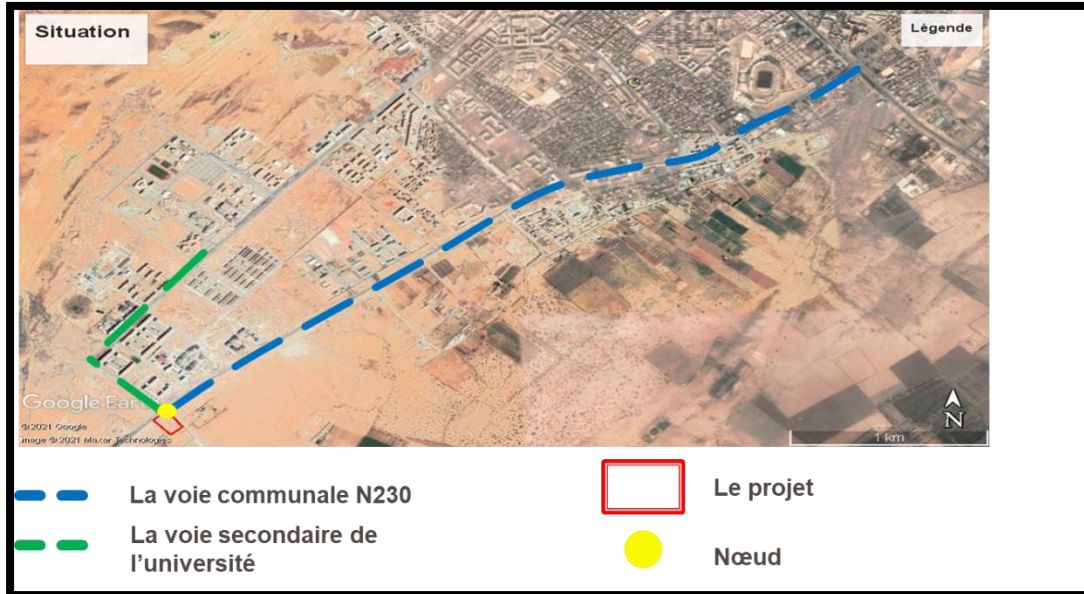


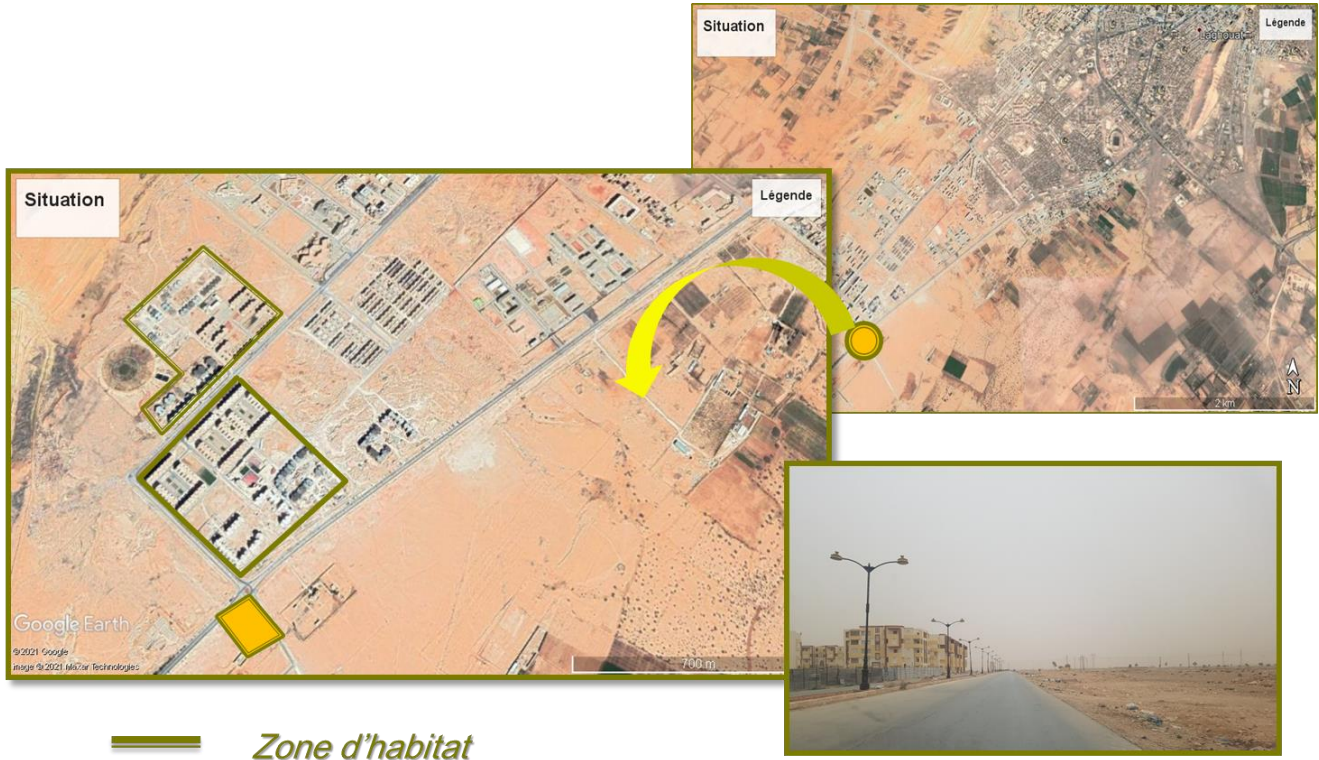
Figure 22 : L'accessibilité au site. Source : Google Earth.



Figure 23 : Le réseau routier passant par le site. Source : Auteur.

II.2.4. Le voisinage :

- ❖ Le voisinage du site comprend des bâtiments d'habitat collectif qui s'élève sur R+4



II.2.5. Les vents :

- Pour qu'il y'ait une ventilation effective, il faut que le vent puisse accéder aux abords immédiats des constructions sans être exagérément freiné par des obstacles.

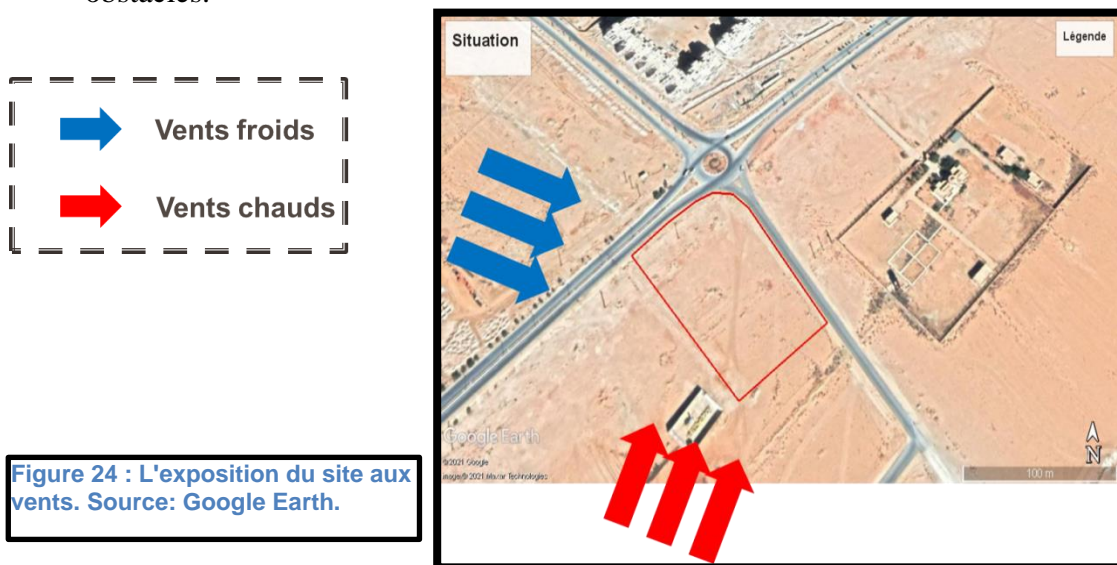
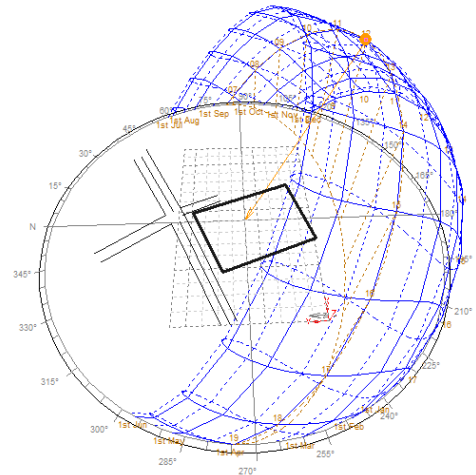


Figure 24 : L'exposition du site aux vents. Source: Google Earth.

II.2.6. L'ensoleillement :

- Le site est exposé au soleil ce qui nécessite le recours à une orientation favorable et l'utilisation de la protection solaire .



II.2.7. La topographie du terrain :

Le terrain est doté d'un relief plat proportionnellement, ce qui va faciliter la circulation et assure une continuité visuelle de l'intérieur à l'extérieur du projet.

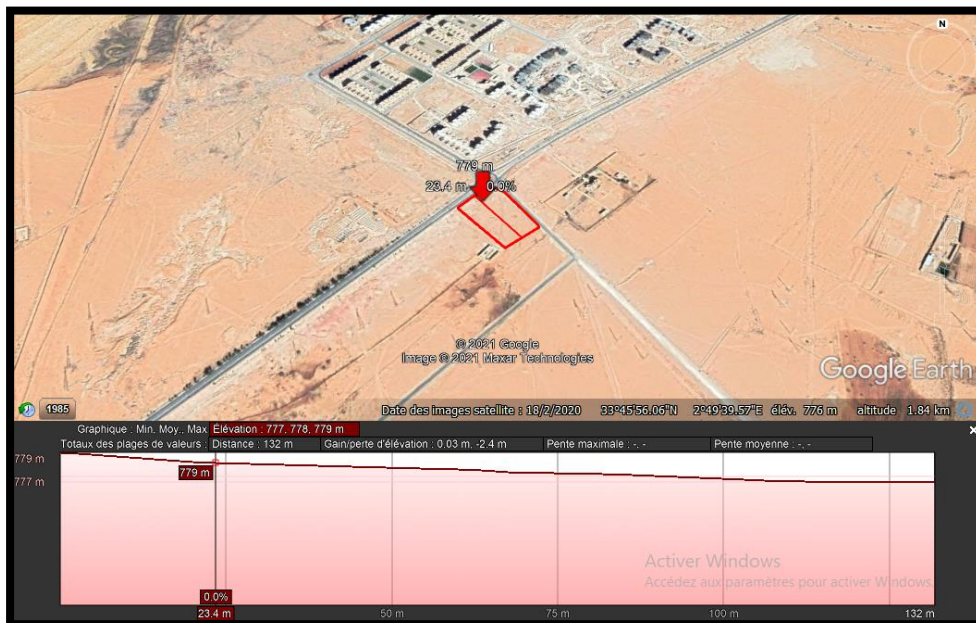


Figure 25 : Le relevé topographique du terrain. Source: Google Earth.

1.3. Synthèse générale

✓ Site et voisinage :

- Voisinage naturel du site : l'absence du voisinage naturel autour du site
- La bonne exposition au soleil et l'absence des obstacles.
- Différence de niveau très faible, ce qui facilite l'élaboration du projet.

- I.2 Voisinages artificiels : construction d'habitat collectif qui s'élève jusqu'au R+4 du côté nord ce qui n'a pas d'influence sur l'exposition du site au vents et au soleil.
- ✓ **Accès mécaniques :**
 - Un recul par rapport à la voie communale. Pour assurer la sécurité des utilisateurs Le choix de l'accès principal sur la voie d'évitement (venant du nœud; à l'intersection des flux mécaniques: voie communale; la voie venante de l'université) pour lui assurer une bonne visibilité.
 - La multitude des accès au projet à fin de garantir une fluidité à la périphérie du projet des différents utilisateurs.
 - La bonne visibilité du projet.
- ✓ **Limitation de site :**
 - par clôture tout autour du projet à fin d'assurer la sécurité au projet.
- ✓ **Le partage de site:**
 - Bâties non bâties, par rapport aux rapports exigés par le programme, et les exigences de l'architecture durable.
 - Le choix de la masse bâtie au milieu des espaces extérieurs selon les contraintes climatiques du site : La température et les vents
- ✓ **Site et climat :**
 - l'ensoleillement ; le site est favorisé par un bon ensoleillement qui pourra faciliter d'adopter des stratégies passives et permet l'exploitation de rayons solaire pour le chauffage en hiver.
 - Les vents : Le site est exposé aux vents : Utilisation des formes fluides ou par décrochement au niveau des façades pour atténuer, diminuer et distribuer la vitesse des vents.
- ✓ **Site et réseaux existants :**

Situer tous les réseaux existants, fixer les côtés de raccordement aux réseaux (ex : égaux et alimentations en eau potable, pour minimiser la longueur des conduites et les problèmes des fuites, tous les locaux humides seront sur et proche du côté de raccordement et superposé verticalement).
- ✓ **Formes et volumes :**
 - La forme de l'enveloppe doit être compacte pour minimiser les déperditions thermiques.
 - L'assurance de la transparence des espaces publics par des baies vitrées, qui servira de continuité entre l'espace extérieur et l'espace intérieur.
- ✓ **Fonctionnement :**
 - Assurer la sécurité aux espaces de recherche par la hiérarchisation des espaces

Chapitre III :

Etude

programmatische

Chapitre III : Etude programmatique

Introduction :

La démarche programmatique est une phase importante dans l'élaboration d'un projet car elle servira de base pour notre projection avec une plus grande maîtrise de la qualité des espaces ainsi que leur agencement

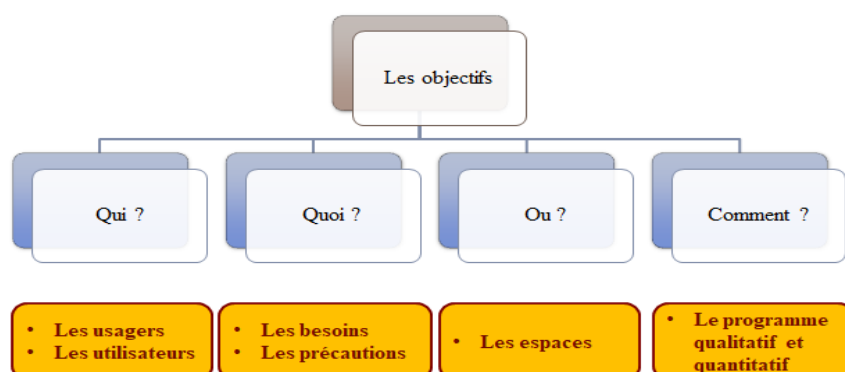
Cette partie consiste à présenter le programme élaboré avec toutes les exigences et recommandations, Le projet architectural peut être considéré comme la concrétisation d'un programme établi qui répond à des exigences d'ordre qualitatif et quantitatif.

1. Principes programmatiques :

- La continuité des activités : Les relations spatiales en termes de fonction et les relations visuelles doivent être assurées pour concrétiser le confort et la sécurité absolus
- La hiérarchie : Elle est matérialisée par le positionnement des différents espaces et activités en rapport avec leurs utilisateurs : Public- Semi public – Privé.
- Concept de flexibilité : La flexibilité est un concept déterminant pour adapter les espaces à tous genres d'évènements spécifiques. C'est-à-dire la flexibilité concerne un changement de fonction selon le besoin.
- L'articulation : Il permet de faire une relation entre les différentes composantes des lieux à partir de la construction et de leur fonction, et c'est de cette manière que l'édifice devient très explicite, ce qui implique une richesse formelle.

2. Les objectifs du programme :

- Définir les usagers et les utilisateurs et leur besoin ;
- Définir les fonctions et les activités et leur organisation ;
- Les exigences conceptuelles du projet ;
- Définir un schéma fonctionnel ;
- Définir organigramme spatial du projet ;
- Définir un programme de base ;
- Traduire le besoin en programme d'espace et des surfaces.




Le centre est destiné à accueillir différents types des utilisateurs et des usagers qui se présentent comme suit :





Les utilisateurs / usagers		Activités/ besoins	Espaces	Espace commun
Le personnel administratif		Travailler, administrer, gérer, consommer, stationner.	Bureaux	Parking Restaurant Cafétéria. Espace de détente
Les chercheurs	Médecins Chercheurs Pharmaciens Biologistes Vétérinaires Doctorants Enseignants Etudiants Les chimistes	Enseigner, former, faire des recherches, faire des essais, échanger des idées, se nourrir, Stationner.	Laboratoire de recherche, salle de documentation, salle de conférence, salle d'exposition; atelier de formation,, hébergements , bureaux	
Les visiteurs	Public	S'orienter, se divertir, être sensibiliser, découvrir, apprendre, stationner.	Hall d'accueil, salle d'exposition,	
Les techniciens		Réparer, entretenir, nettoyer, se nourrir, changer les vêtements, prendre une douche, stationner	Locaux techniques, locaux de rangement, vestiaires, douches,	

3. Le programme qualitatif :



3.1. Entité d'accueil :


Accueil				
Fonction	Réceptionner : La réception constitue le moment fort de l'accueil des visiteurs. Orienter : Pour offrir la facilité de se déplacer sans se perdre, les cheminements doivent être étudiés pour être facilement perçus et lus			
Localisation	Son positionnement central permet d'assurer la distribution vers les différentes entités			
Équipement	Panneaux d'affichage, Affichage des consignes de sécurité, affichage du règlement intérieur du centre de recherche			
Confort d'ambiance	Éclairage : 300 à 500 lux	Niveau acoustique : 40 dB	Débit d'air : 18m3/h/pers	Confort thermique : 21 à 26 °C


3.2. Entité administrative :

Bureaux					
Fonction	Un lieu de travail pour l'équipe de gestion du centre.				
Exigences particulières	Espace plutôt réservé aux administrateurs. Elle sera invisible par le public dès son entrée dans le hall.				
Confort d'ambiance	Éclairage : 300lux	Niveau acoustique: 40dB	Débit d'air: 8m ³ /h/pers	Confort thermique : 21 à 26 °C	
Secrétariat					
Fonction	Le lien entre les visiteurs et l'administration.				
Localisation	A proximité du bureau de directeur.				
Équipement	Étagères, Bureau avec 2 chaises visiteurs, 1 poste informatique				
Archives					
Fonction	Lieu de stockage des archives de la médiathèque				
Localisation	indifférente				
Équipement	Des armoires à archives et petite table de consultation				
Confort d'ambiance	Éclairage : 400 lux	Niveau acoustique : 40 dB	Degré hygrométrique 55 %	Confort thermique : 17a18 °C	
Salle de réunions					
Fonction	Lieu de stockage des archives de la médiathèque				
Localisation	Elle doit être à proximité du bureau de directeur.				
Exigences particulières	Le système d'éclairage est impérativement à prendre en compte pour favoriser la concentration et une bonne visibilité dans toutes les situation				
Confort d'ambiance	Éclairage : 300 lux	Niveau acoustique : 40 dB	Volume d'air 30m ³ /h		

3.3. Entité de formation et de diffusion :

Salle de conférence		
Fonction	Cet espace accueille les conférences sur la communication de la recherche , pour recevoir des réunions, conférence, spectacle et des projections.	
Exigences particulière	La bonne visibilité La pente est nécessaire pour la visibilité Isolation acoustique de l’auditorium. Perméabilité par rapport à l’ensemble des espaces du centre de recherche	
Exposition		
Fonction	Elle est dotée d’un point d’information afin de réserver la meilleure instruction au visiteur.	
Exigences particulière	Isolation phonique des locaux. La bonne visibilité Eloignement des objets exposés	
Équipement	Panneaux d’affichage Et matériel	

Salle de formation					
Fonction	Pour la formation théorique des étudiants.				
Exigences particulière	Espace d’entretien aisé. L’ambiance acoustique et lumineuse doit être similaire				
Équipement	Un plan de travail fixe, les placards de rangement, 1 lavabo, les tables et les chaises et l’installation de recherche, des Poste informatiques.				
Confort d’ambiance	Éclairage : 400 à 600 lux	Niveau acoustique : 40 dB	Débit d’air : 18m3/h/per s	Confort thermique : 21 à 26 °C	

Salle de documentation		
Fonction	L’espace périodique est toujours flexible et il a des casiers spéciaux Tables plus longues que dans les salles de lectures pour une même surface.	
Exigences particulière	Bonne organisation du mobilier par rapport à l’éclairage. Le besoin d’une bonne séparation entre les postes. La nécessite d’un espace de circulation. La pose des stores ou de rideaux spéciaux favorisera aussi la rétroprojection	
Equipements	Des ordinateurs, Rayonnage.	

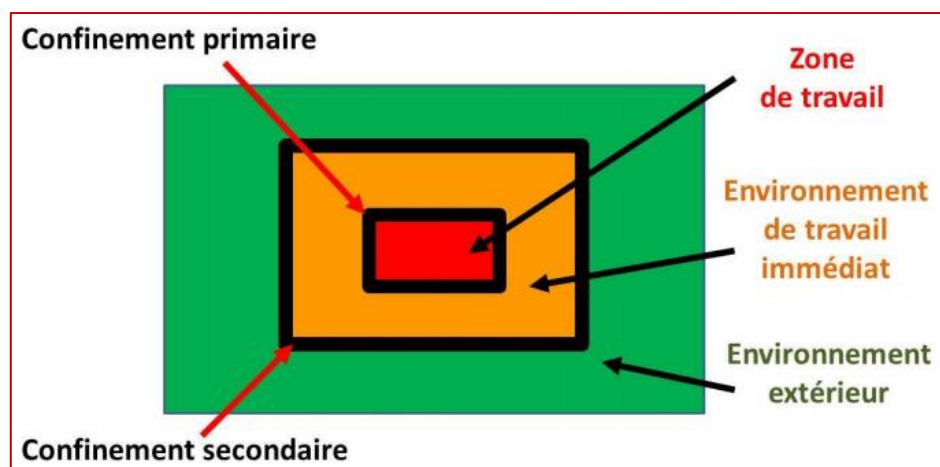
3.4. Entité de recherche :

Laboratoires					
Fonction	Pour les travaux de recherche.				
Exigences particulière	L'ambiance acoustique, respiratoire et lumineuse doit être adéquate L'hygiène et la sécurité Bonne organisation du mobilier par rapport à l'éclairage. Le besoin d'une bonne séparation entre les plans de travail. Le confort pour les utilisateurs Le traitement des façades et des fenêtres : par un double vitrage Elle sera invisible par le public(La hiérarchie)				
Équipement	Des lavabos, les tables et les chaises et l'installation de recherche, des Poste informatiques				
	<table border="1"> <tr> <td>L'éclairage: 450lux à 625lux</td> <td>Niveau acoustique : 40 dB</td> <td>Renouvellement d'air par heure : 4 fois</td> <td>Confort thermique : 20à25 °C</td> </tr> </table>	L'éclairage: 450lux à 625lux	Niveau acoustique : 40 dB	Renouvellement d'air par heure : 4 fois	Confort thermique : 20à25 °C
L'éclairage: 450lux à 625lux	Niveau acoustique : 40 dB	Renouvellement d'air par heure : 4 fois	Confort thermique : 20à25 °C		




- **Confinement** : actions visant à maintenir un agent biologique à l'intérieur d'un espace déterminé.

Les niveaux de confinement tiennent non seulement compte des besoins de conception et d'aménagement des installations, mais aussi des exigences opérationnelles et techniques associées à la manipulation d'un agent pathogène donné (Pratiques, équipements de protection...).



Les laboratoires sont classés en niveaux de confinement de 1 à 4 selon le niveau de risque biologique croissant. A chaque niveau correspond une conception des installations des procédures et des pratiques particulières. Le confinement doit correspondre à l'agent pathogène manipulé qui présente le risque le plus élevé.

Niveau de confinement	Microorganismes manipulés	Locaux	Equipements spécifiques	Bonnes pratiques
L1	Classe 1 (non pathogènes)	Local isolé Paillasse, murs, sols lisses et lavables	Autoclave sur le site	Vêtements de protection Paillasse propre et rangée Boîtes à aiguilles Inactivation du matériel contaminé et des déchets
L2	Classe 2 (faiblement pathogènes)	Accès réglementé Ventilation mécanique	PSM type II Autoclave dans le bâtiment (Centrifugeuse)	
L3	Classe 3 (fortement pathogènes)	Sas Filtration de l'air sortant par filtre HEPA Local en dépression	PSM type II Autoclave dans le laboratoire ou à proximité	+ Surbottes + surblouses
L4	Classe 4 (risque majeur)	Ventilation de secours et interphone Filtration de l'air entrant et sortant (double filtre HEPA) Douche obligatoire	PSM type III Autoclave à double entrée	+ Scaphandre 

- Les types des laboratoires selon la classification de l'agent pathogène:

1. Laboratoires en bactériologie.
2. Laboratoires en virologie.
3. Laboratoires en parasitologie

3.4.1. Laboratoire de confinement 1 :

Laboratoire de base pour la manipulation des agents du groupe de risque 1.

- N'exige aucune caractéristique de conception particulière autre que celles propres aux laboratoires fonctionnels et bien conçus.
- Il n'est pas nécessaire de prévoir des enceintes de sécurité biologique.
- Les pratiques normales des laboratoires de microbiologie de base assurent le confinement nécessaire.
- Application des bonnes pratiques de laboratoire.
- Bonne gestion des déchets.

- Lavage des mains.

Emploi de désinfectants appropriés.

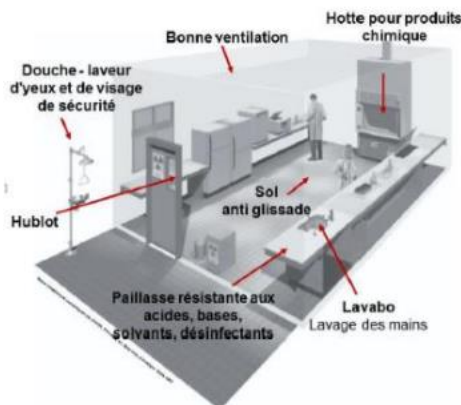


Figure 1 : L'isolation d'un laboratoire de niveau de confinement 1. Source : rr-africa.oie.int

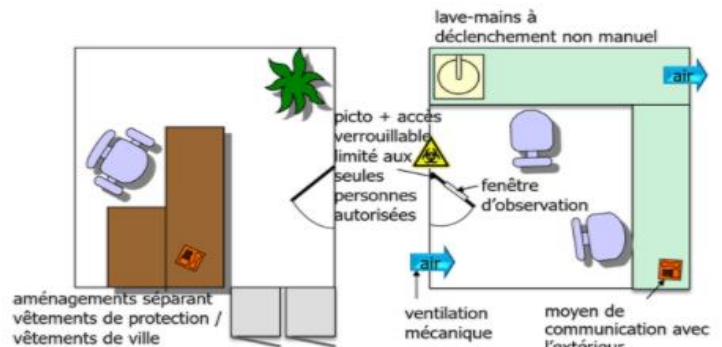


Figure 2 : l'aménagement intérieur d'un laboratoire de niveau de confinement 1 . Source : esst-inrs.fr

3.4.2. Laboratoire de confinement 2 :

Laboratoire isolé des autres activités.

- Signalétique de mise en garde de risque biologique.
- Accès aux personnes autorisées seulement (formées).
- Portes et fenêtres doivent rester fermées.
- Surfaces intérieures imperméables et faciles à nettoyer et à décontaminer.
- Protection contre rongeurs et arthropodes.
- Présence autoclave dans le bâtiment.
- Enceinte de sécurité biologique de classes 1 et 2 équipée de filtres à air certifiés à haute capacité pour la manipulation des organismes.
- Équipement de protection individuelle : sarraus qui ne sont portés que dans le laboratoire, gants, lunettes, ou visière de protection.
- Tout le matériel contaminé doit être convenablement décontaminé.

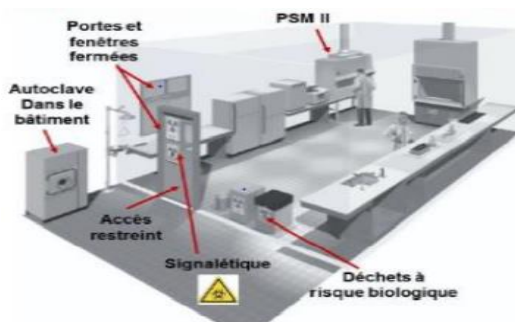


Figure 3 : L'isolation d'un laboratoire de niveau de confinement 2. Source : rr-africa.oie.int

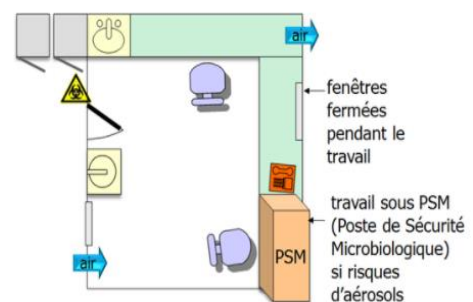


Figure 4 : l'aménagement intérieur d'un laboratoire de niveau de confinement 2 . Source : esst-inrs.fr

3.4.3. Laboratoire de confinement 3

- Laboratoires spécialement conçus en dépression.
- SAS personnel avec accès contrôlé.
- Sas matériel.
- Ouvertures des murs doivent être scellées. Fenêtres scellées incassables.
- Système de ventilation et traitement de l'air. L'air ne doit pas être recyclé et évacué par un système séparé à travers un filtre à air à haute efficacité
- Générateur de secours.
- Système de communication
- L'ameublement doit être réduit au minimum et facile à nettoyer et à décontaminer (fumigation).

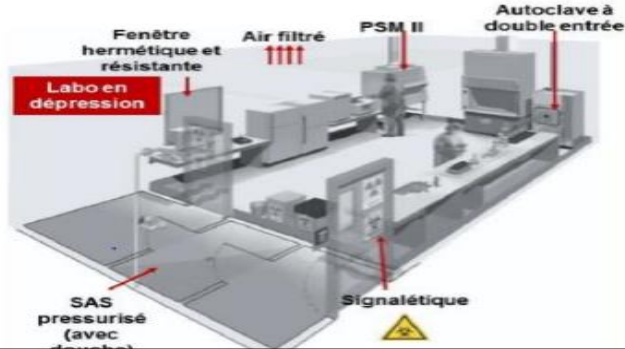


Figure 6 : L'isolation d'un laboratoire de niveau de confinement 3. Source : rr-africa.oie.int

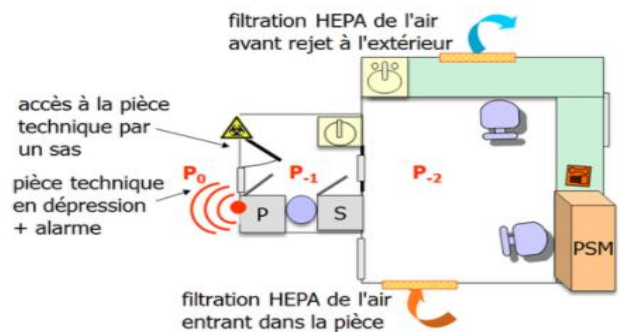


Figure 5 : l'aménagement intérieur d'un laboratoire de niveau de confinement 3 . Source : esst-inrs.fr

3.4.4. Laboratoire de confinement 4 :

- Unité fonctionnelle isolée et de préférence indépendante des autre unités
- Laboratoire en dépression
- Port de combinaison de surpression (scaphandre) ou maintien de l'agent dans l'enceinte de sécurité biologique de classe 3 (PSM3)
- Décontamination de l'air (double filtre HEPA) et des effluents
- Douche de décontamination du scaphandre
- Douche à la sortie
- Générateur de secours.

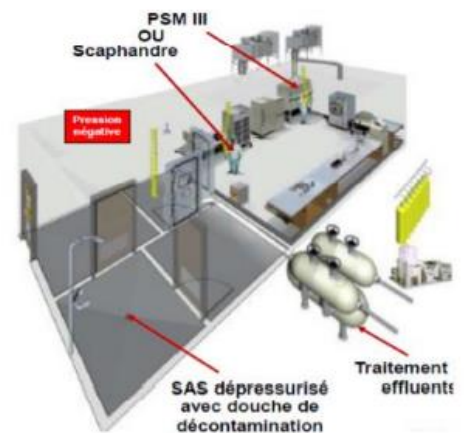


Figure 7 : L'isolation d'un laboratoire de niveau de confinement 4. Source : rr-africa.oie.int

Département d'immunologie :

- Laboratoires d'immunochimie et neuro-immunologie
- Laboratoire d'immunogénétique et transplantation
- Laboratoire polarité cellulaire, migration et cancer
- Laboratoire d'auto-immunité.

Département de parasitologie

- Laboratoires de mycologie médicale
- Laboratoire de biologie parasitaire
- Laboratoire d'éco-épidémiologie parasitaire et génétique des populations

Département de bactériologie

- Laboratoire de bactériologie médicale.
- Laboratoire de tuberculose et de mycobactéries.
- Laboratoire des entérobactérie et bactéries apparentes.
- Laboratoire de bactériologie des aliments, des eaux et de l'environnement.

Département de virologie

- Laboratoire VIH
- Laboratoire des virus respiratoires
- Laboratoire des virus des hépatites
- Laboratoire des virus rougeole, oreillons, rubéole

Département de production

- Laboratoire pharmaceutique
- Laboratoire des vaccins bactériens
- Laboratoire des vaccins et sérums antirabiques

Département de Sciences Humaines et Sociales

Pour analyser l'expérience et les représentations sociales de la maladie, les comportements de prévention, le travail de soins, les enjeux économiques de la maladie et de la prise en charge sanitaire, un secteur au rendement accru par les rencontres croisées de chercheurs provenant d'horizons différents.

3.4.5. Les exigences spécifiques au laboratoire :

- **LES PORTES :**

Les portes sont préférentiellement conçues de façon à :

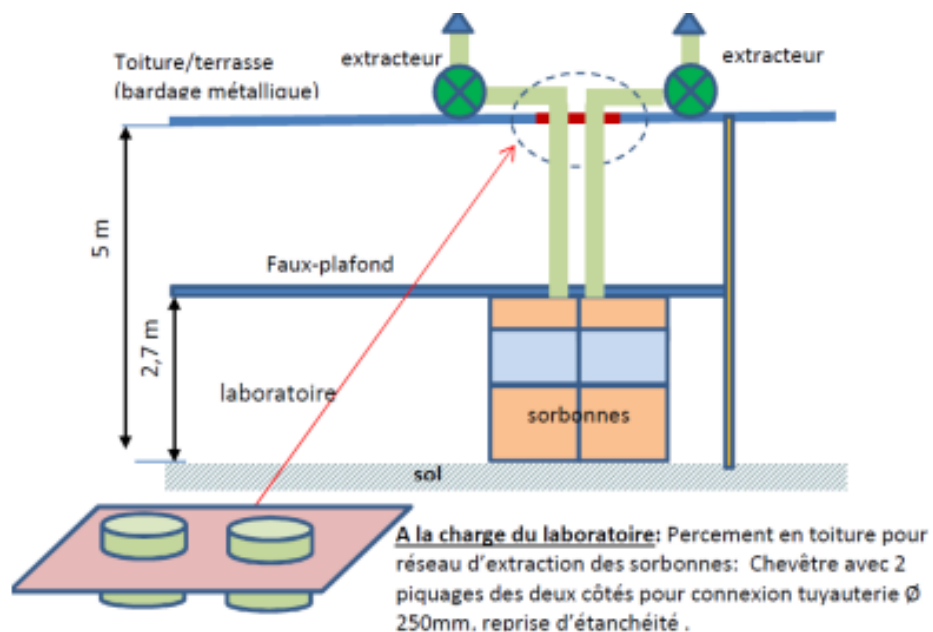
- Permettre le passage des automates les plus volumineux.
- S'ouvrir sans l'aide des mains ce qui les laisse libres pour porter des échantillons ou d'autres produits dangereux.
- Eviter les collisions et voir les personnes travaillantes.
- Les revêtements des portes doivent être imperméables, résistant aux agents nettoyants et désinfectants.



Figure 8 : Une porte d'un laboratoire. Source : cirad.fr

- **LA HAUTEUR SOUS PLAFOND :**

- La hauteur sous plafond doit être suffisante pour :
- Contenir le plus haut appareil, en tenant compte des systèmes de ventilation associée.
- Une hauteur de plafond de 3m et généralement suffisante pour accueillir des Sorbonne et des PSM.
- Permettre l'installation des systèmes de ventilation de la pièce avec des arrivés et des sortis d'air à la verticale du sol.
- Permettre le passage de canalisations et de chemins électriques et télématiques.



- **LE REVETEMENT DE SOLS :**

Le revêtement des sols doit être résistant à l'usure et au poinçonnement, antidérapant, imperméable, résistant aux agents nettoyants et désinfectants ainsi qu'aux produits chimiques utilisés lors des analyses.

Il est souhaitable d'installer des revêtements plastifiés à joints thermo soudés plutôt que du carrelage

Il convient de faire remonter d'au moins 10cm le revêtement des sols le long des murs avec une moulure concave pour limiter l'accumulation de particules et faciliter la décontamination (plinthe à gorge).

- **LA PAILLASSE :**

L'unité de mesure déterminante pour le poste de travail est la paillasse :

Paillasse murale à dossier, équipée d'eau froide à deux endroits avec deux bénitiers, trois blocs de quatre prises de courants 220 v 10/16 ampères sur tableaux muraux.

Les paillasses sont réalisées en éléments modulaires de 1,50 ou 2m

Paillasse centrale sèche avec : (étagère inférieure dossier arrière et bloc tiroir sous paillasse).

- **LA SORBONNE :**

La Sorbonne (Il s'agit d'une hotte posée sur une paillasse et raccordée à un conduit de ventilation. Cet équipement permet de manipuler ou de stocker des produits dont les émanations peuvent être nocives.)

La hauteur standard HT des Sorbonne est d'environ 2,80m. Il faut prévoir, suivant leur localisation dans la pièce, un habillage jusqu'au plafond afin de cacher le conduit souple d'évacuation.



Figure 9 : Le revêtement du sol dans un laboratoire. Source : sepra-tn.com

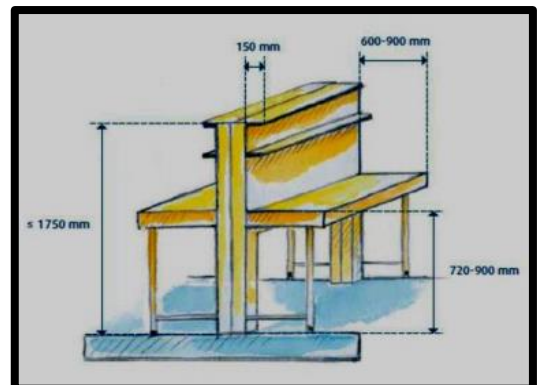


Figure 10 : Dimensions d'une paillasse de laboratoire. Source : http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/ED/TI-ED_999/ed999.pdf.

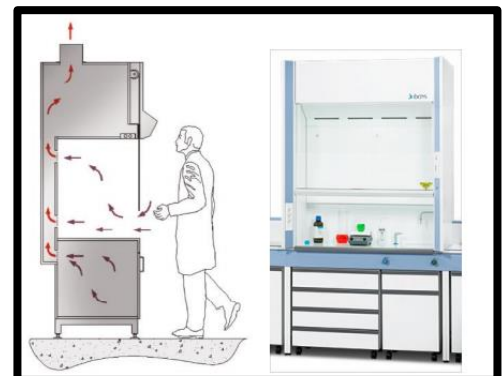


Figure 11 : Sorbonne. (source : <https://iberis.fr/nos-produits/sorbonne-de-laboratoire>)

• LES OUVERTURES :

Dans les laboratoires, il faut mettre des fenêtres d'observation pour voir le personnel qui occupe la pièce.

L'éclairage doit être suffisant, on veillera à éviter les reflets gênants et les lumières éblouissantes tout en favorisant l'éclairage artificiel contrôlé.

Les fenêtres doivent être fermées hermétiquement pour être décontaminé.



Figure 12 : Fenêtre d'observation. Source : www.inrs.fr

• REPARTITION DES GAINES DE CONDUITE ; SUPPORTS ET ELEMENTS VERTICAUX DE CIRCULATION :

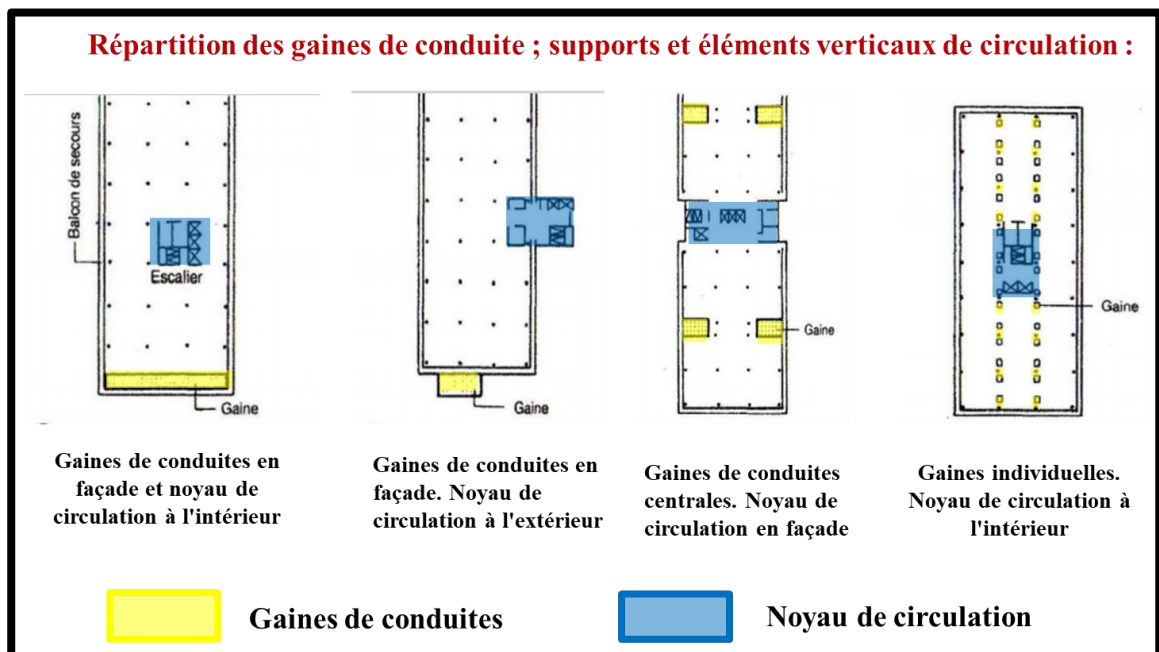
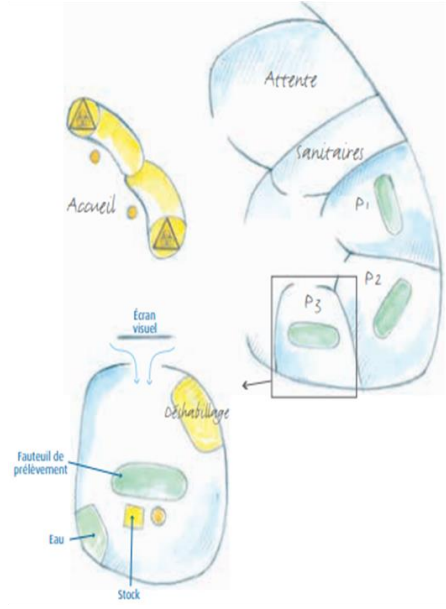


Figure 13 : La répartition des gaines de conduite. Source : Neufert 10ème édition.

3.5. Entité d'hospitalisation :

L'espace de prélèvement	
Fonction	Cet espace est destiné à la réalisation des actes de prélèvement, il comprend une ou plusieurs salles de prélèvements et des toilettes qui s'ouvrent sur un espace de répartition et non sur un lieu de passage visibles des autres patients.
Exigences particulière	Les salles de prélèvements sont les seuls locaux techniques accessibles aux patients. Les gestes effectués par le personnel doivent être réalisés dans le calme, de façon minutieuse
Localisation	A proximité de la salle d'attente et de la salle de tri des échantillons. En relation de proximité avec le point d'accueil (afin de permettre les échanges des informations) et avec la laverie



La salle de tri des échantillons	
Fonction	Le tri et l'enregistrement des échantillons sont des opérations particulièrement importantes ne souffrant aucune erreur et nécessitent une grande concentration
Exigences particulière	Les salles de prélèvements sont les seuls locaux techniques accessibles aux patients. Les gestes effectués par le personnel doivent être réalisés dans le calme, de façon minutieuse
Localisation	A proximité de la salle d'attente et de la salle de tri des échantillons. En relation de proximité avec le point d'accueil (afin de permettre les échanges des informations) et avec la laverie



-Organiser le stockage de telle sorte que les règles de séparation et de compatibilité des produits chimiques soient respectées. Les produits chimiques incompatibles ne doivent pas être stockés ensemble.

-Toutes les zones de stockage (locaux, armoires de sécurité, frigos, etc.) doivent être identifiées et identifiables par les pictogrammes de danger pertinents.

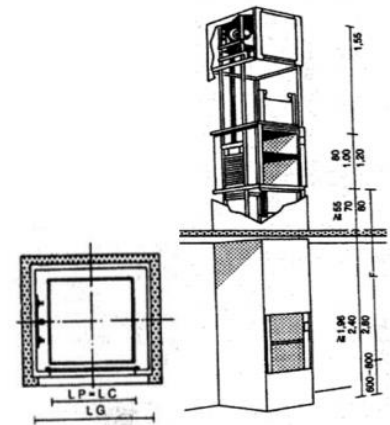


▪ **Monte-charge :**

Appareil de levage qui permet de monter ou de descendre d'un étage à un autre toutes espèces d'objets pesants.

Charge utile >300 kg, avec une surface de la cabine 0,8m²

On utilise couramment des éléments en acier profilé préfabriqués pour garnir les parois de la gaine ou le plafond.



4. Le programme quantitatif :

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface total (m ²)
Accueil	Accueil	Hall d'accueil	1	100	200
		Réception	1	20	
		Espace d'exposition	1	80	
Administration	Administration	Bureau de directeur	1	37	423,2
		Bureau de secrétariat	1	24	
		Bureau de comptabilité	1	24	
		Bureau d'économie	1	24	
		Bureau ingénieur des labos	1	28	
		Moyens généraux	1	20	
		Espace d'attente	1	38	
		Bureau de service de coordinations	1	30	
		Bureau du personnel	1	24	
		Bureau de sécurité	1	24	
		Salle d'archive	1	32	
		Salle de réunion	1	46	
		Sanitaire H/F	2	17	
		Circulation	-	15%	

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface total (m ²)
Formation	Salle de cours	/	3	90	
	Laboratoire de travaux pratiques	/	3	80/100	
	Bureau responsable pédagogique	/	1	30	
	Dépôt pédagogique	/	1	20	
	Circulation	/	-	22%	
Diffusion	Salle de conférence 300p		1	340	
	Loge	Loge + sanitaire	1	70	
	Salle de documentation		1	250	
	Salle de projection		2	86-42	
	Circulation	/	-	20%	
Restauration	Restaurant	Cuisine	1	50	
		Salle de consommation	1	300	
		Dépôt cuisine	1	45	
		Local de déchets	1	20	
		Vestiaire H/F	2	20	

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface total (m ²)	
Restauration	Cafétéria	Terrasse	1	250	695	
Recherche	Département d'immunologie					
	Laboratoires	Laboratoire d'immunochimie	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	516,35
		Laboratoire d'immunogénétique	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	125	
		Laboratoire d'auto-immunité	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	150	
		Laboratoire d'immunologie cellulaire	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	
	Contrôle des labos			1	24	
	Sanitaire H/F			1	26	
	Circulation		-	22%		

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface total (m ²)	
Recherche	Département de bactériologie					
	Laboratoires	Laboratoire de bactériologie médicale	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	
		Laboratoire de tuberculose et de mycobactéries	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	
		Laboratoire des entérobactérie et bactéries apparentes	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	
		Laboratoire de bactériologie des aliments, des eaux et de l'environnement	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	
	Contrôle des labos	-	1	24		
Sanitaire H/F	-	1	26			

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface total (m ²)	
Recherche	Département de parasitologie					
	Laboratoires	Laboratoire de mycologie médicale	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	389,85
		Laboratoire de biologie parasitaire	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	
		Laboratoire d'éco-épidémiologie parasitaire et génétique des populations	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	
	Contrôle des labos		1	24		
	Sanitaire H/F		1	24		
	Département des sciences humaines					
Salle		1	50	172,5		

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface total (m ²)	
Recherche	Département de production					
	Laboratoires	Laboratoire pharmaceutique	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	389,85
		Laboratoire des vaccins bactériens	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	
		Laboratoire des vaccins et sérums antirabiques	SAS Vestiaire propre H/F Vestiaire sale H/F E de travail	1	120	
	Contrôle des labos			1	24	
	Sanitaire H/F			1	24	

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface total (m ²)	
Recherche	Département de virologie					
	Laboratoires	Laboratoire VIH	SAS Douche E de travail	2	120	734,85
		Laboratoire des virus respiratoires	SAS Douche E de travail	1	150	
		Laboratoire des virus des hépatites	SAS Douche E de travail	2	120	
		Laboratoire des virus rougeole, oreillons, rubéole	SAS Douche E de travail	1	150	
	Contrôle des labos			1	24	
	Bureau			3	20	
	Sanitaire H/F			1	24	
	Animalerie			3	35-50	
	Dépôt			3	25	
	Circulation		/	25%		

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface total (m ²)
Hospitalisation	Espace de prélèvement	Salle de prélèvement H/F Dépôt	2	36	
	Infirmierie		2	38-20	
	Imagerie		1	38	
	Espace d'attente	Salle Homme Salle Femme	2	32	
	Bureau		1	20	
	Espace de contrôle		1	38	
	Salle de tri des échantillons	Salle Dépôt	1	36	
	Laverie	-	1	36	
	Consultation	-	2	48-24	
	Sanitaires H/F		2	34	
	Unité de soin	Maladies infectieuses aigües	Chambre individuelle	2		24-38
Maladies contagieuses		Chambre individuelle	2	24	
Infections ostéo-articulaires		Chambre individuelle	3	24	

Fonctions	Espaces	Sous espaces	nombre	Surface unitaire (m ²)	Surface total (m ²)	
Détente	Espace de détente	Salle de jeux : • Tennis de table • Jeux d'échec • Scrabble	1	80	130	
	Salle de prière	Salle de prière F	Salle d'ablution E de prière	1		25
		Salle de prière F	Salle d'ablution E de prière	1		25
Technique	Les locaux techniques	Local des déchets	1	50	445	
		Local de stockage de matériel	1	85		
		Local de stockage de produit	1	75		
		Local d'entretien	1	70		
		Vestiaires pour les techniciens H/F	2	30		
		Local ménage	1	30		
		Bâche à eau	1	50		
		Bio-banque	1	35		
		Local de chaufferie	1	20		

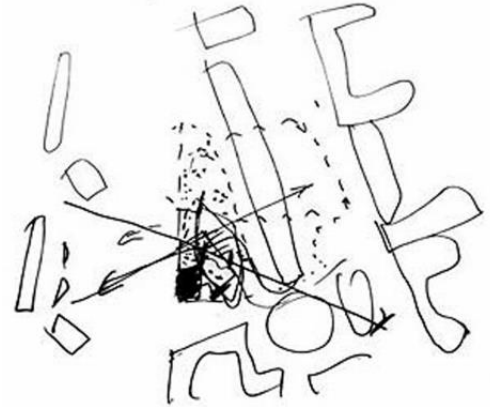
Surface totale : 6 878 m²

Chapitre IV :

Conception architecturale

Processus de conception :

« C'est souvent en retraçant l'histoire d'un projet, en examinant les étapes de sa conception et de son dessin que l'on peut cerner des évolutions, des transformations révélatrices des principes qui guident l'architecte, et celui-ci précise au fur et à mesure de l'avancement de son travail dans la recherche d'une cohérence pour une solution juste ». AMC ,19 Février 1988



IV.1 L'idée du projet :

L'usage de la métaphore¹ peut se révéler une source permanente de création et elle contribue largement à l'enrichissement d'un projet architectural, elle peut être assimilée de départ à une représentation source, que doit être converti en une représentation-but satisfaisant à toutes les exigences architecturales (fonctionnelles, économiques, techniques...)¹.

- **La particularité du projet renforce le choix de la métaphore :**

Notre projet contribue à l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses. L'immunité adaptative entraîne 2 types de réponse immunitaire : l'immunité cellulaire et l'immunité humorale. Cette dernière est assurée par la production d'anticorps, on a opté pour le choix de la forme d'anticorps dans la formalisation de notre idée du projet.¹

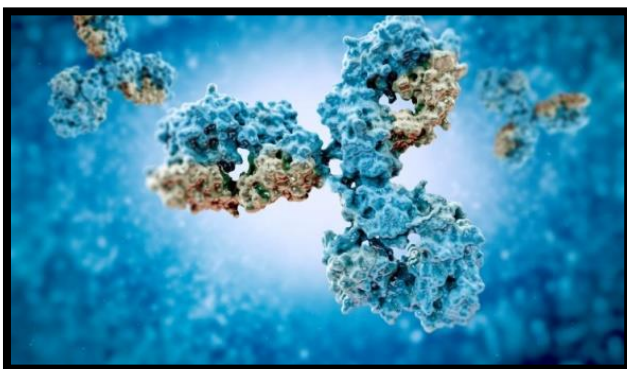


Figure 1 : Anticorps .Source : vitstudio/Shutterstock

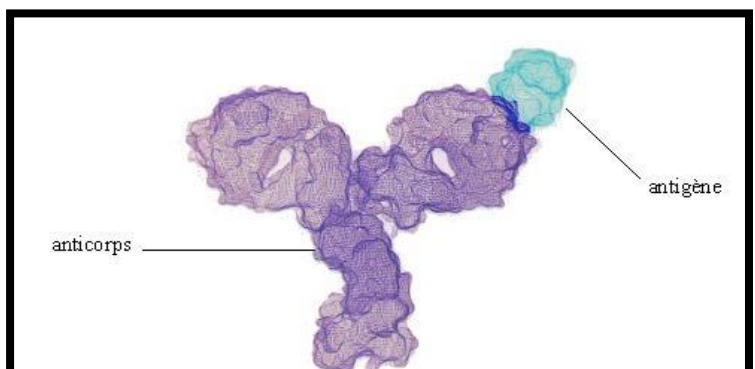


Figure 2 : image reconstitué par ordinateur d'une molécule d'anticorps. Source : www.beaussier.mayans.fr

¹ L'utilisation de la métaphore dans le processus de conception architecturale

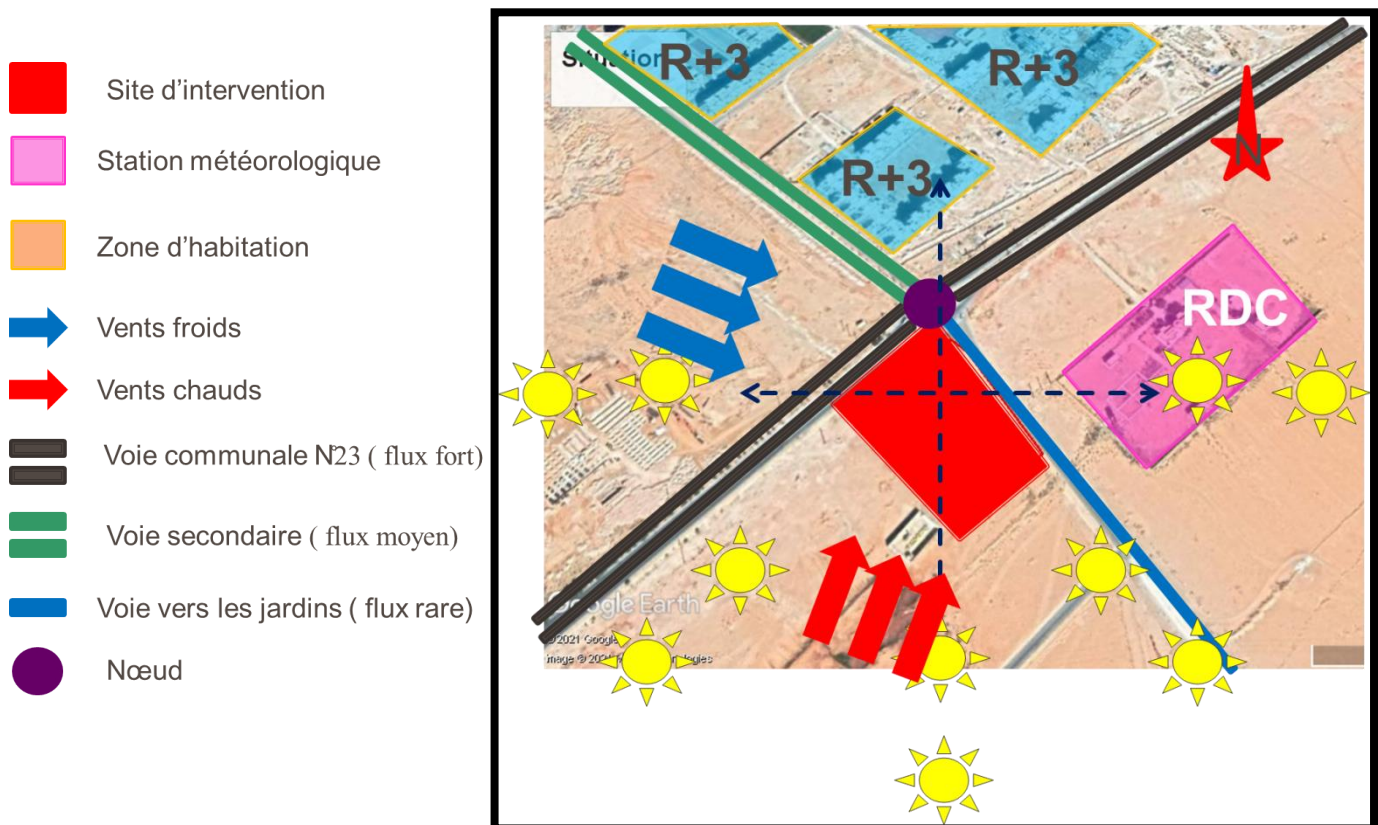
IV.2 La genèse de la forme:

"C'est la façon dont le bâtiment s'inscrit dans le site dont il est question , de la relation qui s'établira entre ce qui a été et ce qui sera."¹

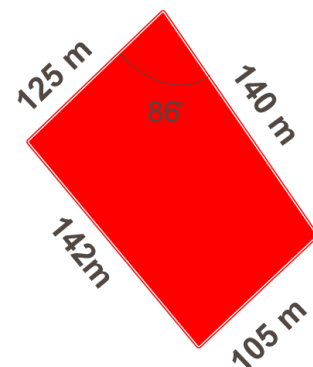
• Autrement dit ; il est impératif que le projet n'ait de signification que dans son lieu d'implantation. C'est pour cette raison que nous avons composé avec différents éléments appartenant à notre environnement en terme de continuité et d'alignement procédant comme suit:²

IV.2.1 Etat de lieu :

Le terrain est situé à la périphérie sud de la ville à côté du nœud d'intersection entre la voie d'EL-khneg et l'AADL.



- De point de vue environnemental, le site est exposé à toutes les conditions climatiques.

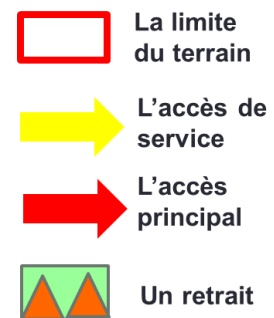
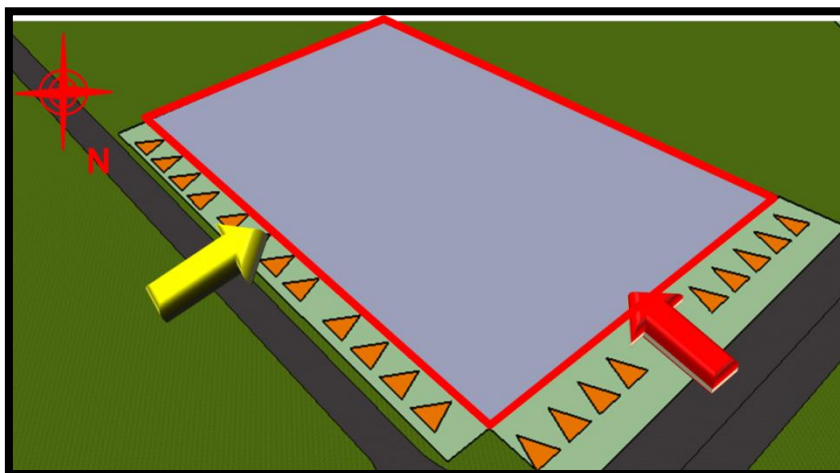
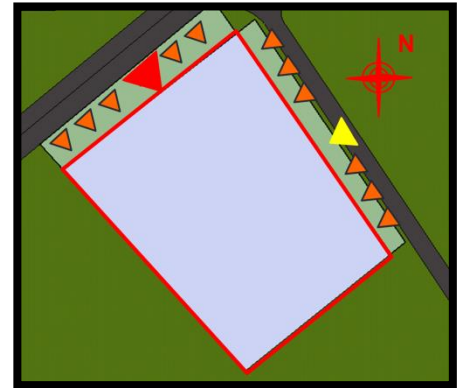


¹ : RICHARD MEIER dans la revue "architecture d'aujourd'hui".

IV.2.2 L'accessibilité et la limite du terrain :

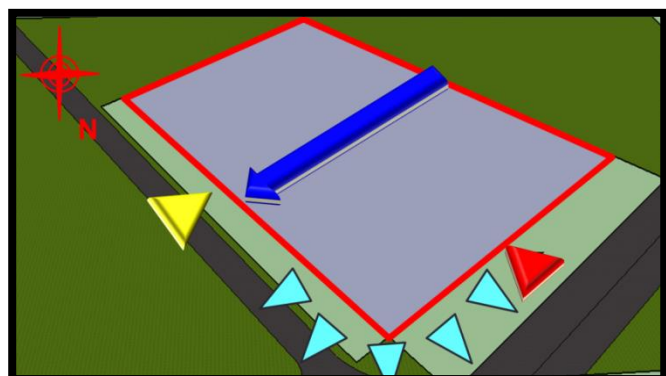
1. Choix des accès :

- Le recule : un recule de 20m pour matérialiser notre projet , assurer la sécurité (servitude) et réduire la propagation du bruit.
- A fin de séparer les flux , un accès principal et un autre secondaire latéral sont proposés.
- On a choisis le prolongement du terrain d'une façon perpendiculaire de la voie principale pour s'éloigner du tissu urbain vers les jardins (la relation avec le système routier)
- A travers l'analyse des exemples et le besoin en surface de l'espace bâti et non-bâti on a limité un terrain de 15614m².



IV.2.3 Le tracé des axes structurants :

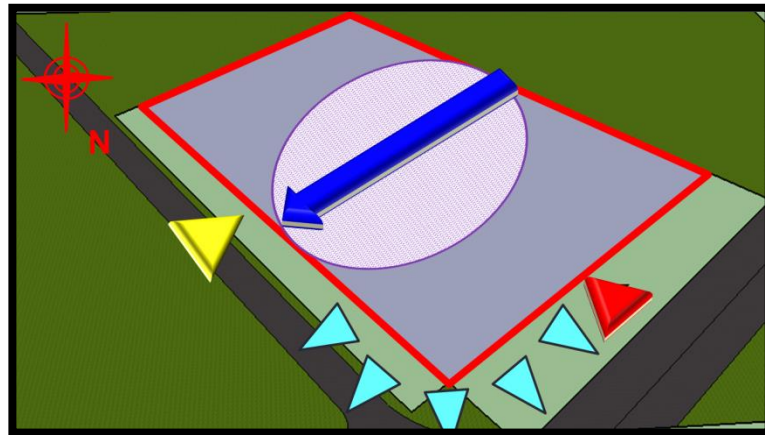
L'aire du projet longe une voie communale ,un grand trafic s'y déroule cette ouverture accueille; et permet à définir un axe fort de visibilité: c'est un axe majeur à partir du quel qu'on aura une vue globale du Projet,et qui permet à l'édifice de se connecter à tous les réseaux qui y passent et maîtriser la composition géométrique.



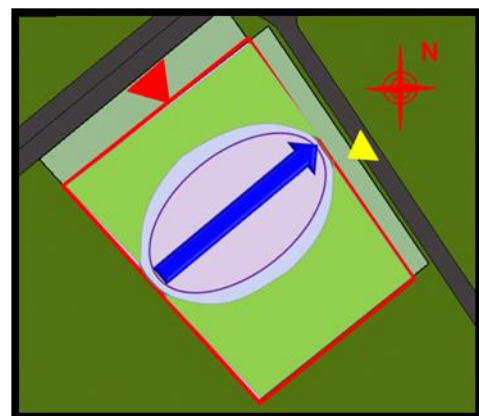
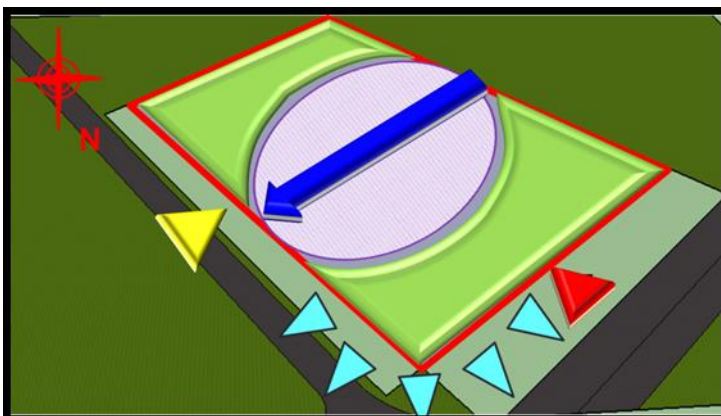
IV.2.4 Les alternatives d'implantation (Le mode d'occupation) :

Le choix de l'emplacement de la masse bâtie en suivant l'axe majeur de composition à fin d'assurer une lisibilité qui peut se traduire à travers les relations visuelles intérieures et extérieures du projet.

Cet emplacement nous permet d'orienter la grande façade vers l'accès principal. De point de vue environnemental la masse est orientée presque N/S.

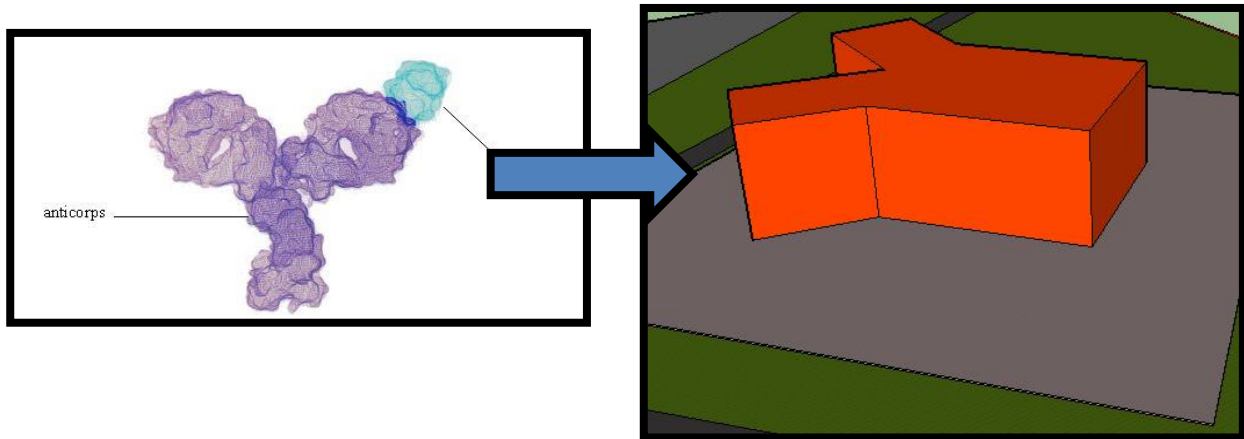


- La masse est entourée par l'espace vert pour : la protéger proportionnellement des conditions climatiques indésirables (ensoleillement intense et vents froids et vents de sable)
- Créer un microclimat.
- Représenter l'identité de la ville. On a composé avec le concept : "La palmeraie enveloppe la maison".



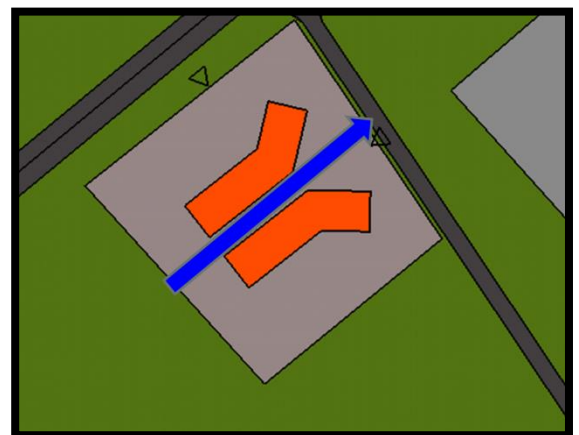
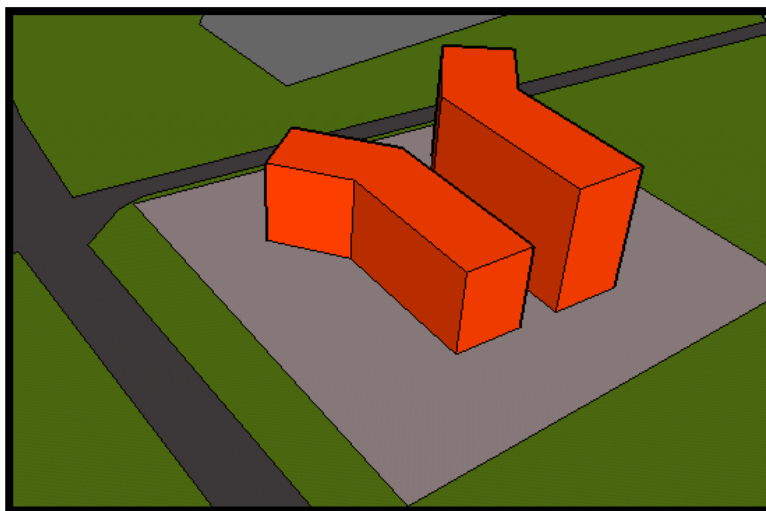
IV.3 Le développement de la forme :

1 - Le développement d'une forme composée de trois ailes qui fait rappel à la forme d'un anticorps suivant l'axe de composition à fin de se favoriser d'une bonne visibilité.



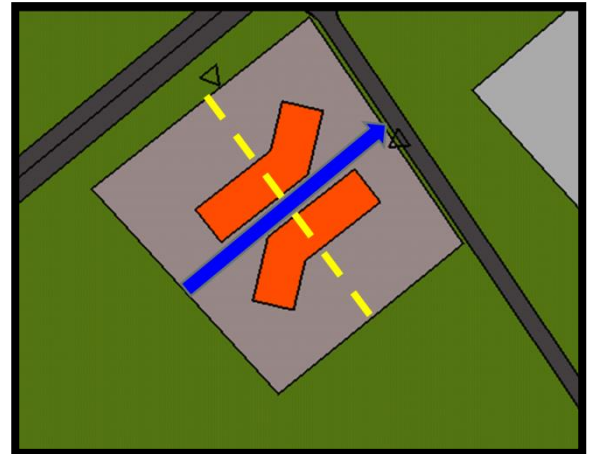
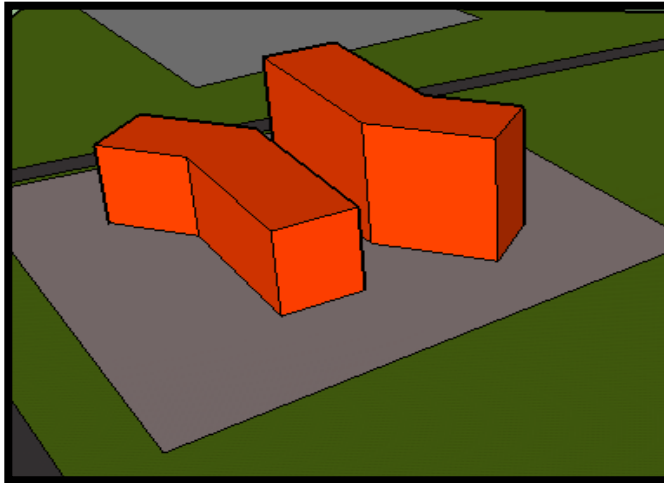
2 - La division du volume en deux par l'axe de composition et l'éloignement des deux parties avec une distance égale à la largeur du volume en symétrie à l'axe de composition à fin :

- D'aérer la masse bâtie et de répondre aux exigences fonctionnelles du projet. Toujours en gardant l'orientation N/S et l'orientation principale.

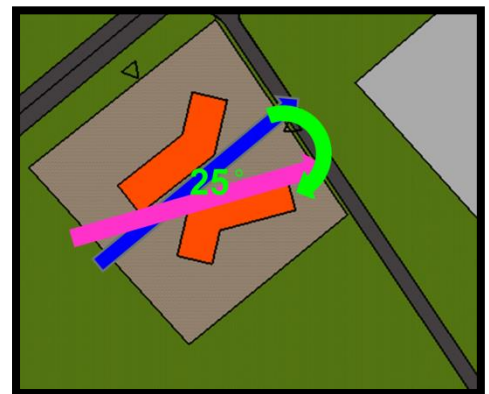
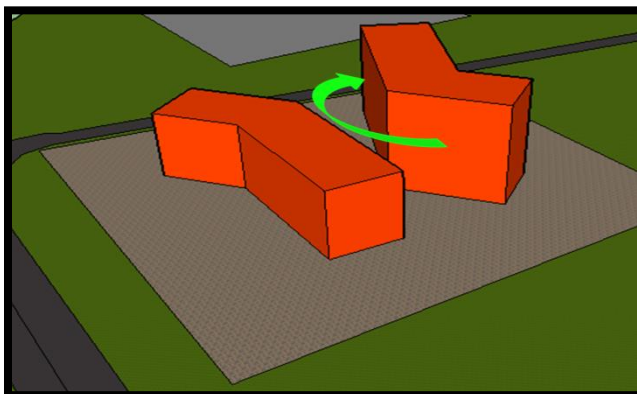


3- On a créé un 2^{ème} axe perpendiculaire à la façade principale (l'axe de franchissement). Il sera l'axe de rotation du volume postérieur. Pour distribuer l'espace protégé entre toutes les parties (Est et Ouest)

- On a donné une hauteur importante au volume postérieur pour la bonne perception et exprimer clairement la fonction primaire du projet.

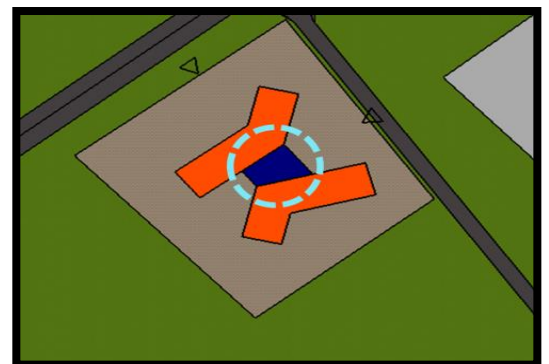
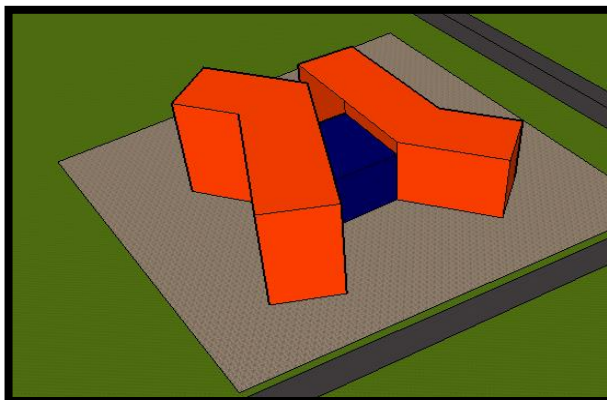


4 - On a élargi l'espace protégé qui sera un espace d'accueil en face l'accès des chercheurs avec la rotation du volume postérieur vers le nord.



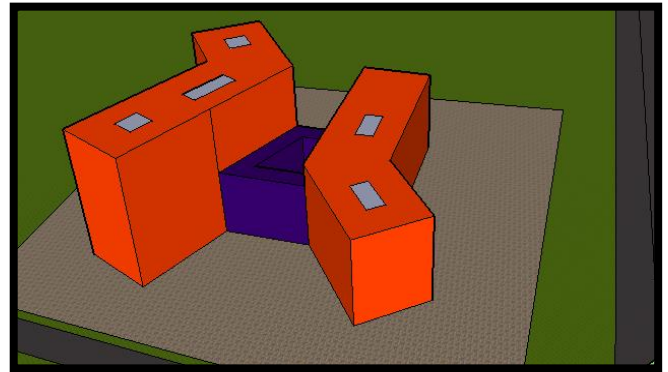
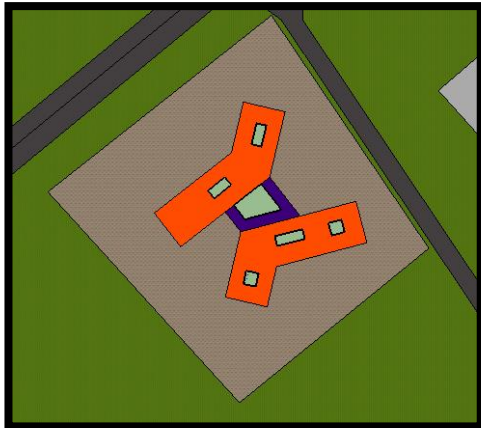
5 – l'articulation : « L'articulation entre les éléments, accentue l'autonomie des parties, elle met en valeur l'existence et le réel »³.

- L'addition d'un volume qui abrite un espace central organisateur et fédérateur mais aussi d'interconnexion spatiale et fonctionnelle entre les différents volumes.
- On a créé une liaison, qui nous permet l'exploitation de la diagonale qui vient comme une agrafe qui relie les deux volumes.
- Cet élément décompose l'espace en 2 parties élément d'articulation des volumes et de séparation des espaces extérieurs : destinés aux chercheurs et au public.



³ Kouici L (le vocabulaire architecturale élémentaire)

6 - La création d'un patio dans le volume à fin d'assurer l'aération et l'éclairage indirecte des espaces.



IV.4 Zoning :

- Pour cette étape on a suivi des principes d'organisation ; la hiérarchie et la continuité fonctionnelle .

- L'entité de recherche occupe la partie postérieure de la masse bâtie, éloignée de l'accès principal.
- L'accueil sur la partie frontale du projet .
- L'entité de médecine préventive est située entre l'entité de recherche et celle de l'accueil (continuité fonctionnelle).
- L'entité de formation et de diffusion situé entre l'entité de recherche et celle de l'accueil (continuité fonctionnelle).
- L'entité d'administration prend sa place au-dessus de l'accueil.
- Annexes techniques : éloignées des autres entités.

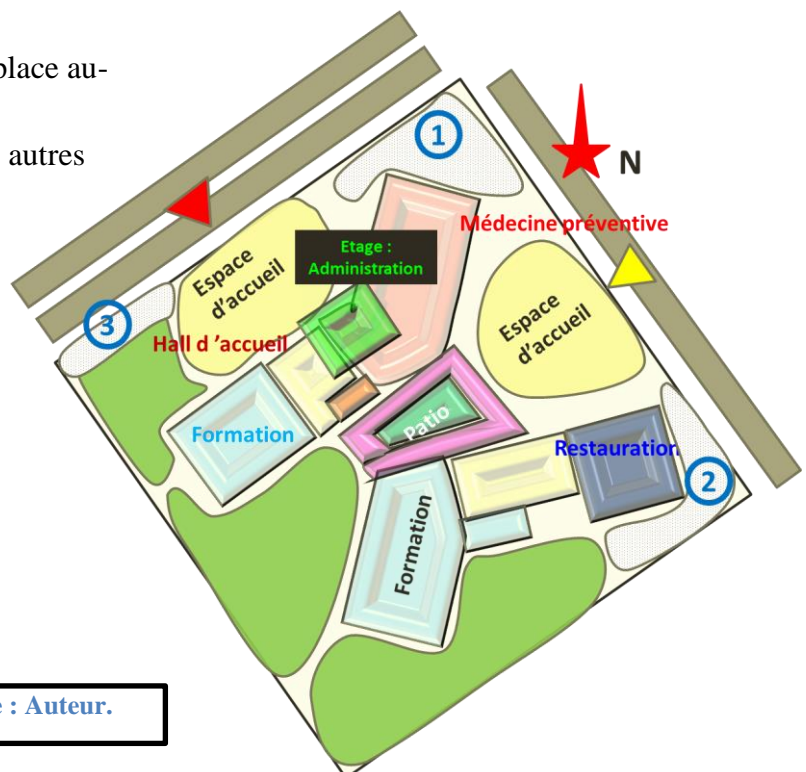


Figure 2 : Zoning . Source : Auteur.

IV.5 Zoning extérieur et parking :

- L'espace extérieur représente une extension à l'activité intérieure.
- On a une continuité fonctionnelle et homogénéité spatiale (espace extérieur protégé) de cette façon l'aménagement extérieur est un élément de séparation et d'articulation.
- La circulation mécanique est limitée à la périphérie du projet, en créant des aires de stationnement à proximité de chaque accès .Ils se situent comme ceci :
 - **Parking 1** : Stationnement pour les médecins et le personnel de l'administration.
 - **Parking 2** : Stationnement de service: chercheurs, techniciens...etc.
 - **Parking 3** : Stationnement extérieur pour les visiteurs.



Figure 3 : Zoning extérieur et parking.
Source : Auteur.

IV.6 Parcours extérieurs :

- Parcours de franchissement mène directement à l'espace de distribution global intérieur (hall d'accueil et hall de l'entité des laboratoires)
- Parcours périphérique : englobe tous les espaces aménagés tout autour du projet.
- Parcours d'articulation : articule les entités et les espaces extérieurs adjacents.

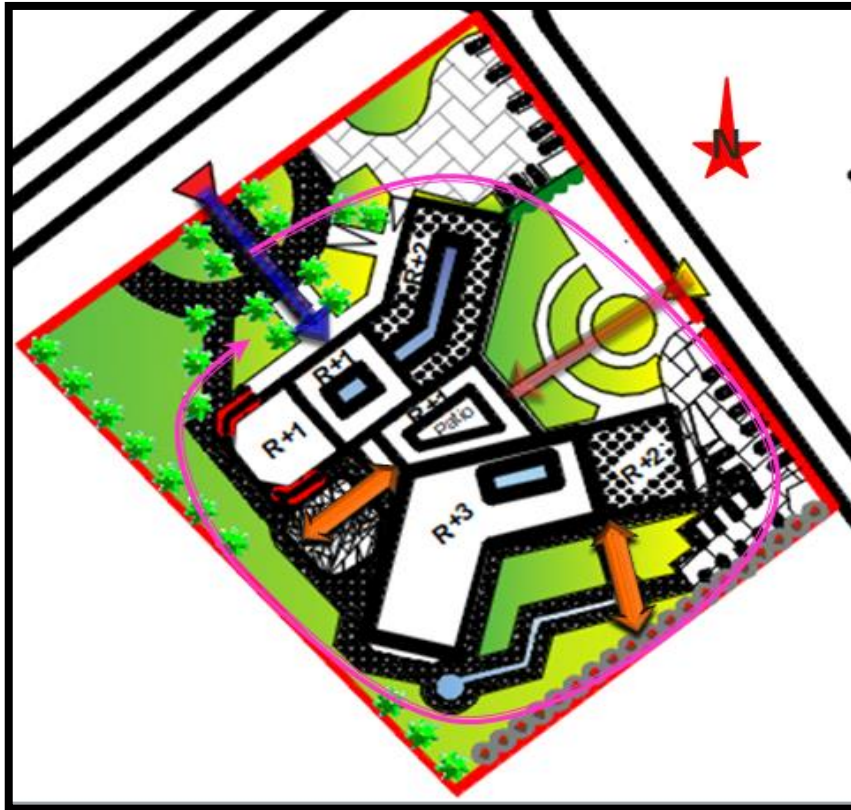


Figure 4 : Parcours extérieurs. Source : Auteur.



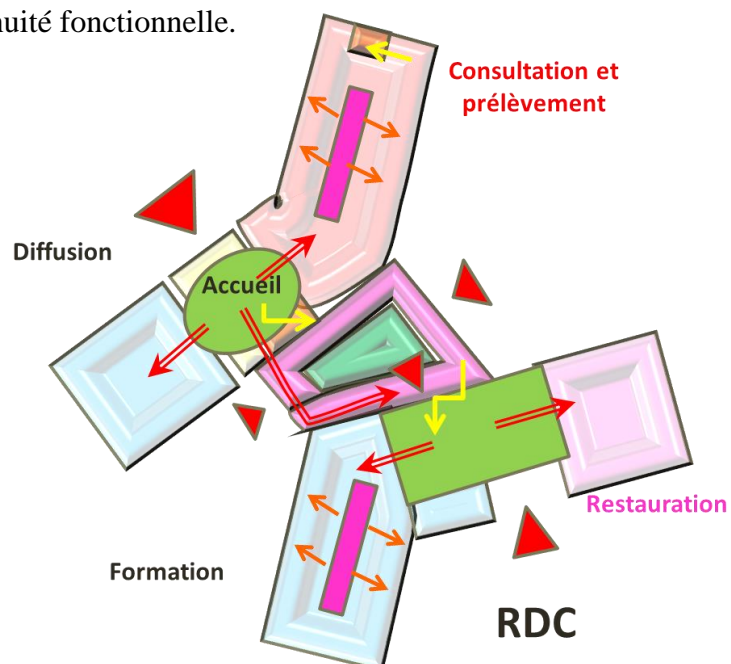
Figure 5 : Zoning et parcours extérieurs. Source : Auteur

IV.7 Sous zoning et parcours intérieur :

- L'organisation des entités et des espaces se fait selon la hiérarchie du public vers les activités privées sur 4 niveaux.
 1. Le volume **d'accueil** (accueil, réception, exposition) au RDC. L'administration et la salle de conférence en étage.
 2. **L'entité de recherche** commence du 1^{er} étage jusqu'au dernier selon le niveau de confinement de chaque département pour des raisons sécuritaires et hygiéniques (empêcher la propagation des virus) en s'organisant comme ceci :
 - ❖ R+1 : Département de production : à fin de s'approcher de l'entité d'hospitalisation (transporter les échantillons). Et le département d'immunologie.
 - ❖ R+2 : Département de bactériologie et de parasitologie (le même niveau de confinement)
 - ❖ R+3 : Département de virologie : le plus éloigné dû au risque de transmission et prenant plus d'espace par rapport aux autres département (les maladies virales très répandues en Algérie)
 3. **L'entité de formation** : elle se divise en 2 parties. La partie publique : dans le volume d'accueil (la salle de documentation + les salles de projection + l'amphi) et l'autre partie partage le même volume de la recherche en RDC pour les salles de classes et les laboratoires (continuité fonctionnelle).
 4. **L'entité de médecine préventive** :
 - ❖ RDC : Espace de consultation et de prélèvement (semi-public)
 - ❖ R+1 : L'espace d'hospitalisation (chambres de confinement + annexes).

Les parcours intérieurs :

La circulation intérieure prend une forme radiale au niveau des nœuds entre les entités à fin de séparer les flux. Elle est linéaire au niveau des entités pour maîtriser la distribution et garder la continuité fonctionnelle.



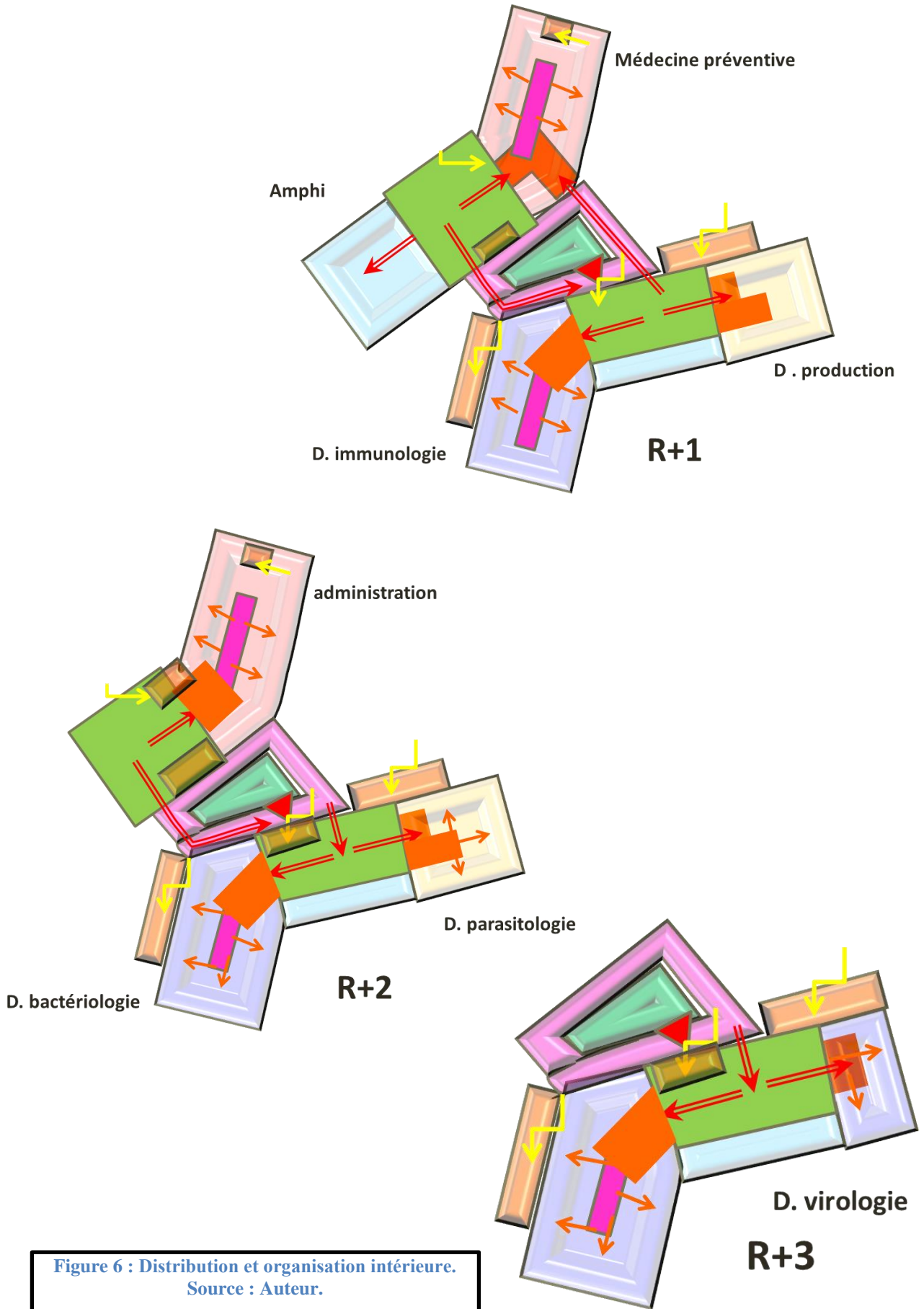


Figure 6 : Distribution et organisation intérieure.
Source : Auteur.

IV.8 La conception des laboratoires :



Figure 7 : La distribution à l'intérieur du laboratoire. Source: Auteur

- L'accès vers l'espace servant des laboratoires est contrôlé à fin d'assurer une sécurité.
- La distribution vers les laboratoires se fait par un sas d'entrée à double porte conçue selon le principe d'une organisation linéaire : d'une largeur minimale de 2m et d'une distance à parcourir réduite pour réduire les risques d'accident (essai de secours à l'extrémité), équipés par des portes coupe-feu.
- L'espace de travail des laboratoires prend la forme régulière (rectangulaire)
- Pour la circulation à l'intérieur du laboratoire, on tient compte de l'effectif et de l'encombrement du matériel, la voie de circulation est placée à 1m des Sorbonne.
- Les plans de travail sont classés en trois familles selon l'utilisation : des table servant principalement à écrire, des paillasse sèches, et humides .
- Des vestiaires sont prévues en surface suffisante de façon à pouvoir recevoir deux armoires-vestiaires, ils sont séparés (sale et propre , homme/femme) ils serviront de sas d'entrée au laboratoire, les vestiaires sales sont équipés de douches et lavabos et accessibles de l'espace de travail à la sortie (garder l'espace commun propre)

- **Eclairage naturel** : un éclairage bilatéral à travers la façade extérieure nord ouest et l'éclairage indirect à travers les atriums.
- **Ventilation et rafraîchissement** :
À travers les vents dominant du nord et nord-ouest pénétrant à travers la façade principale.



- La façade principale est orientée nord pour l'exploitation de la lumière naturelle en maximum par l'ouverture des espaces avec des larges surfaces vitrées.



- Entrée attractive et apparente avec effet de perspective matérialisé par un passage liée directement à l'entrée principale aménagé par de la végétation ; arbuste et fleurs.



- Façade ouest fermée ornée par des symboles d'un anticorps rappelant l'idée principale du projet.



- Le traitement de la façade sud par des brises soleils verticaux et horizontaux (système loggia) à fin de diminuer la surchauffe à l'intérieur de l'espace et éviter la pénétration des rayons solaires défavorable.
- L'aménagement du côté sud par des plans d'eau et de la végétation à fin de rafraichir l'air et minimiser l'impact des vents de sable.



- L'extension de l'entité de diffusion à l'espace extérieur protégée par des pergolas permettant l'exposition temporaire en plein air .



Chapitre V :

Etude technique

Introduction :

Dans ce chapitre nous exposons les différents techniques et dispositifs liés à la durabilité utilisés dans notre projet donc nous développerons le système constructif ; les techniques de confort thermique, et visuel également à la gestion de l'énergie et d'eau.

V.1 Système constructif :

« La structure est constituée d'un certain nombre d'éléments linéaires (poteaux poutres) et surfaciques (dalles, voiles) assemblés entre eux par des liaisons. Son rôle est d'assurer la solidité de l'ouvrage donc de transmettre les charges permanentes, variables et accidentelles jusqu'aux fondations donc au sol » Construire avec les bétons, Edition du moniteur, Paris 2000

Le choix du système constructif relatif au projet est déterminé selon plusieurs critères tels :

- La recherche d'une cohérence entre la composition formelle adoptée et le choix structurelle nous permettant d'apporter des solutions logique aux diverses situations qui se présentent dans le projet.
- La recherche d'une fluidité d'espace à l'intérieur du projet, et ça d'après le compartimentage général voulu.
- La recherche d'un système capable de résister aux efforts Horizontaux et verticaux, y compris le vent et le séisme.

V.1.1 L'infrastructure :

Une infrastructure s'agit de la partie enterrée porteuse d'une structure composée d'ouvrages ou d'équipements¹. Elle constitue un ensemble capable de :

- Transmettre au sol la totalité des efforts.
- Assurer l'encastrement de la structure dans le terrain.
- Limiter les tassements différentiels.

V.1.2 Les fondations :

Un ouvrage quelle que soient sa forme et sa destination, prend toujours appui sur un sol d'assise. Les éléments qui jouent le rôle d'interface entre l'ouvrage et le sol s'appellent fondations. Ainsi, quel que soit le matériau utilisé, sous chaque porteur vertical, mur, voile ou poteau, il existe une fondation.

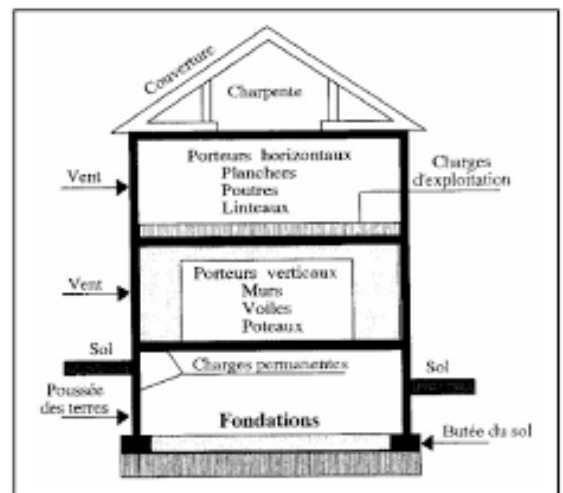


Figure 1 : Coupe verticale qui montre les fondations.
Source : Cours fondations génie civil pdf

¹ Définition du BTP

[CHAPITRE V]

V.1.3 Le choix du type de fondation dépend :

- Du type d'ouvrage à fonder, donc des charges appliquées à la fondation (charges différentes pour une maison individuelle et pour une tour),
- De la résistance du sol. Il est important de faire une bonne reconnaissance des sols.

Si la couche superficielle est suffisamment résistante, il sera quand même nécessaire de faire une reconnaissance de sol sous le niveau de la fondation sur une profondeur de deux fois la largeur de la fondation et s'assurer que les couches du dessous sont assez résistantes. . Si la couche superficielle n'est pas assez résistante, une reconnaissance des sols devra être faite sur une profondeur plus importante. On choisira toujours la fondation la plus économique.²

V.1.4 La superstructure :

Nous avons opté pour le système portique qui est un système économique souvent utilisé.

A. La structure en Portique :

Est une structure élémentaire, constituée de deux montants supportant une traverse, ces trois éléments ayant leur axe contenu dans un même plan. Sa fonction structurelle est de porter les charges qui s'appliquent sur lui en les déviant vers ses fondations, pour générer ainsi un espace dégagé.

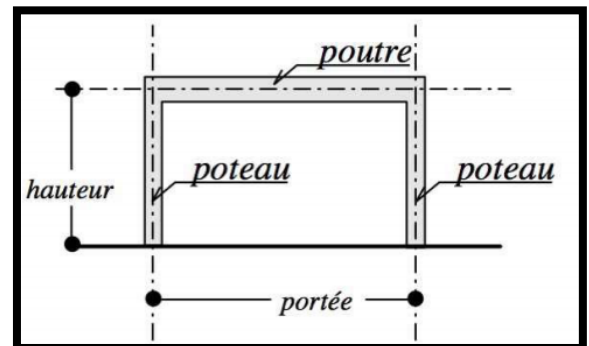


Figure 2 : Un portique est une structure composée de deux poteaux et une poutre qui dégage un espace entre ces trois éléments et le sol Source :

V.1.5 Éléments de structure :

A. Planchers :

Sont l'un des éléments les plus importants de la superstructure. Il offre une surface plane horizontale séparant deux niveaux d'une construction et est capable de supporter des charges. . Le plancher est réalisé par une dalle horizontale de 160 à 300 mm d'épaisseur et un réseau porteur horizontal constitué de poutre, poutrelles et chevêtres.

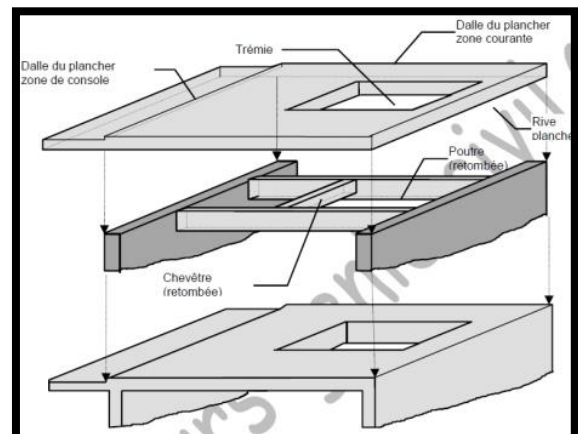


Figure 3 : un réseau porteur horizontal constitué de poutre, poutrelles et chevêtres .Source : Cours : Bâtiment 2

² : Ossatures Bâtiment (2015/2016) – MASTER Génie Civil – Option : Structures civiles et industrielles- Prof. Amar KASSOUL -UHBChef

[CHAPITRE V]

Nous avons opté pour deux types de planchers :

Plancher en caissons pour le bloc de recherche :

Le cas des dalle caissons ou encore cassette se rapproche beaucoup des dalles nervurée. Sauf que dans ce cas les nervures sont de deux directions qui peuvent être orthogonale ou non. Ce type de planchers est réputé très rigide et résistant tout en étant très économique. On le rencontre souvent au-dessus de grandes portes ainsi que des charges importantes prévalent. C'est le cas des salles de classes et des laboratoires.

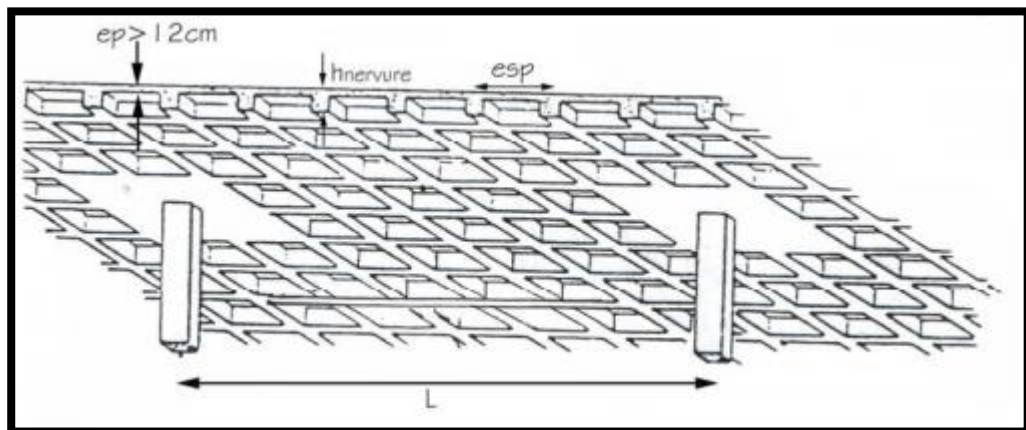


Figure 4 : dalle à caisson bidirectionnelle. Source : Cours construction Mr.Lemdani

Les caractéristiques dimensionnelles dans ce cas sont telles que :

- Porte libre de 15 à 25 mètre
- L'épaisseur e_p de la dalle au minimum 12 cm.
- L'espacement des nervures est variable de 60cm à 1.20m
- La retombée des nervures est bornée par la relation : $\frac{1}{20} \leq \frac{H_{nervures}}{L_{min}} \leq \frac{1}{15}$

Plancher en béton armé (dalle pleine) :

Les planchers en béton armé présentent des avantages qui expliquent leur utilisation de plus en plus répandue, non seulement le béton armé permet des réalisations variées et économique mais de plus, il offre, par son monolithisme, des garanties d'une excellente liaison entre les différents éléments.

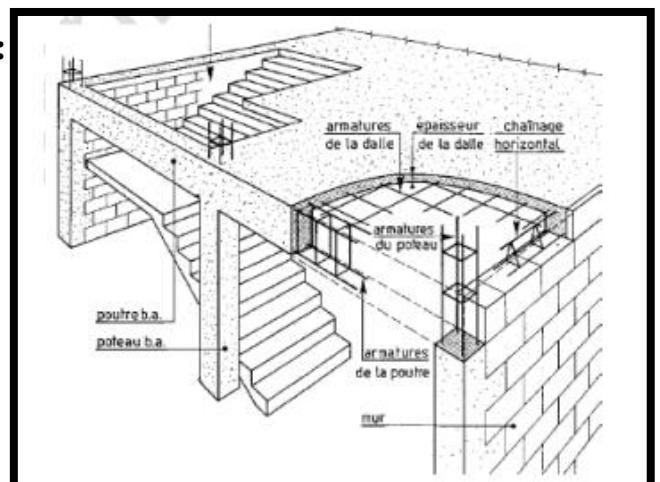
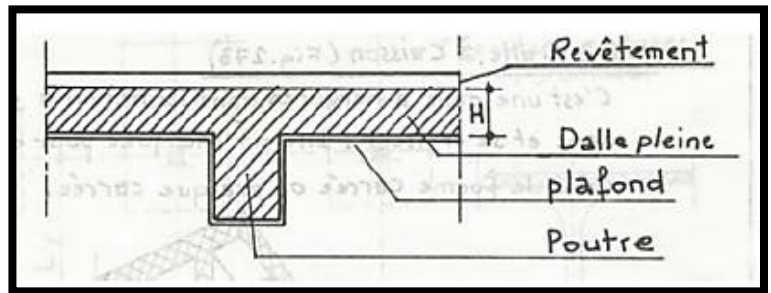


Figure 5 : Plancher en béton armé (dalles). Source : Cours : Bâtiment 2 (12/13)

[CHAPITRE V]

Figure 6 : Coupe d'une dalle pleine.
Source : Slideshare



B. Poteaux :

C'est un élément porteur ponctuel chargé de reprendre les charges et les surcharges issues des différents niveaux pour les transmettre aux fondations. Aussi le rôle des poteaux ne se limite pas à assurer la reprise des charges verticales, mais contribue largement lorsqu'ils sont associés à des poutres pour former des cadres ou des portiques à reprendre les actions horizontales dues au vent.



Figure 7 : Poteau. Source : Socramat

C. Poutres :

Les poutres sont des éléments porteurs horizontaux chargés de reprendre les charges et surcharges se trouvant sur les planchers pour les transmettre aux poteaux d'une retombée maximum de 1.10m

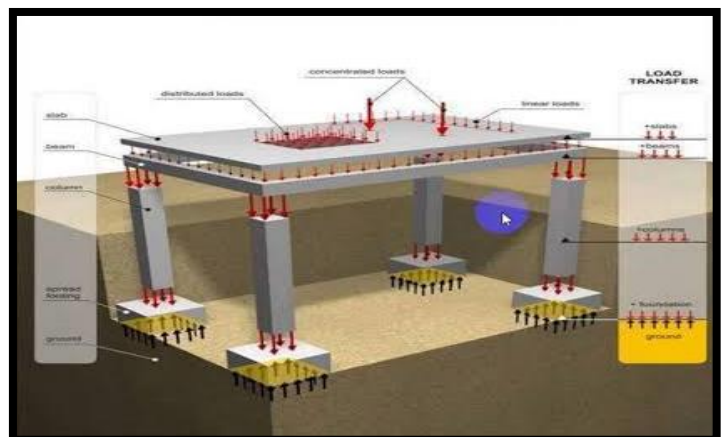


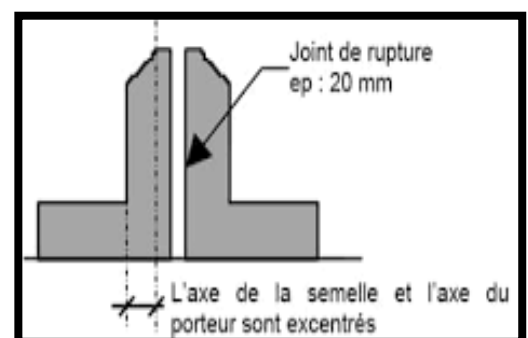
Figure 8 : Distribution des charges. Source : Mohamed Magdy

D. Les joints :

Le découpage du plan est réalisé à partir de la nature volumétrique du projet ; pour arriver à un équilibre statique de la super structure, le changement de la trame nous conduit à partager l'équipement en deux parties qui travaillent indépendamment.

- Un joint de rupture : il sépare complètement les 2 ouvrages y compris les fondations.

Figure 9 : Coupe sur un joint de rupture.
Source : Page Génie civile



[CHAPITRE V]

- Un joint de dilatation : est un joint destiné à absorber les variations de dimensions des matériaux d'une structure sous l'effet des variations de température. Il descend jusqu'aux fondations : la semelle n'est pas fractionnée.
- **Le couvre de joint :** est un intervalle structurel conçu pour s'adapter au mouvement d'un bâtiment de façon contrôlée, permettant ainsi d'empêcher les dommages aux finitions internes et externes d'un bâtiment.

V.1.6 Les matériaux de construction :

❖ Critères de choix des matériaux de construction :

Les matériaux utilisés dans la construction sont nombreux et variés, leur choix s'articule autour de grands critères:

- Leur apparence - Leur solidité - Leur résistance.
- L'impact environnemental - L'isolation - Le coût économique.
- Recyclable - Hygiène et contrôle Des infections.

A. Les murs :

Ce sont des ouvrages verticaux en différents matériaux de construction. Ils peuvent être préfabriqués ou réalisés directement à leur emplacement définitif dans la construction.

A.1. Les murs en maçonneries :

Un mur en maçonneries est une structure verticale composée par l'assemblage d'éléments de petites dimensions, montés en lits horizontaux et à joints croisés, liés entre eux par joint de mortier, par collage ou par emboîtement.

- Un mur en maçonnerie intérieur en brique en béton cellulaire.
- Un mur en maçonnerie extérieur en double paroi (brique en béton cellulaire, isolant l'âme d'air, brique en béton cellulaire)

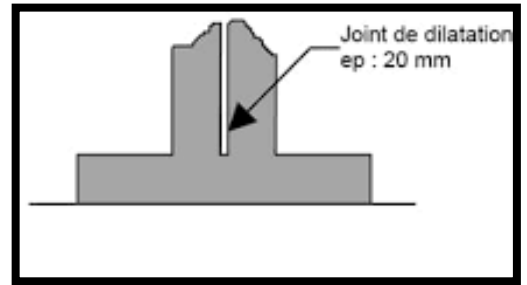


Figure 10 : Coupe sur un joint de dilatation. Source : Page Génie civile



Figure 11 : Couvre-joint. Source : Page Génie civil



Figure 12 : Mur en maçonnerie. Source: isolation thermique.org

[CHAPITRE V]

A.2. Les murs rideaux (vitrage) :

Nous avons adopté ce système de vitrage dans le traitement des façades. Un mur-rideau est considéré comme étant un assemblage de fenestration œuvrant comme revêtement mural continu suspendu à distance de l'extrémité de la structure de plancher principale.³

B. Le vitrage :

• Double vitrage peu émissif:

Un vitrage peu émissif ou VIR est un double vitrage qui a subi un traitement spécial sur les faces internes entre les deux vitres. Ce type de vitrage vous permet d'améliorer grandement la capacité isolante de la vitre et de préserver la chaleur en hiver et de repousser la chaleur en été.

V.1.7 Les techniques bioclimatiques utilisées :

A. Façade double peau :

La façade double peau est une paroi extérieure à plusieurs couches composée de deux niveaux de façade :

- Le niveau extérieur (façade secondaire) a pour fonction de supporter les contraintes environnementales.
- Le niveau intérieur (façade primaire) délimite les différentes zones utiles et assure en règle générale la fonction d'isolation thermique.
- L'espace entre ces deux façades constitue une zone climatique intermédiaire qui est généralement en liaison ouverte sur plusieurs étages.

On a appliqué cette technique sur la façade ouest de l'amphi.⁴

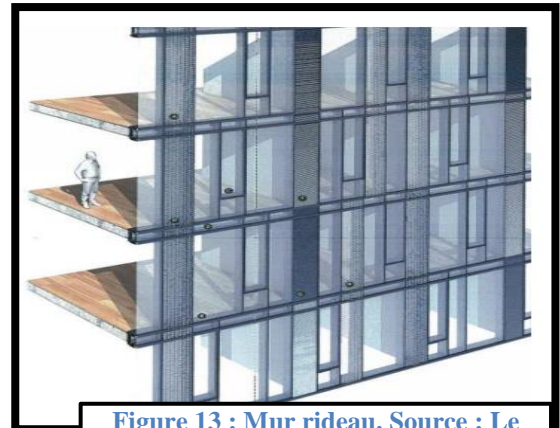


Figure 13 : Mur rideau. Source : Le nouveau guide du mur rideau

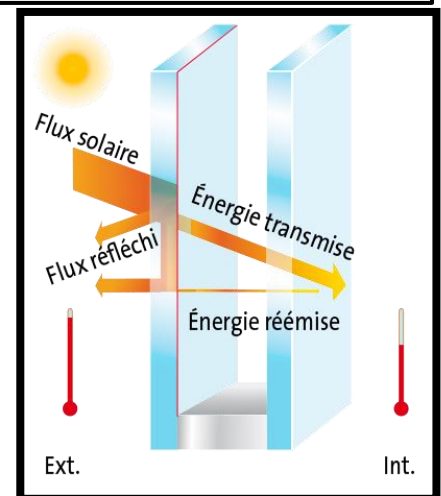


Figure 14 : schéma montrant le principe d'un double vitrage. Source: Guide menuiserie

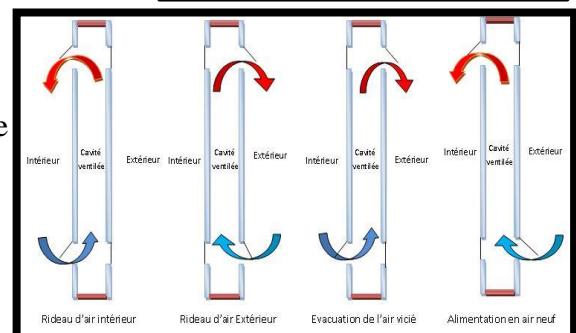


Figure 15 : Façade double peau. Source : FCI schéma

³ Colloque annuel sur l'enveloppe du bâtiment. Page13

⁴ Bâtiments à façades double-peau / 102-15fr

[CHAPITRE V]

B. Les atriums bioclimatiques :

Des atriums sont intégrés dans le bloc antérieur donnant sur une mezzanine qui regroupe plusieurs entités. En hiver il joue le rôle d'un effet de serre (stocker la chaleur à l'intérieur) ; pour l'été intégrer avec des ouvrants qui permet la pénétration de l'air frais vers l'intérieur et dégager l'air chaud vers le haut par des lanterneaux. Tout en participant à l'éclairage naturel durant toute l'année (puits d'éclairage).

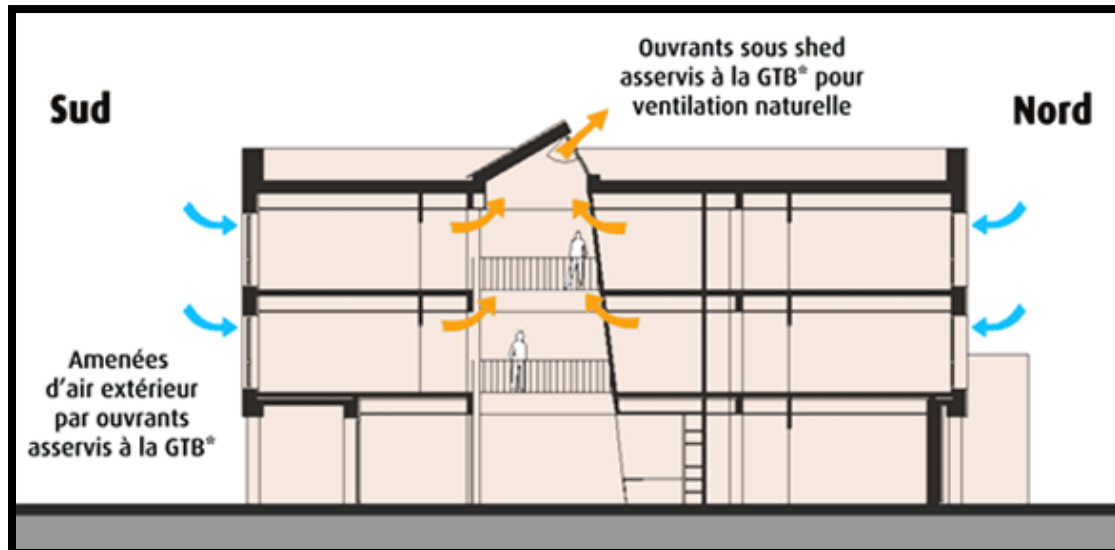


Figure 16 : Le rôle d'un atrium. Source: Gestion technique du bâtiment

V.1.8 Les protections solaires :

Ce sont des dispositifs appartenant à l'édifice, permet de limiter la gêne visuelle due à l'ensoleillement direct, et à limiter les gains d'énergie directe lorsque l'énergie solaire est importante.⁵

A. Les objectifs des protections solaires :

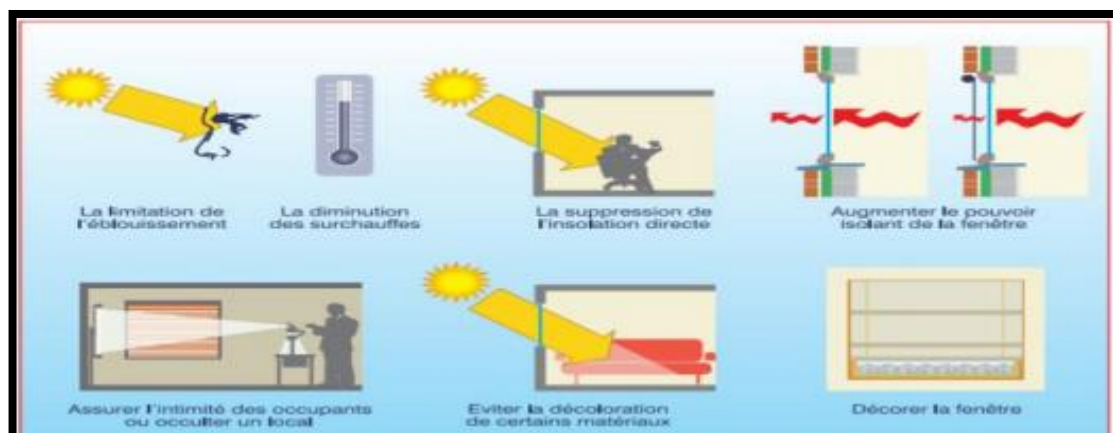


Figure 17: Les objectifs de la protection solaire. Source: Traité d'architecture et d'urbanisme

⁵ Les impacts de la protection solaire sur le confort d'usage dans les salles de classes

[CHAPITRE V]

Les chercheurs et les concepteurs ont développé plusieurs formes et techniques de contrôle solaire. Ces catégories en général, sont :

B. **les dispositifs de contrôle solaire ordinaire** : ils se divisent en plusieurs catégories :

a) **Les protection liées à l'environnement** :

Cette catégorie se constitue essentiellement de la végétation et les constructions voisines. La végétation doit être choisie soigneusement en prenant en compte son espèce et ses caractéristiques dimensionnelles. Ces dernières influencent la forme de l'ombre en été comme en hiver.



Figure 18 : Mur végétal. Source: batiactu.com

b) **Les éléments architecturaux** :

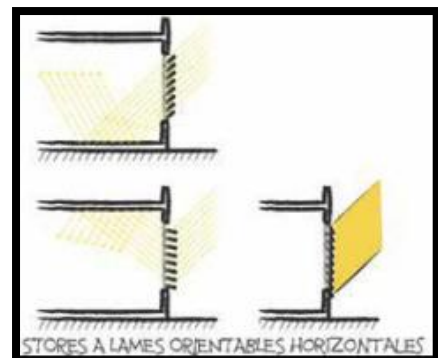
Plusieurs éléments de façade participant à la définition architecturale du bâtiment tels que les balcons, les arcades, les corridors, les encorbellements et tout décrochement du volume de bâtiment peuvent produire un ombrage sur certaines parties de façade.

C) **Les protections ajoutées** :

1) **Store rétractable, volet et auvents** :

a. *Stores et rideaux en tissu* :

Ce type se caractérise par les facteurs de réflectivité et des transmissibilités variées. Sous ce type il y quatre sous-types : Les stores dont la couleur foncée, Les stores dont la couleur claire, Les tissus aluminés et Store a multi film.



2) Le volet opaque:

Ce genre de dispositif permet le contrôle de la lumière solaire avec la portion de surface d'ouverte occultée.

3) Les persiennes:

Ce type combine les avantages de volet opaque rétractable (il peut être enlevé complètement de la fenêtre) et avec les propriétés de la redistribution de lumière des auvents une fois fermé. Afin d'éviter les risques d'éblouissement et de surchauffe, les auvents empêchent la pénétration de lumière directe du soleil et laissent seulement la lumière reflétée de la terre d'entrer.

4) Les dispositifs d'occultation fixés (brises soleil) :

Ces pare-soleil extérieurs sont conçus en fonction de la course du soleil, pour être efficaces en été et ne pas réduire les apports solaires en hiver.

a)-Les auvents :

L'auvent est constitué par une avancée horizontale placée au-dessus de la fenêtre. Ce type compris les auvents, les débords de toiture, les balcons, les linteaux de fenêtre et les écrans à lames horizontales. Il est conseillé surtout pour l'orientation sud. (Izard, J.L., 1994)

b)-La joue :

Les joues sont des brises soleil verticaux autrement dit, sont toutes saillies des plans verticaux par rapport au plan de baie, y compris les décrochements, les tableaux de fenêtre, écrans à lames verticales ...etc. Cette solution est préférée pour les orientations *Est* et *Ouest* où les auvents devenant inefficaces



Figure 19: Volet opaque. Source: <http://www.menuiserie-le-bodic.com/volet-interieur/>



Figure 20: Des persiennes. Source: <https://fr.wiktionary.org/wiki/persienne>



Figure 21: Des auvents. Source: Pinterest

[CHAPITRE V]

c)-Loggia:

Une loggia est toute forme architecturale constituée par un auvent et deux joues. Le calcul des dimensions de loggia, la méthode consiste à remettre la loggia a son origine un auvent et deux joues sur la façade Sud.



Figure 22: Système Loggia sur la façade sud. Source : Auteur

V.1.9 Les panneaux photovoltaïques:

- Le choix des installations sur site isolé :

Ce type de montage est adapté aux installations ne pouvant être raccordées au réseau. L'énergie produite doit être directement consommée et/ou stockée dans des accumulateurs pour permettre de répondre à la totalité des besoins. Ces panneaux devraient être placés sur le local technique (La partie postérieure) orientés en plein sud.



Figure 23 : Panneau photovoltaïque. Source: Pinterest

V.1.10 La végétation :

La végétation offre un ombrage saisonnier, elle fait un écran contre les vents, rafraîchit l'air par évapotranspiration et filtre les poussières en suspension et créer l'ombrage ; Effet d'oxygénation de l'air ambiant.

[CHAPITRE V]





Types	Genre	Emplacement	Fonction	Image de plante utilisée
Végétaux persistants	Cyprès	Le coté NORD	Protection contre les vents Diminuer le bruit	
Végétaux caduques	Saule Erable	Le coté SUD	Protection solaire Effet de fixation des poussières	
Mur arbuste	Le troéne Le troéne panaché	Comme clôture	Séparation entre l'inter et l'extérieur régulateur de température de l'air	
Pour le sol	Gazon Mousse Graminée	Dans le sol	Absorption d'eau ; protection de sol ;	

Tableau 1: tableau montrant les types de végétation utilisés. Source: Auteur

Chapitre VI :

simulation

numérique

Introduction :

Le confort en architecture, est une notion profondément liée à la sensation de l'être humain, et un état d'équilibre entre l'occupant, le bâtiment et l'environnement extérieur. Un équipement conçu dans une zone aride a comme objectif d'éviter les rayons solaires directs, de rechercher l'ombre et la fraîcheur. Donc il doit assurer le confort de l'utilisateur en réduisant le maximum des dépenses d'énergie au niveau du chauffage, de refroidissement, et de l'éclairage.

Garantir le confort dans le laboratoire de recherche c'est permettre aux chercheurs d'exécuter leurs tâches (expérimentation) avec efficacité, précision, et sécurité sans causer des gênes.

VI.1 Problématique :

Le laboratoire est l'espace le plus important dans un centre de recherche, c'est là qu'on doit assurer des conditions environnementales intérieures favorables à fin d'améliorer le rendement de travail des chercheurs : le confort thermique, visuel et l'ensoleillement.

Les conditions thermiques, lumineuses et l'ensoleillement sont les paramètres déterminants de la qualité de l'environnement visé. Ces conditions prennent plus d'importance dans les zones arides où l'ensoleillement intense s'étale sur une grande période de l'année.

Parmi les éléments de contrôle solaire, les dispositifs d'occultation qui sont rajoutés aux fenêtres pour contrôler la pénétration des rayons solaires. Ce contrôle soit par occultation , réorientation, redistribution à fin de réduire la surchauffe, éliminer la tâche solaire sur le plan de travail et uniformiser l'éclairage .

Les questions qui se posent :

- Comment contrôler la pénétration des rayons solaires à fin de réduire la surchauffe, éliminer la tâche solaire sur le plan de travail et uniformiser l'éclairage ?
- Quel est l'impact des dispositifs d'occultation sur les conditions thermiques intérieurs ?

VI.2 Hypothèse :

Equiper les fenêtres par des dispositifs d'occultation pourrait éliminer la tâche solaire sur le plan de travail pendant les heures de travail par conséquence réduire la surchauffe à l'intérieur de l'espace.

VI.3 Les conditions thermiques dans les laboratoires :

Les conditions thermiques dans l'espace sont liées à :

- L'environnement extérieur , et les caractéristiques de l'espace (l'enveloppe) ; matériaux de construction et ouvertures
- Les matériaux de constructions
- Les ouvertures : orientation , dimensions, dispositifs de protection.

VI.4 L'éclairage naturel :

Selon « W.C.Brown et K. Ruberg », l'éclairage naturel est défini comme étant l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer des tâches à accomplir. Pour concevoir un projet architectural durable on profite des sources de la nature et parmi ces sources nous avons l'éclairage naturel.

VI.4.1 Type d'éclairage naturel :

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

1. Eclairage latéral :

L'éclairage latéral caractérisé par l'usage de prises de jour en façade

2. Types d'éclairage latéral :

a- Eclairage unilatéral :

Il s'agit d'un éclairage fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même façade d'une orientation donnée. Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes.

b- Eclairage bilatéral:

L'éclairage bilatéral consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles, soit perpendiculaires, d'un même local. Cette solution remédie au défaut majeur que pose l'éclairage unilatéral. Elle permet d'éclairer efficacement un local de dimensions plus importantes que celles permises par un éclairage unilatéral. En plus, il procure un éclairage plus uniforme et réduit les contrastes ainsi que les risques d'éblouissement.

VI.5 Les paramètres d'influencants l'éclairage naturel :

a- Allège – Contrecoeur :

La partie basse des ouvertures ne contribue pas à l'éclairage des plans de travail tout en augmentant les échanges thermiques.

b- Linteau :

Il faut aller chercher la lumière naturelle « vers le haut » en réduisant la retombée du linteau. Plus l'angle de vision du ciel est important, plus la contribution de la lumière naturelle qui sera élevée dans fond de local.

c- Position de l'ouverture :

L'emplacement de l'ouverture dans la façade exerce une grande influence sur la pénétration de la lumière dans le local. Plus la fenêtre est élevée, plus le fond du local est éclairé.

d- Forme de l'ouverture :

Lorsque la largeur d'une fenêtre diminue, à surface vitrée identique, la répartition devient moins uniforme.

VI.6 Définitions :

❖ L'ombre gênant :

En fonction de sa direction, la lumière peut provoquer l'apparition d'ombres marquées, qui risquent de perturber l'exécution des tâches visuelles. Ce risque survient dans deux cas:

- Lorsque la lumière provient du côté droit pour les droitiers ou du côté gauche pour les gauchers.
- Lorsque la lumière est dirigée dans le dos des occupants.

❖ Eblouissement : (AFE : Association Française de l'Eclairage.).

L'éblouissement correspond aux à conditions de vision dans lesquelles on éprouve une gêne ou une réduction de l'aptitude à distinguer de petite objets par suite d'une répartition défavorables des luminances ou d'un contraste excessif, C'est- à-dire le passage rapide d'un lieu obscur à un endroit fortement éclairé ou bien la perception d'une source lumineuse particulièrement intense sur un tende sombre.

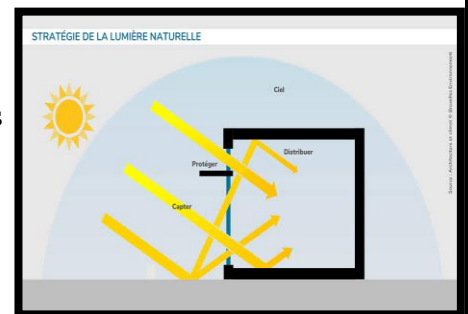


Figure 1 : assurer le confort visuel. Source : Guide du bâtiment durable.

VI.7 La ventilation naturelle :

C'est un principe de rafraîchissement passif, elle permet aussi un mouvement d'air qui optimise le confort thermique. Il existe de nombreux types de modes de ventilation naturelle dans les bâtiments, les trois principaux sont :

- La ventilation traversante.

[CHAPITRE VI]

- La ventilation par simple exposition .
- La ventilation par tirage d'air (effet de cheminée).

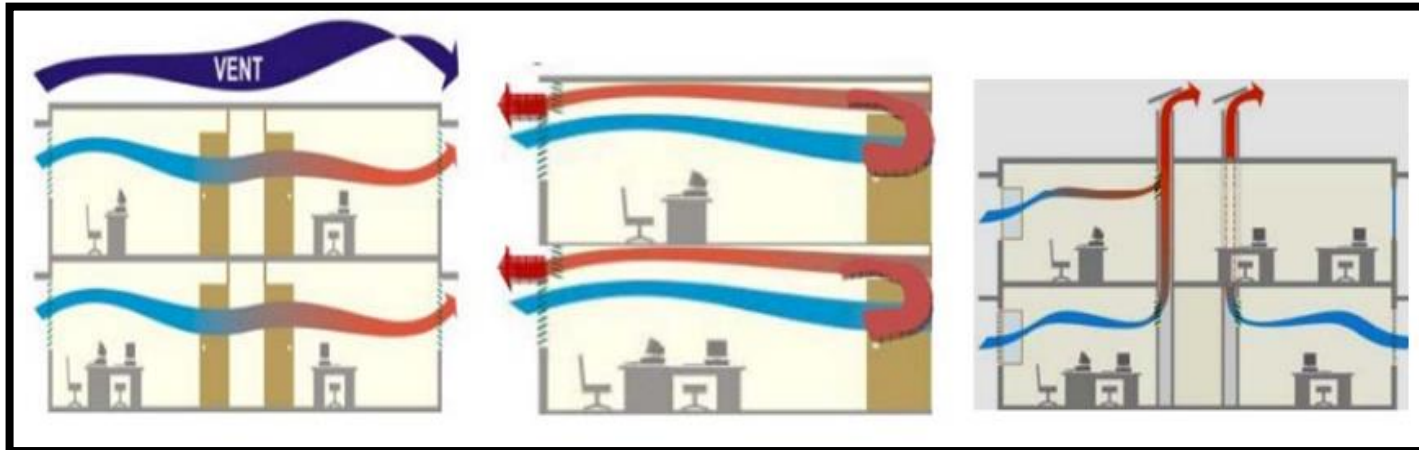


Figure 2 : Les trois modes de ventilation. Source : Mazari, 2012

VI.8 Présentation du logiciel de simulation :

La simulation en architecture s'est imposée comme une méthode précieuse pour visualiser et vérifier les différentes notions du confort au sein d'un bâtiment.

❖ La présente étude vise à identifier l'un des plus importants outils de simulation en raison de leur capacité de calcul d'un nombre important de variables.

❖ Définition de « Energyplus » :

EnergyPlus™ est un programme de simulation thermique et énergétique des bâtiments développé par le DOE (Department of Energy, États-Unis) permettant de calculer les températures intérieures l'humidité et les besoin de chauffage, ventilation et climatisation, l'ombrage, l'éclairage naturel et le besoin de l'occupant pour améliorer le confort et réduire la consommation d'énergie.



❖ Quel sont les avantages de l'Energyplus ?

- la rapidité avec les nouvelles techniques dans le domaine éclairage, chauffage, ventilation et climatisation.
- La facilité d'utilisation (pour l'ingénieur, l'architecte et le chercheur).
- Il produit des résultats qui peuvent ensuite être intégrées dans un autre programme.

[CHAPITRE VI]

- EnergyPlus ne contrôle pas les données et ne vérifie pas l'acceptabilité des paramètres (il ne s'étend pas à un nombre limité des données ou résultats du base).
- les chercheurs peuvent développer des modules simultanément avec une connaissance limitée de l'ensemble du programme.

VI.9 Présentation du cas d'étude :

Un laboratoire orienté sud située au premier étage sera représentée au schéma ci-dessous.

Position en plan : Dans ce cas on a choisi un laboratoire de recherche orienté sud située au premier étage avec une surface de 80m² une forme rectangulaire (8*10) adjacent à un autre laboratoire du côté nord et des vestiaires de l'ouest et des ouvertures orientées au Sud et Est .

- Hauteur : 5,25
- *Hauteur sous plafond* : 4,25m
- *Orientation de la salle* : Sud
- *Éclairage recommandé* : 500lux
- *Nombre d'occupants* : 3 chercheurs
- *Type d'éclairage* : Eclairage bilatérale
- *Orientation des ouvertures* : direct : Sud



VI.10 Simulation :

- ❖ La simulation de l'éclairage a été faite pour la journée la plus courte 21 décembre et la journée la plus longue 21 juin.
- ❖ La simulation de la température a été faite pour la journée la plus chaude 21 juillet
- ❖ La simulation de l'ensoleillement a été faite pour les journées 21 juin – 21 juillet

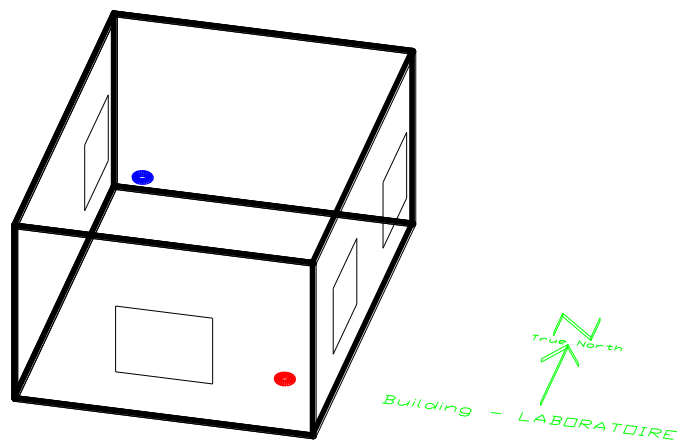
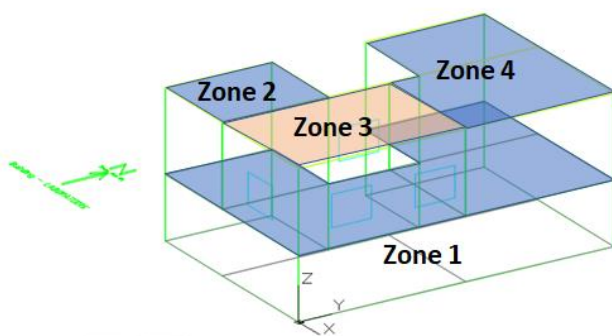


Figure 3 : Schéma du modèle de l'espace de simulation

1. Température

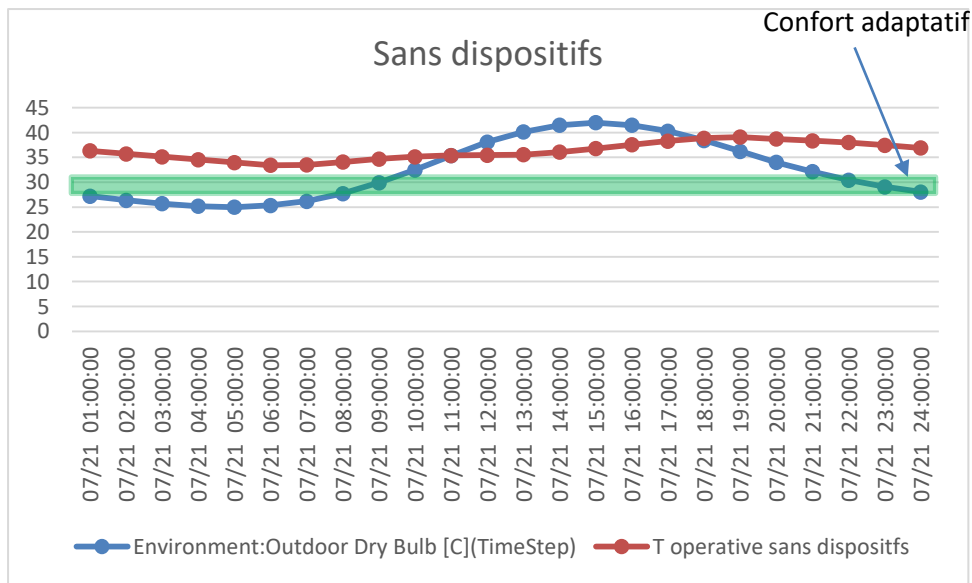


Figure 4 : Graphe des valeurs de la température extérieure et opérative

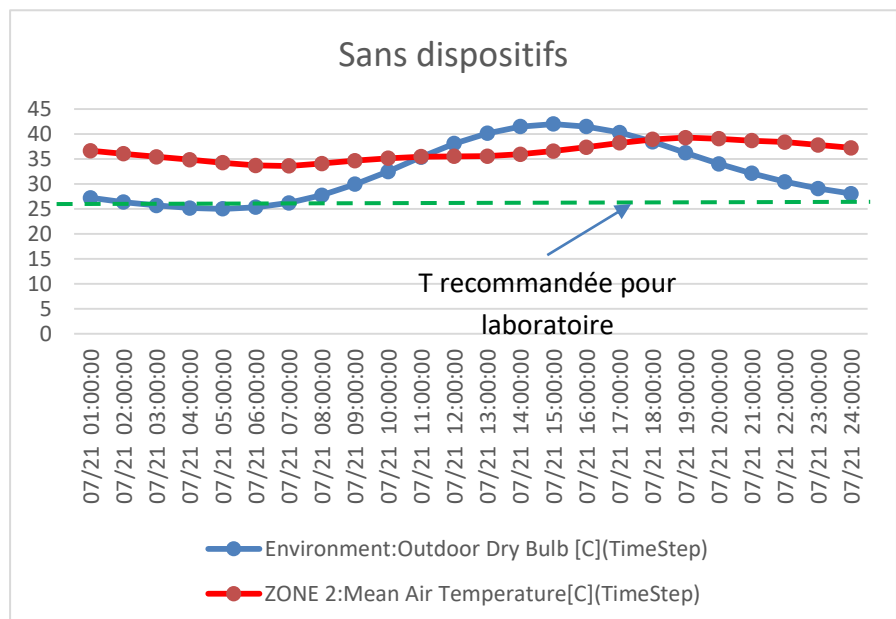


Figure 5 : Graphe des valeurs de la température extérieure et de l'air intérieur

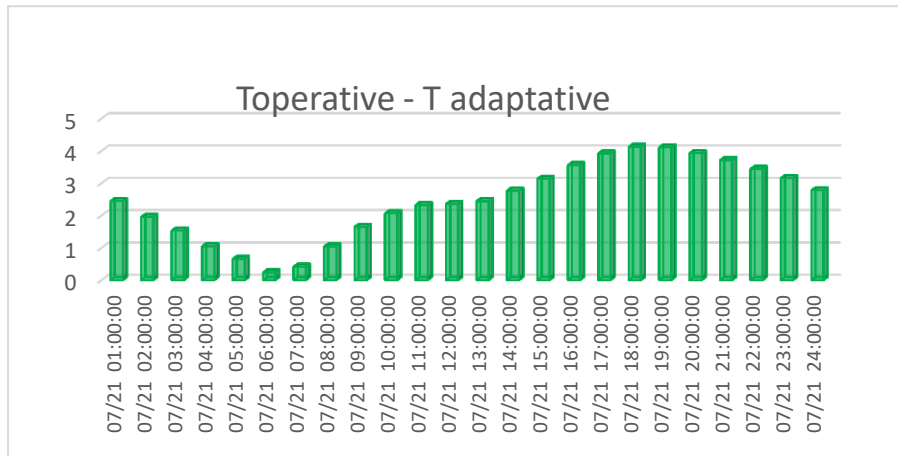


Figure 6 : Graphe des déférences entre la température opérative et la valeur de la température adaptative minimale

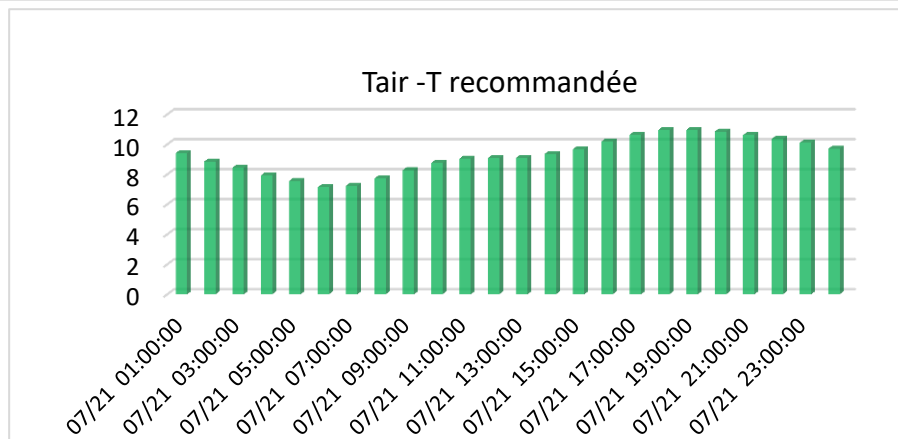


Figure 7 : Graphe des déférences entre la température de l'air et la valeur de la température recommandée (25°C)

Interprétation :

A travers les résultats de simulation de la période la chaude de l'année, on constate que la température opérative intérieure est supérieure à la température adaptative (surchauffe) de la zone de Laghouat comprise entre 27°C° et 31,7°C°. Pour la température extérieure ces valeurs sont au-dessous de la température adaptative pour une grande période de 00 :00 à 09 :00 et de 22 :00 à 00 :00.

Concernant les valeurs de la température de l'air intérieur et celle conseillée on a un intervalle atteint 11°C°

Les questions qui se posent, avant de passer aux solutions,

- Quelle est la cause de cette surchauffe à l'intérieur de l'espace ? La réponse est l'ensoleillement intense.

[CHAPITRE VI]

- Quelles sont les surfaces exposées à l'ensoleillement intense pendant cette période ? La réponse : surtout la façade sud et la toiture.

Pour vérifier notre hypothèse liée à l'impact des dispositifs d'occultation, on propose une protection de la fenêtre orientée sud avec des brises soleil.

2. Ensoleillement :

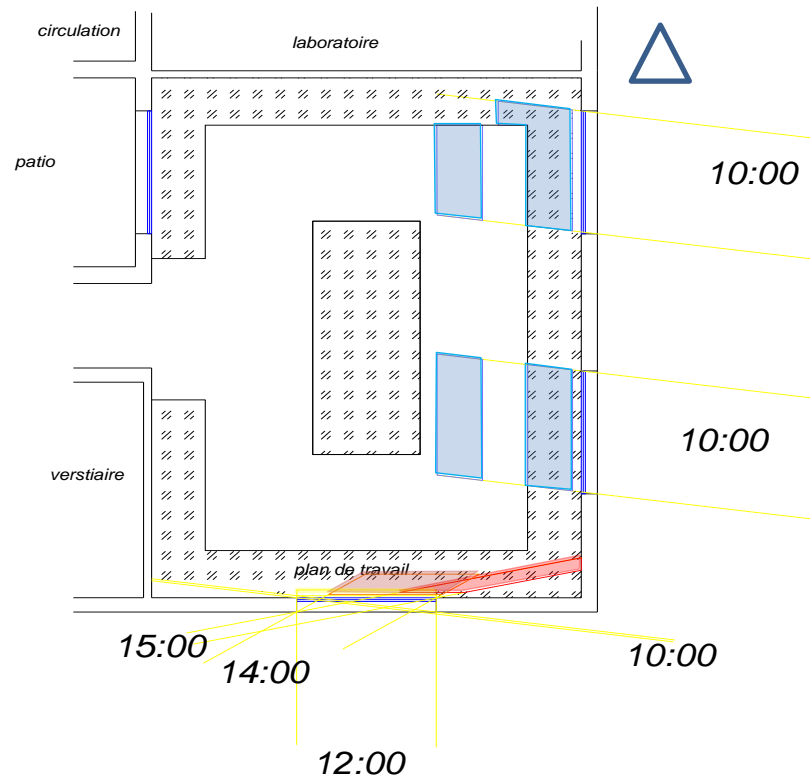


Figure 8 : Schéma de la pénétration des rayons solaires dans l'espace à 10 :00, 12 :00 ; 14 :00 et 15 :00

On a calculé l'ensoleillement pendant la période estivale seulement, parce qu'il représente une source de surchauffe et de la tâche solaire sur le plan de travail.

On observe que la tâche solaire pendant la période de surchauffe due à la pénétration des rayons solaires du côté sud.

Solution :

Equiper les ouvertures orientées sud par des dispositifs d'occultation pour éviter la pénétration des rayons solaires pendant les heures de travail toute l'année

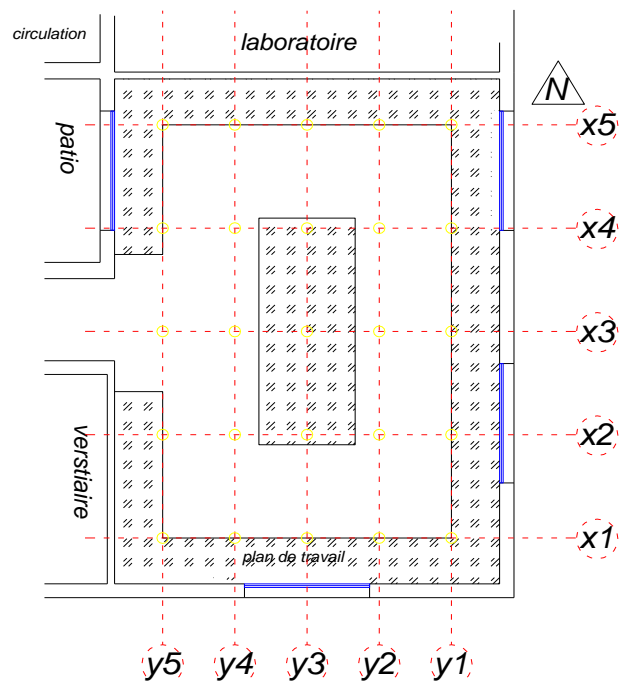
3. Eclairage :

On a calculé le niveau d'éclairage et l'indice d'uniformité pendant les périodes hivernale et estivale durant les heures de travail.

[CHAPITRE VI]

L'éclairage excessif, le contraste et l'éblouissement sont dus à une grande partie de la tâche solaire dans l'espace. (À travers cette simulation d'éclairage on vise découvrir la source d'éclairage excessif)

On va calculer l'éclairage sur une trame perpendiculaire de cinq axes commence d'une distance de 1,00m du fenêtre (voir le schéma).



21 Décembre:

Figure 9 : Schéma de la trame de base de calcul d'éclairage

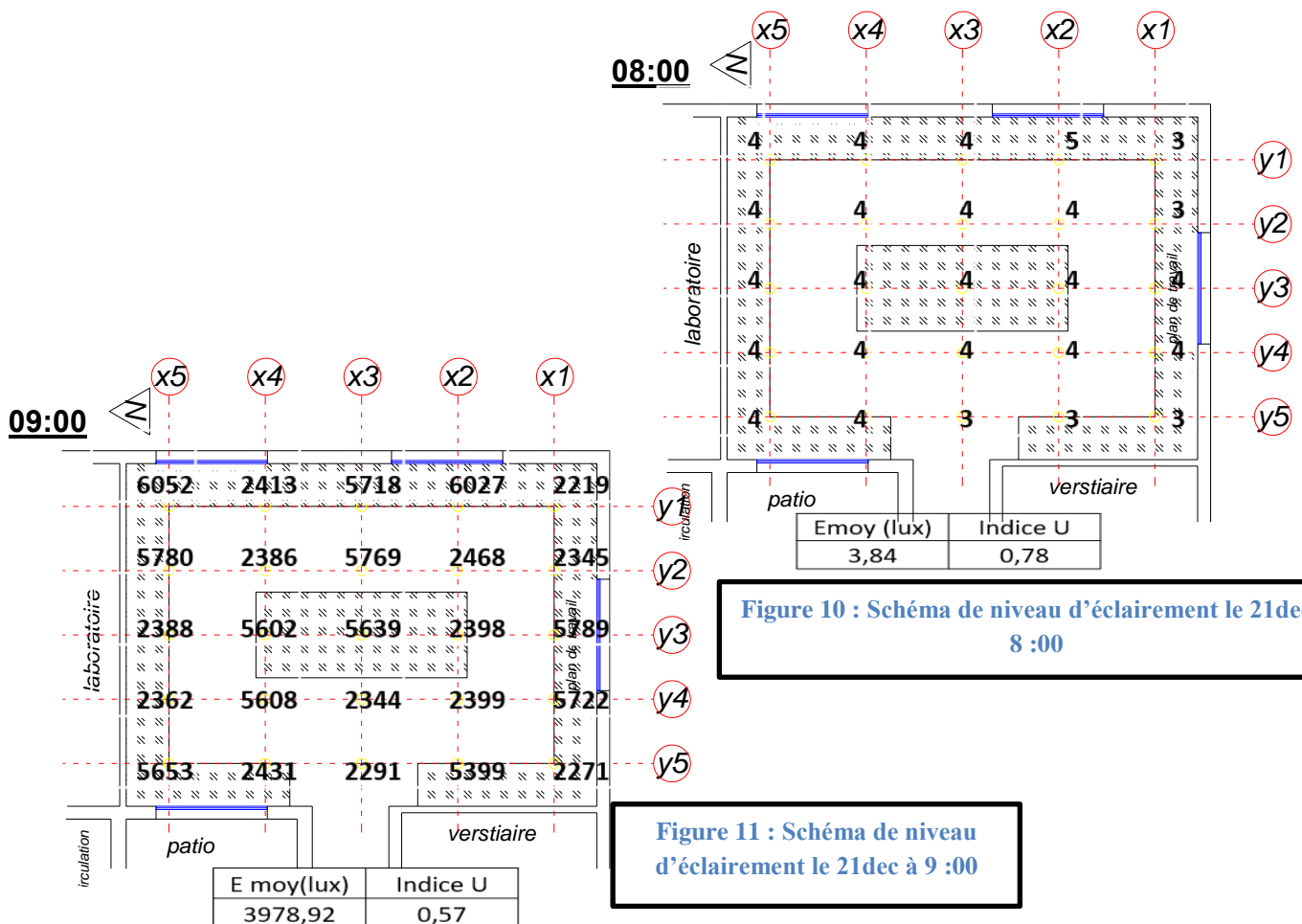


Figure 10 : Schéma de niveau d'éclairage le 21 dec à 8 :00

Figure 11 : Schéma de niveau d'éclairage le 21 dec à 9 :00

[CHAPITRE VI]

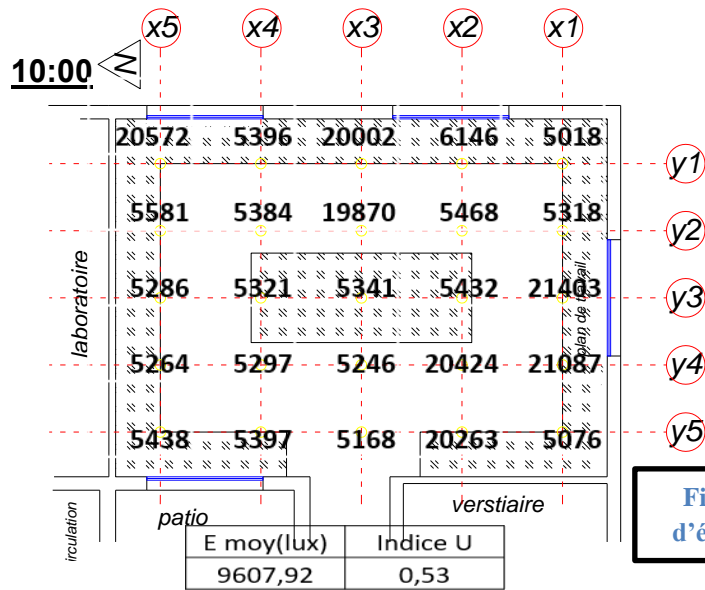


Figure 12: Schéma de niveau d'éclairage le 21dec à 10 :00

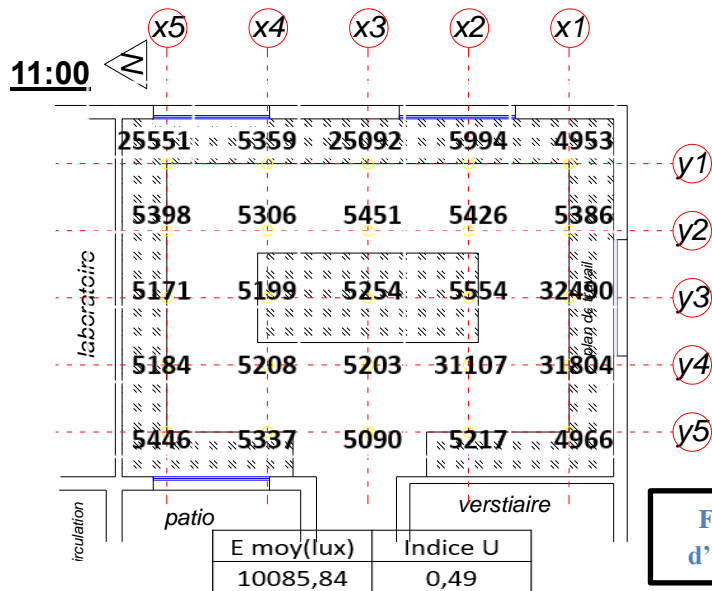


Figure 13: Schéma de niveau d'éclairage le 21dec à 11 :00

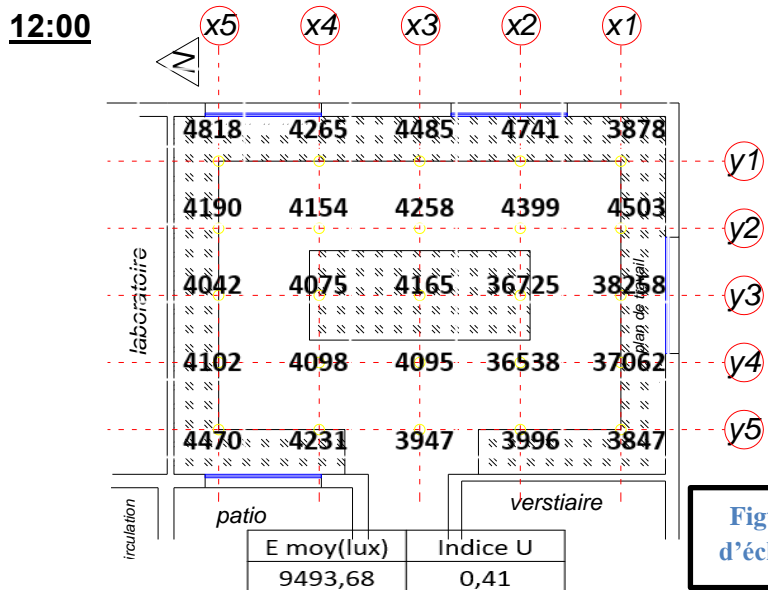


Figure 14: Schéma de niveau d'éclairage le 21dec à 12 :00

[CHAPITRE VI]

13:00

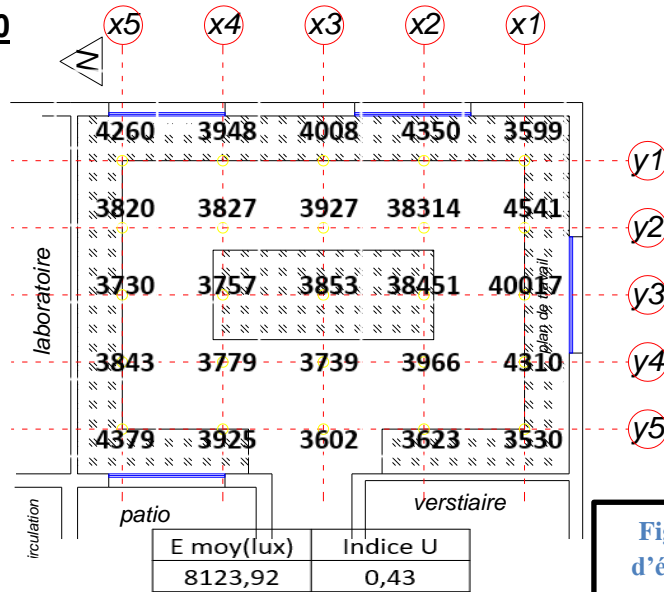


Figure 15 : Schéma de niveau d'éclairage le 21dec à 13 :00

14:00

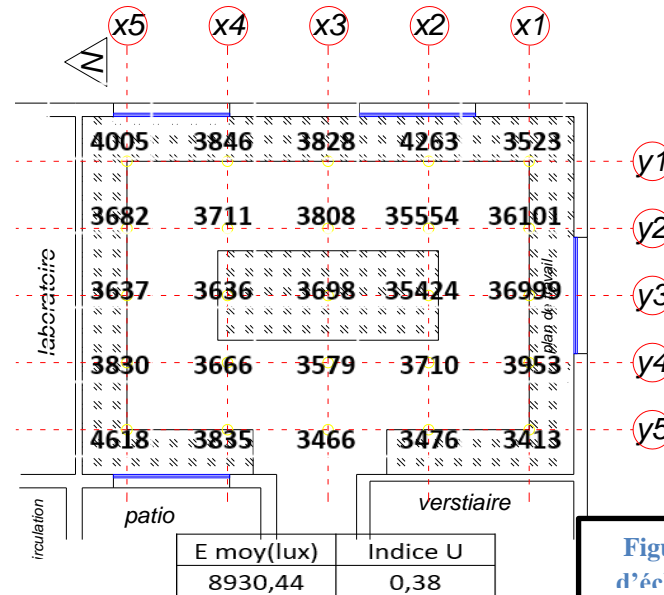


Figure 16 : Schéma de niveau d'éclairage le 21dec à 14 :00

15:00

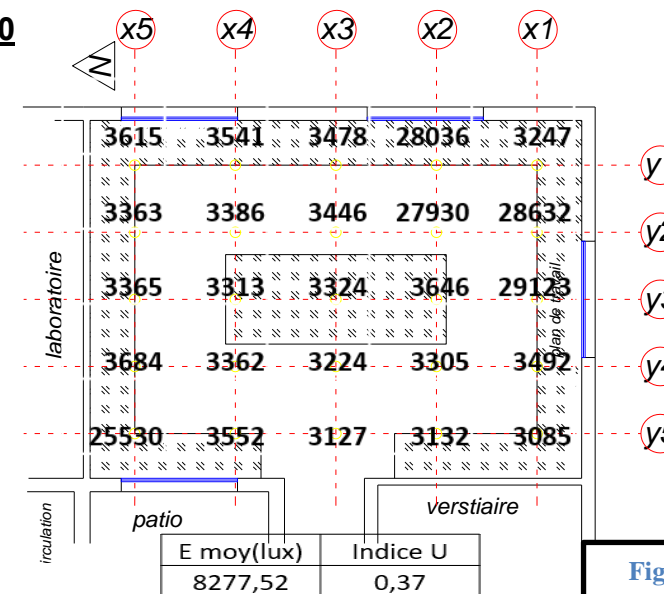


Figure 17 : Schéma de niveau d'éclairage le 21dec à 15 :00

[CHAPITRE VI]

16:00

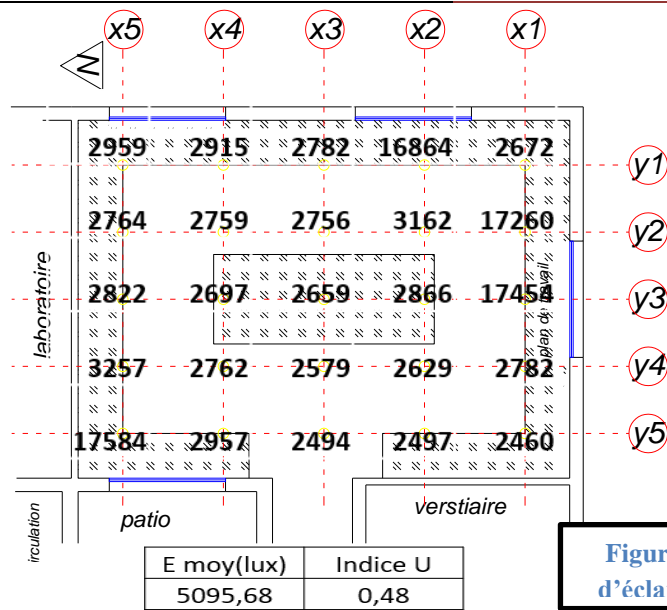


Figure 18 : Schéma de niveau d'éclairement le 21dec à 16 :00

17:00

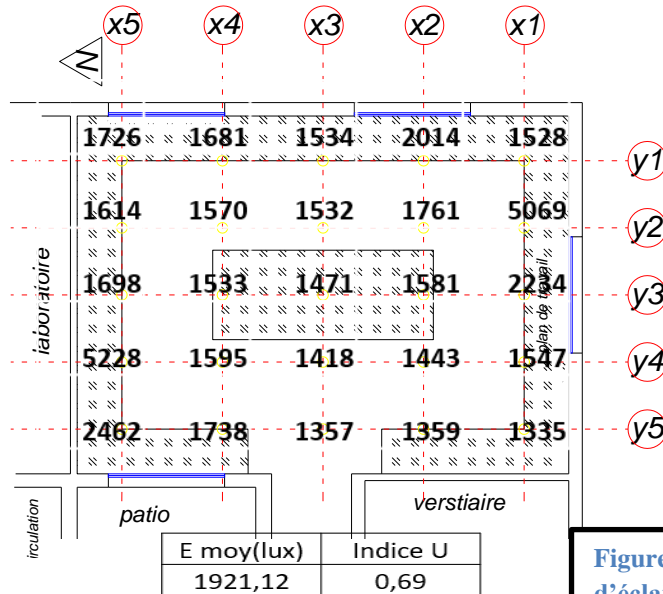


Figure 19 : Schéma de niveau d'éclairement le 21dec à 17 :00

21 Juin:

08:00

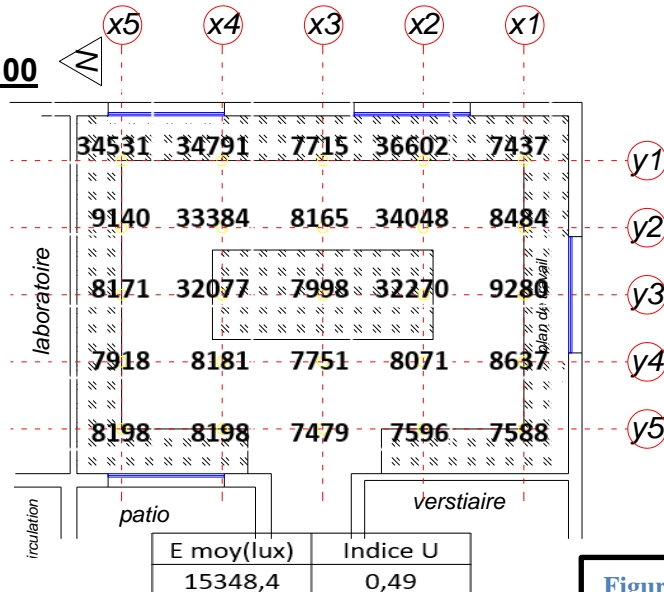
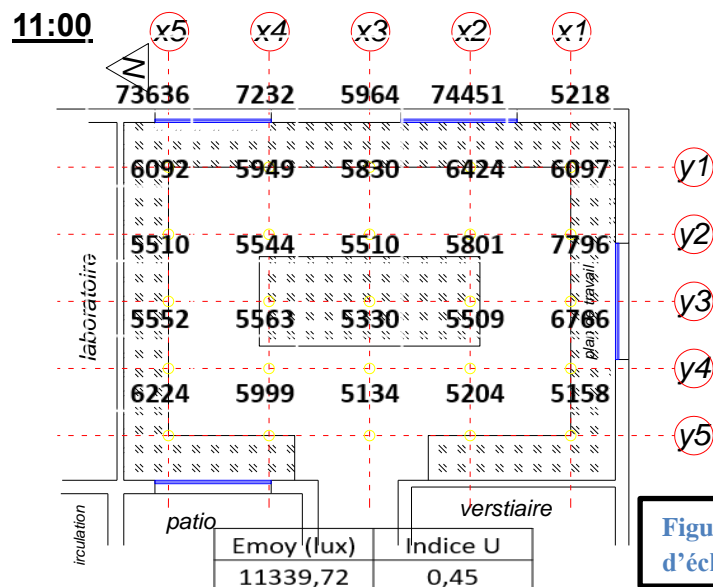
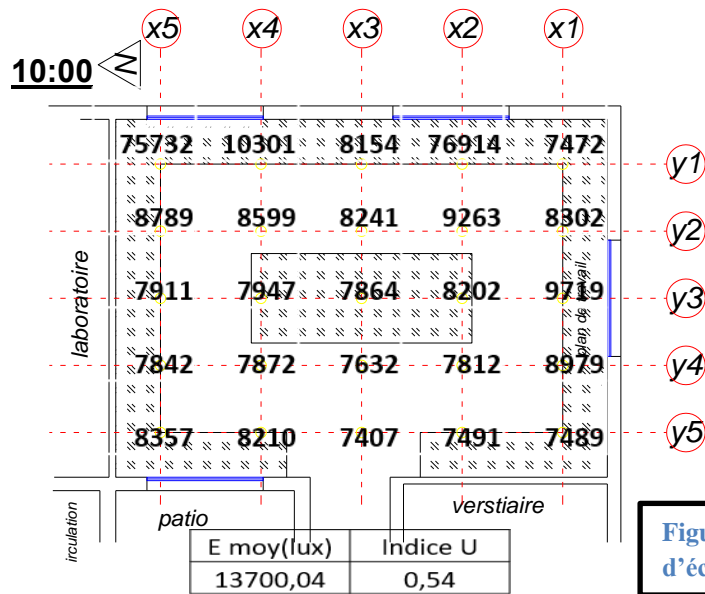
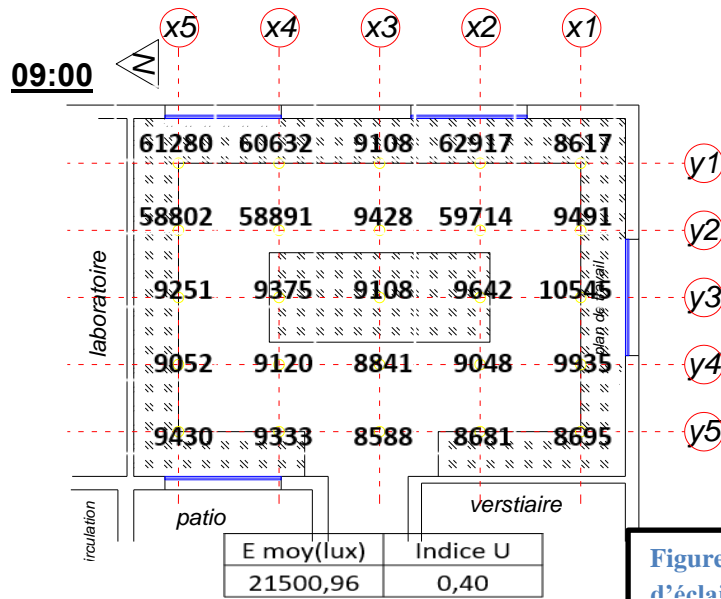


Figure 20 : Schéma de niveau d'éclairement le Juin à 8 :00

[CHAPITRE VI]



[CHAPITRE VI]

12:00

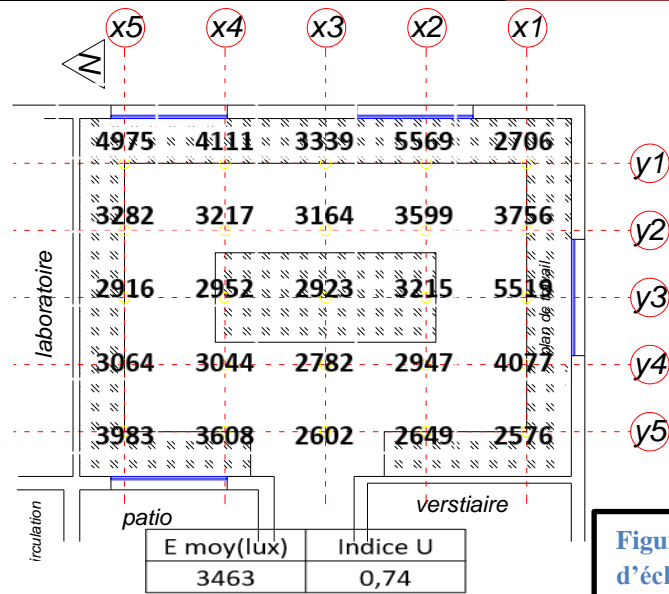


Figure 24 : Schéma de niveau d'éclairément le Juin à 12 :00

13:00

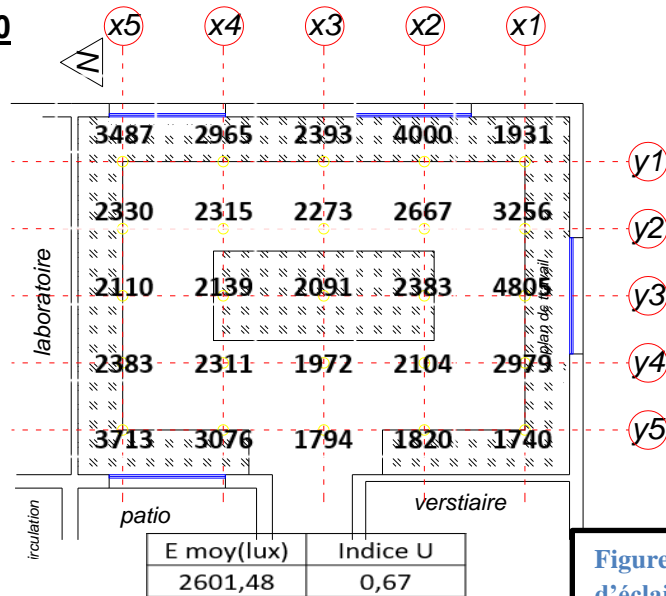


Figure 25 : Schéma de niveau d'éclairément le Juin à 13 :00

14:00

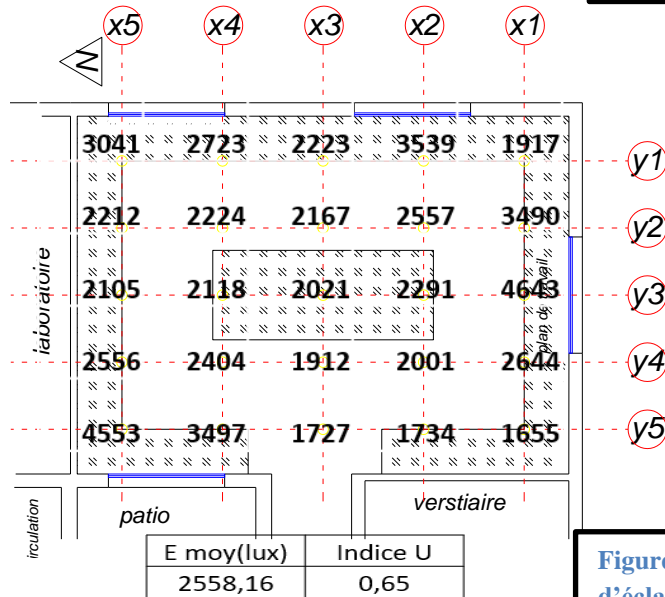


Figure 26 : Schéma de niveau d'éclairément le Juin à 14 :00

[CHAPITRE VI]

15:00

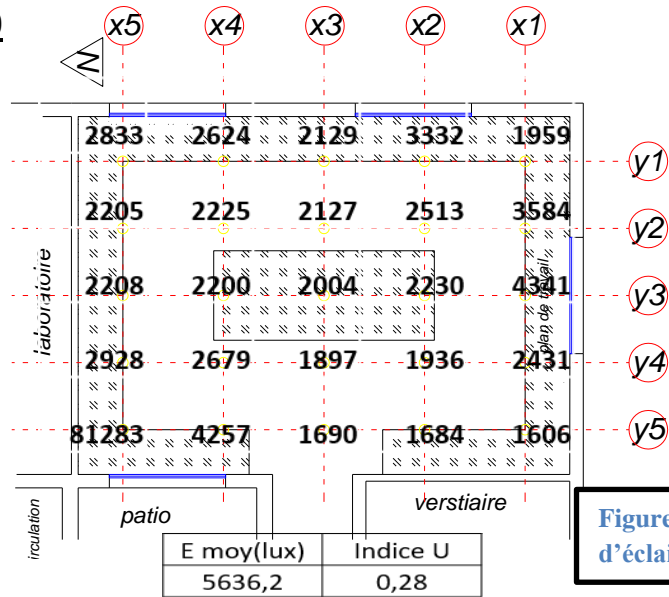


Figure 27 : Schéma de niveau d'éclairément le Juin à 15 :00

16:00

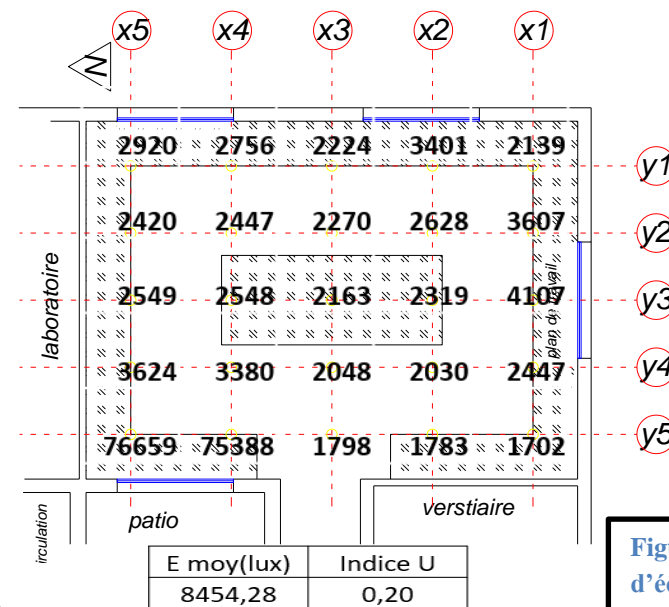


Figure 28 : Schéma de niveau d'éclairément le Juin à 16 :00

17:00

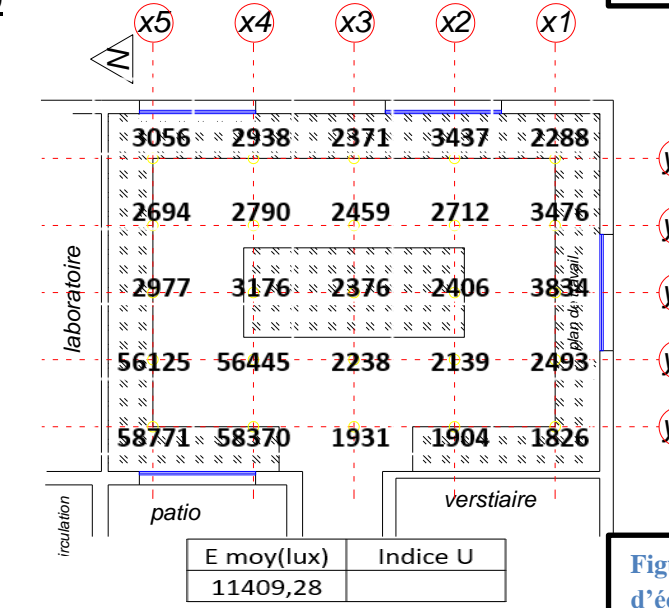


Figure 29 : Schéma de niveau d'éclairément le Juin à 17 :00

Interprétation :

À travers les résultats enregistrés on observe des valeurs d'éclairement excessives dépassent celles recommandées et elles sont mal distribuées ce qui engendre des contrastes et des éblouissement gênants.

[CHAPITRE VI]

Calcul des occultations solaires :

On va calculer les dispositifs d'occultation solaire pour protéger la fenêtre orientée Sud pendant toutes les heures de travail afin d'illuminer la pénétration directe des rayons solaires.

$$\ell = H \times \tan 50^\circ$$

$$H = 2\text{m}$$

$$\ell = 2 \times 1,19$$

$$\ell = 2,38\text{m}$$

$$H = 0,50 \times 4$$

$$\ell = (0,50 \times 4) \times 1,19$$

$$\ell = 4 \times 0,60\text{m}$$

$$L1 = (L/2) \times \tan 50^\circ$$

$$L = 2,6\text{m}$$

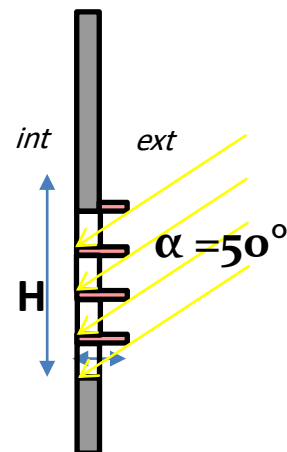
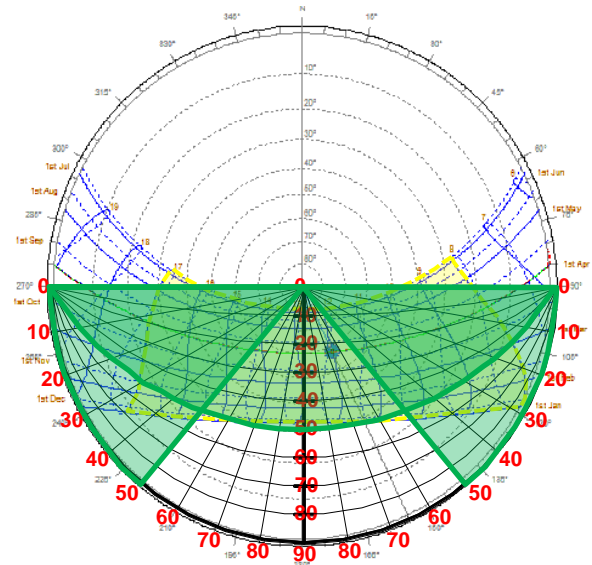
$$L1 = L2 = 1,3 \times 1,19$$

$$L1 = L2 = 1,55\text{m}$$

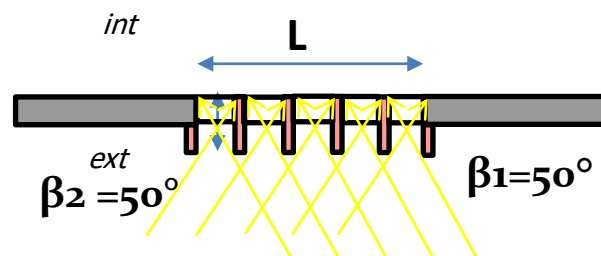
$$Lx = 0,50$$

$$Lx1 = 0,50 \times 1,19$$

$$Lx1 = 0,60\text{m}$$



Coupe



Plan

Figure 30 : Schéma de la méthode de calcul des dispositifs protection solaire

Cas amélioré :

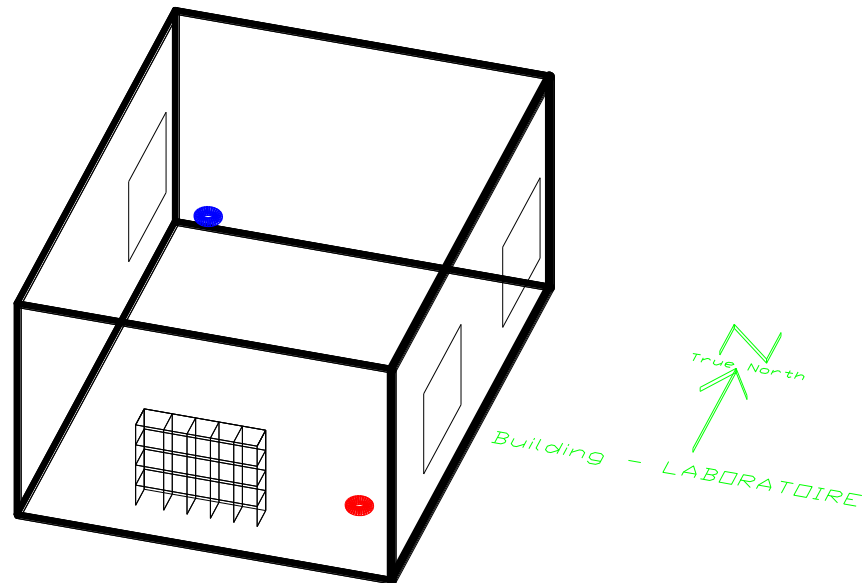


Figure 31 : Schéma du modèle de simulation amélioré (avec dispositifs)

1. Température :

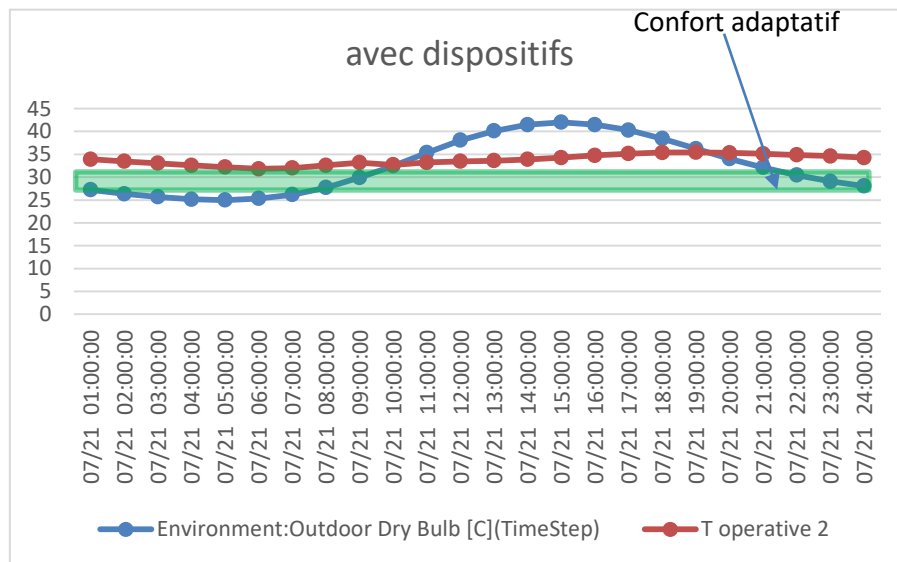


Figure 32 : graphe des valeurs de la température extérieure et opérative du cas amélioré

[CHAPITRE VI]

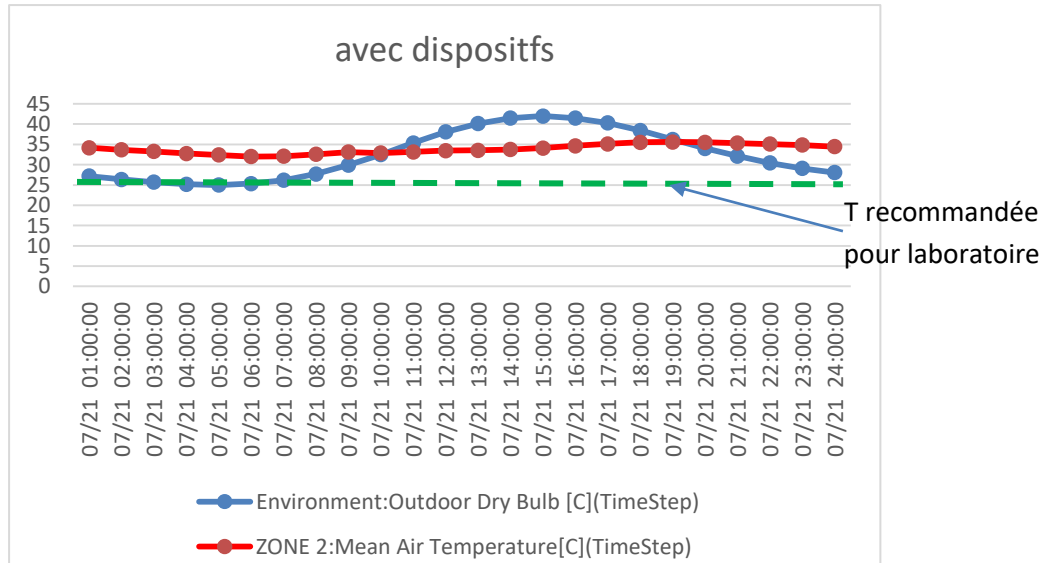


Figure 33 : graphe des valeurs de la température extérieure et Température recommandée dans les laboratoires

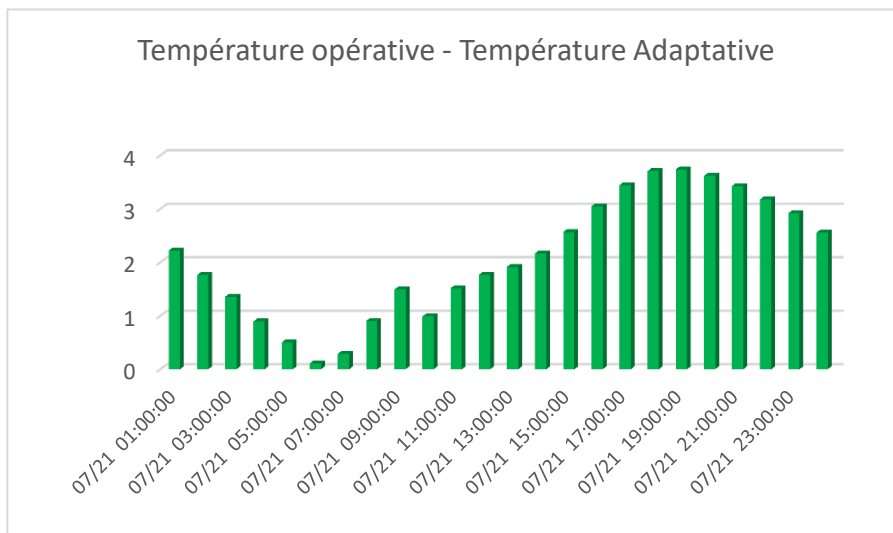


Figure 34 : graphe de la différence entre les valeurs de la température opérative et adaptative

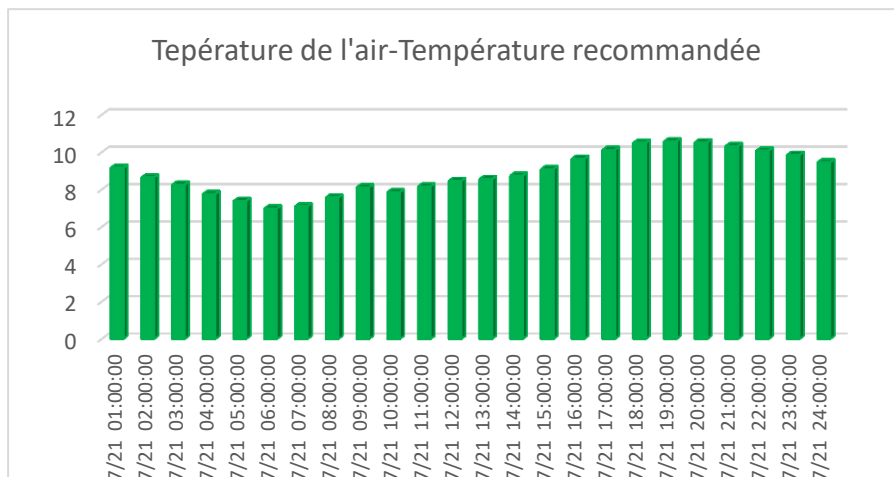


Figure 35 : graphe de la différence entre les valeurs de la température opérative et Température recommandée dans les laboratoires

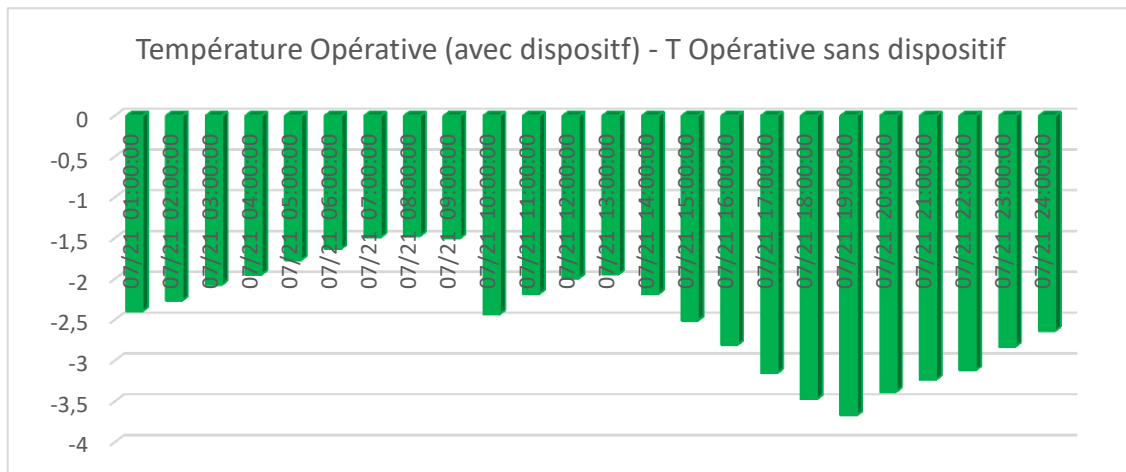


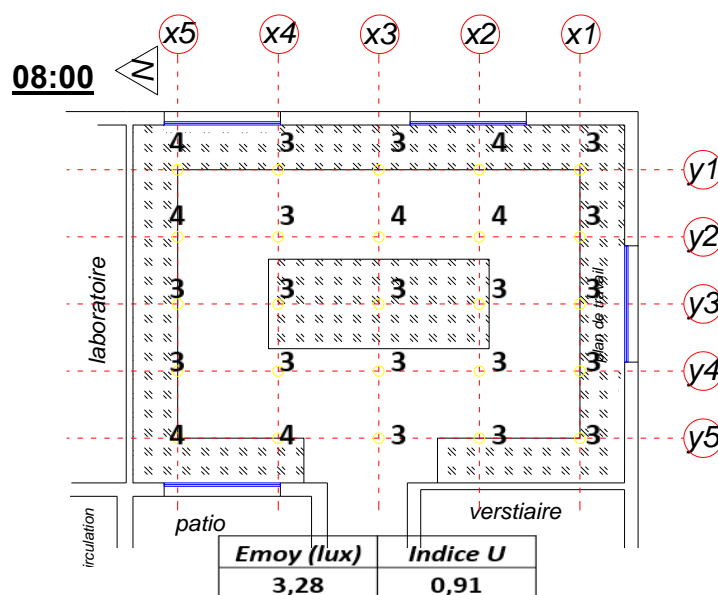
Figure 36 : graphe de la différence entre les valeurs de la température opérative du premier cas et le cas amélioré.

Interprétation :

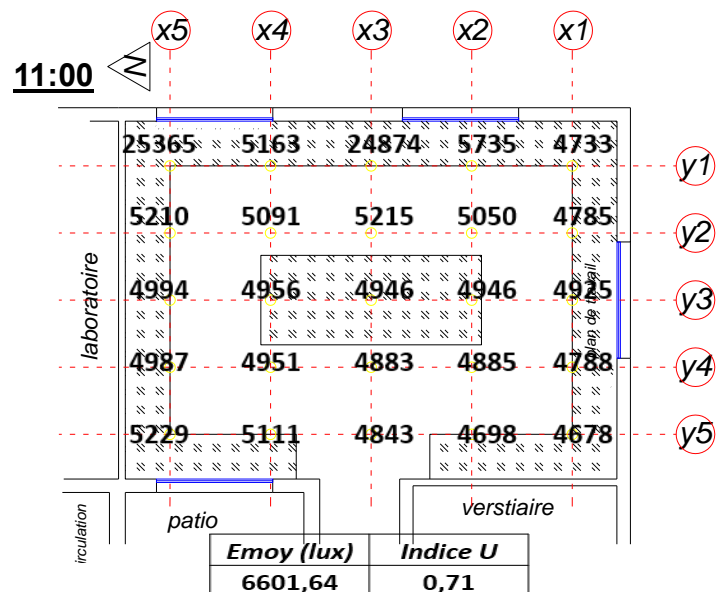
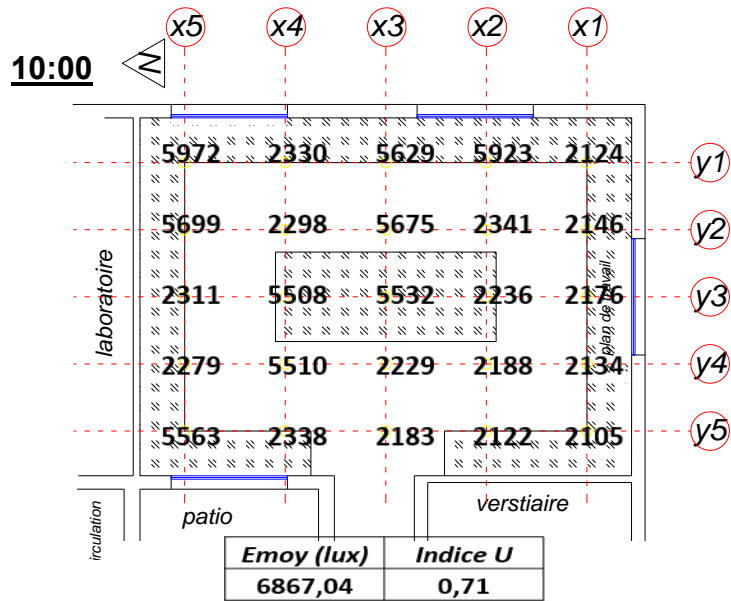
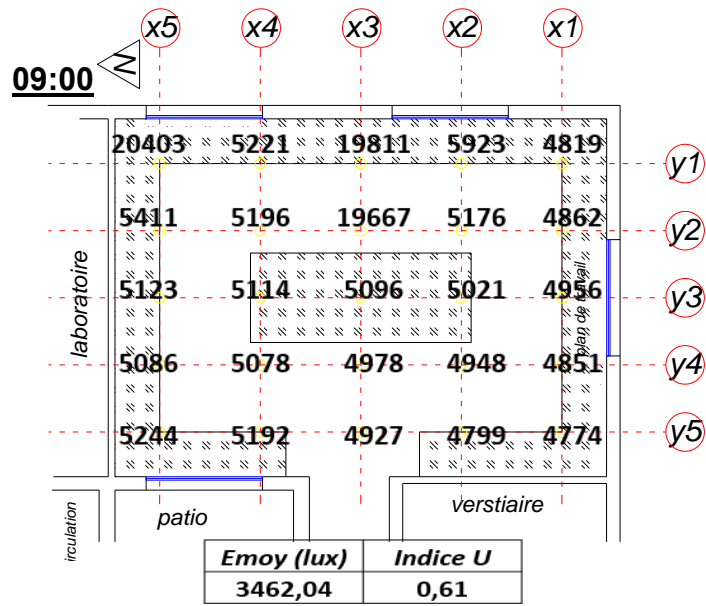
Les résultats obtenus après l'utilisation des dispositifs dans la façade Sud enregistrent une amélioration des conditions thermique d'environ 3,5C°, malgré que la marge de confort ne soit pas atteinte.

2. Eclairage :

21 Décembre :

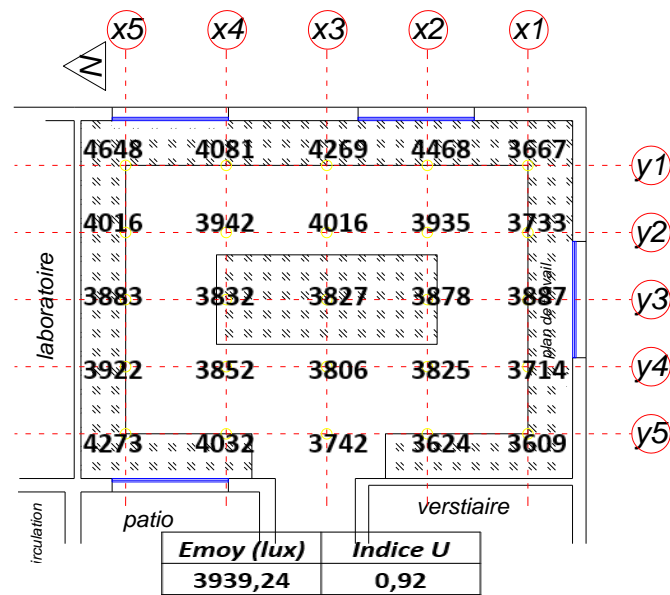


[CHAPITRE VI]

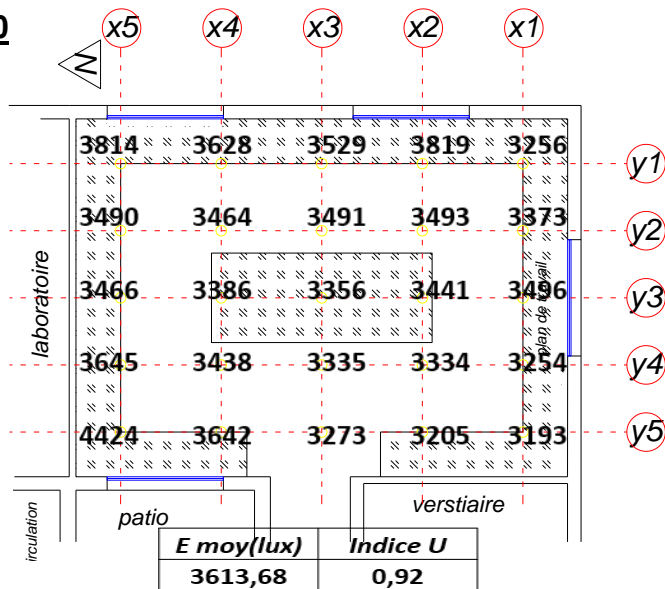


[CHAPITRE VI]

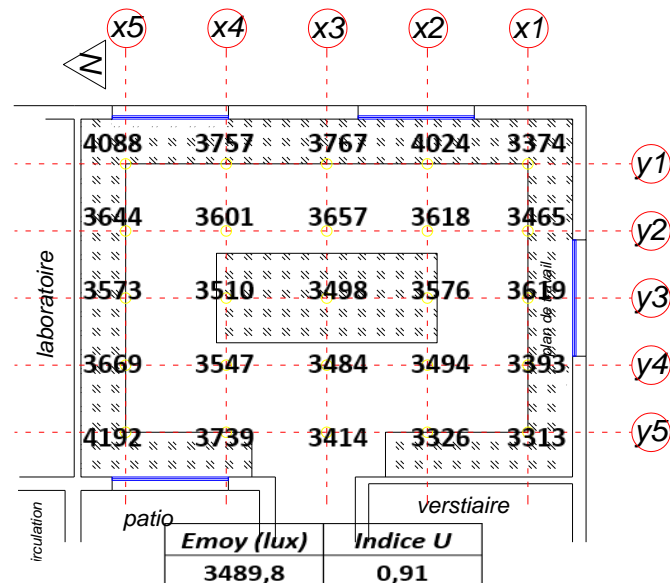
12:00



13:00

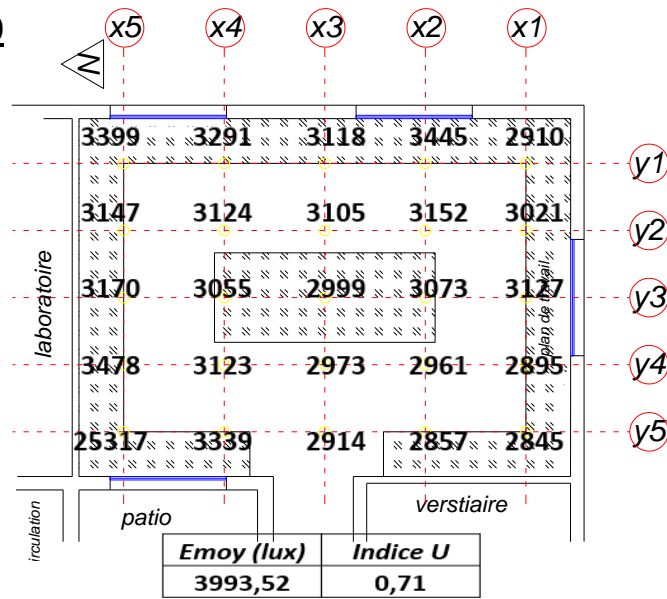


14:00

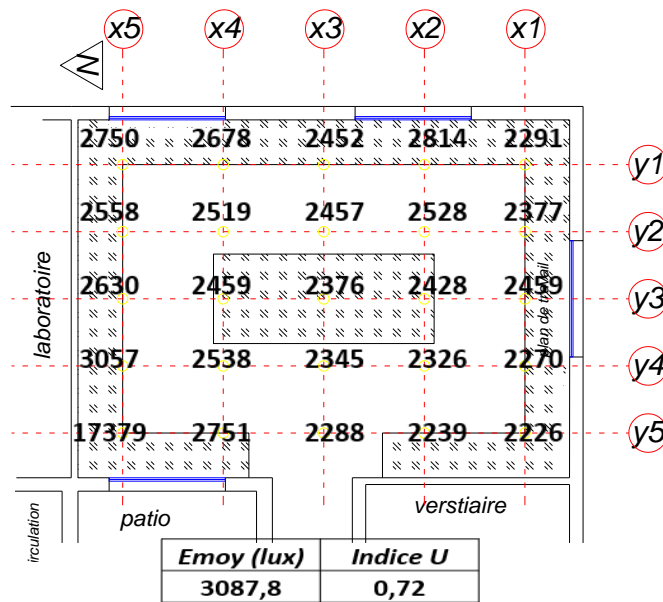


[CHAPITRE VI]

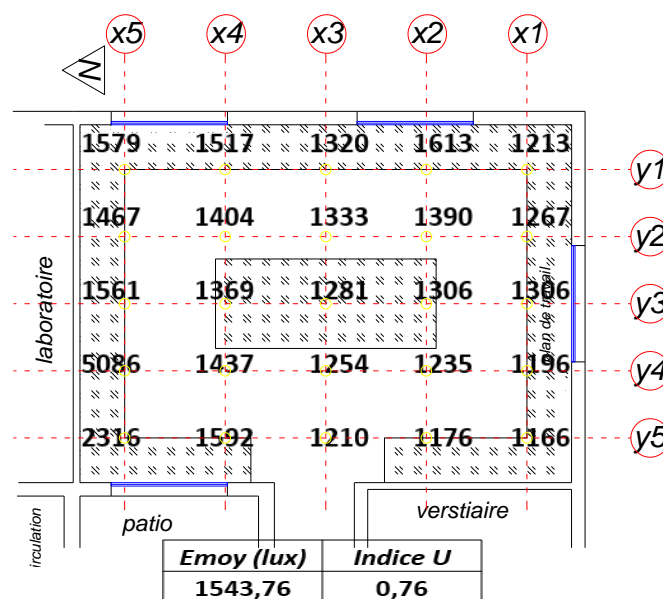
15:00



16:00

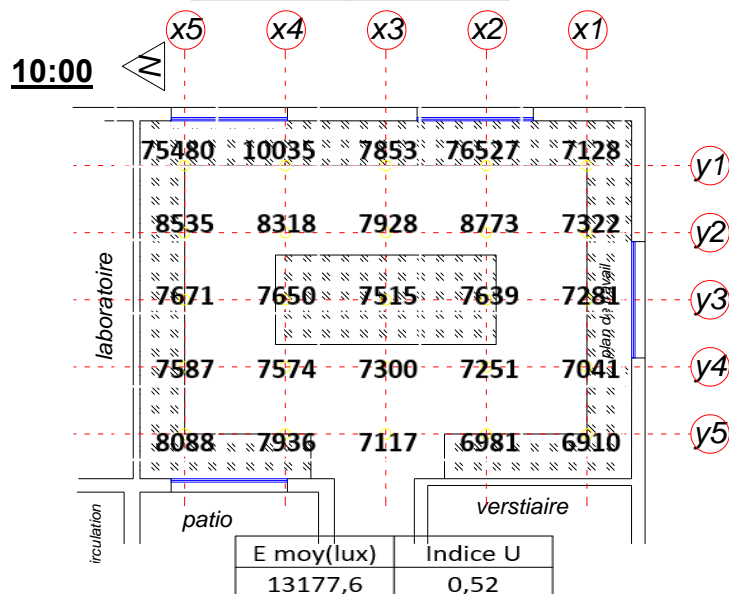
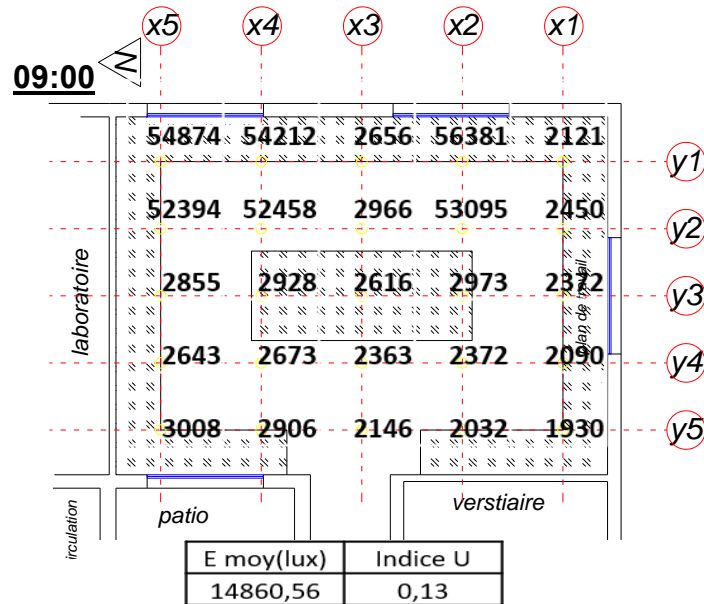
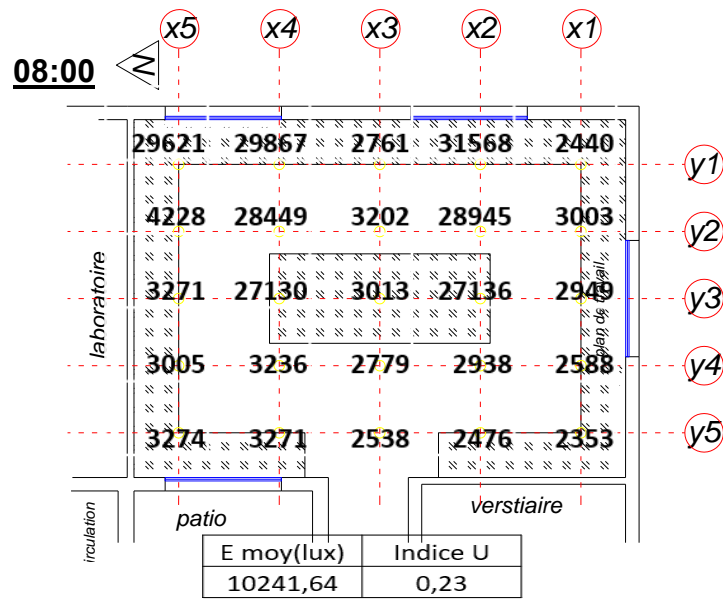


17:00

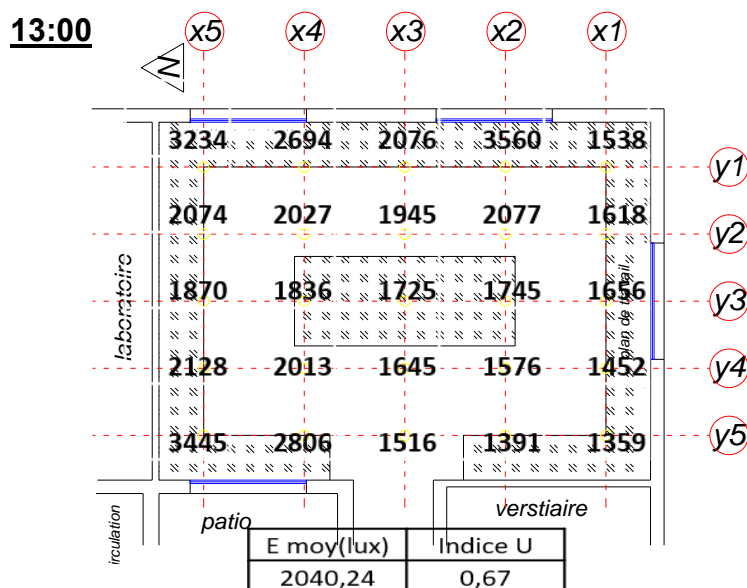
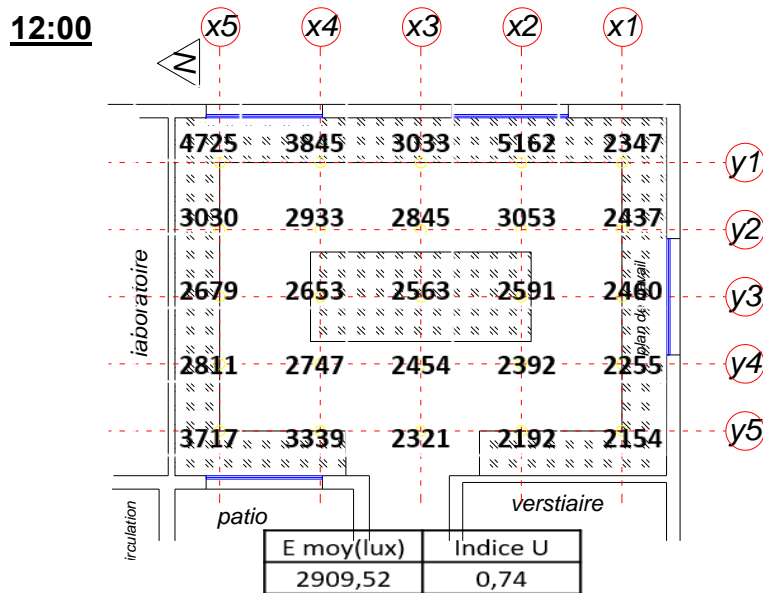
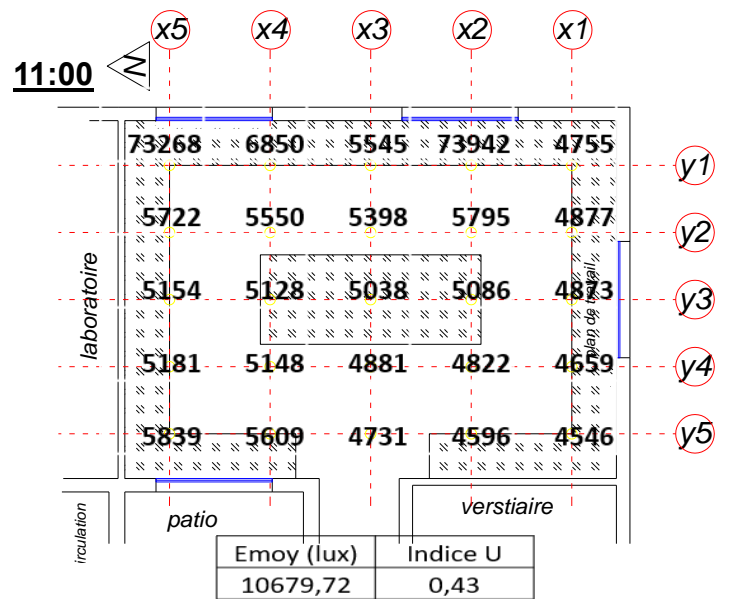


[CHAPITRE VI]

21 Juin :

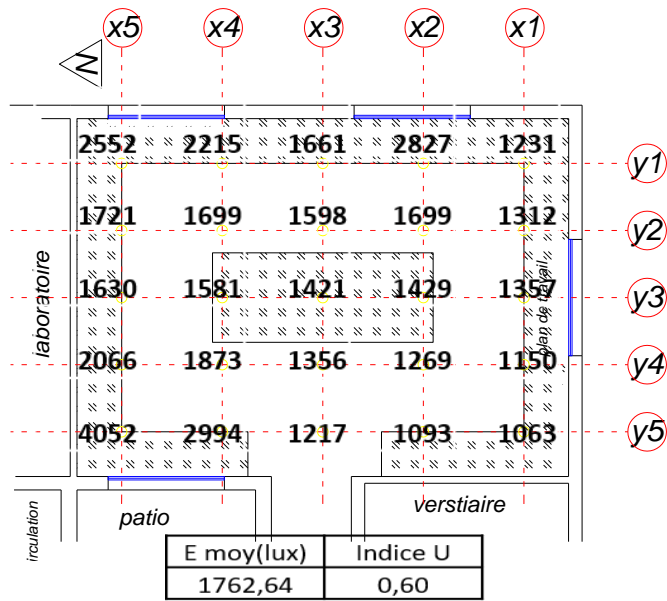


[CHAPITRE VI]

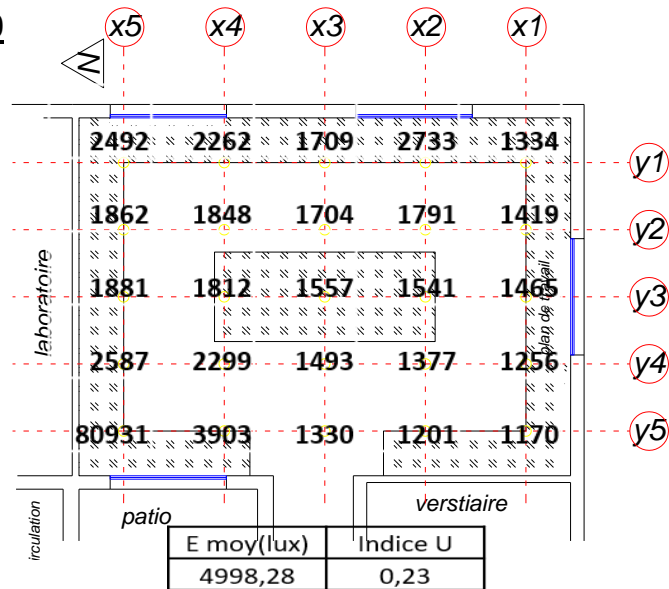


[CHAPITRE VI]

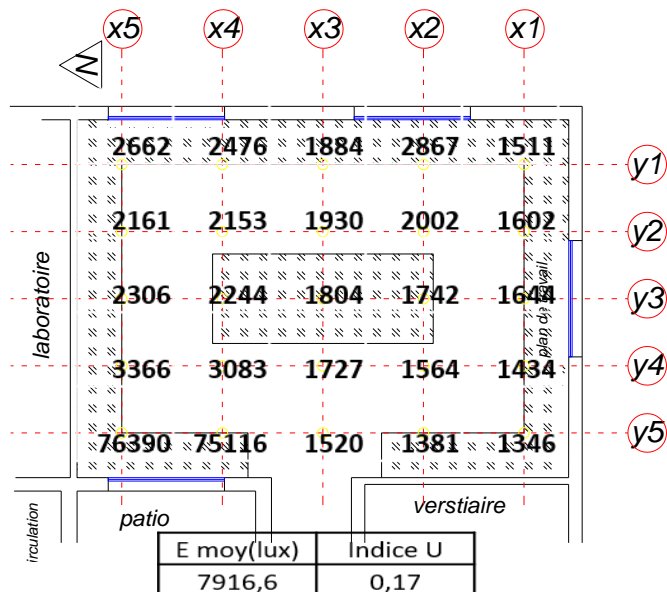
14:00



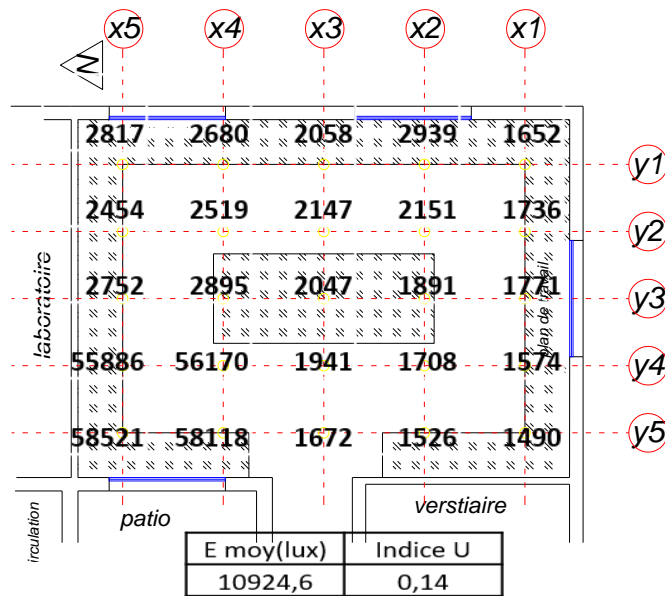
15:00



16:00



17:00



Interprétation :

À travers les résultats enregistrés on observe que les valeurs d'éclairément excessif sont réduites à côté de l'ouverture orientée Sud. Ce résultat démontre que l'éclairément excessif et no uniforme dû à une grande partie à la tâche solaire.

Synthèse :

Le travail de simulation démontre que l'utilisation des dispositifs de contrôle solaire est indispensable pour protéger les ouvertures dans les zones arides. Ces dispositifs aident à assurer une pénétration contrôlée des rayons solaires et de lumière naturelle, ce qui illumine la tâche solaire sur le plan de travail et améliore conditions lumineuses intérieures. Pour arriver à des résultats acceptables il faut équiper toutes les orientations par des dispositifs de protection. Concernant les conditions thermiques, malgré que l'utilisation des dispositifs n'illumine pas le problème de surchauffe, mais elle participer à le réduire. En plus de l'utilisation des dispositifs il faut travailler sur l'isolation thermique surtout de la toiture et de programmer une ventilation nocturne, afin d'améliorer les conditions de confort thermique dans les zones arides,

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le travail présenté dans ce mémoire est une conception d'un centre national de recherche sur l'amélioration de l'immunité et la lutte contre les maladies infectieuses à Laghouat. Pour accomplir la conception de ce projet, qu'il doit créer un vivier national de chercheurs, personnel médical, paramédical, administratif, et étudiants. et de condenser les moyens de la lutte, on a pris en considération les paramètres fonctionnels pour déterminer les caractéristiques dimensionnelles des espaces.

Ensuite à travers une étude théorique qui nous a menés à mieux cerner la thématique et découvrir les principes de conception d'un laboratoire de recherche, en réalisant une analyse exploratoire de quelques exemples similaires, cette étude démontre aussi que les conditions nécessaires ne se limitent pas aux conditions fonctionnelles mais elles les dépassent à la qualité de l'environnement intérieur liées au bien être des utilisateurs et à l'exécution de leurs tâches. Précisément les conditions de confort thermique et visuel recommandées pour chaque espace.

A cet égard, on a défini le contexte du projet à réaliser dans le parcours du processus de conception, en prenant en considération le site du projet, ses données géographiques et climatiques, Pour s'intégrer aux conditions climatiques on a parcouru à une forme compacte orientée nord/sud avec l'insertion des patios et des atriums à l'intérieur.

Nous avons également présenté quelques solutions techniques adoptées à l'échelle du projet et quelques dispositifs environnementaux à l'échelle de notre assiette d'intervention, telle que la disposition de la végétation autour du bâtiment, pour créer l'ombre et rafraîchir l'air extérieur. L'installation des panneaux photovoltaïques.

L'utilisation des dispositifs d'occultation horizontaux et verticaux (Loggia) constitue une solution efficace appropriée aux zones arides pour les laboratoires à fin de contrôler la pénétration directe des rayons solaires, uniformiser le niveau d'éclairage et améliorer à certain niveau les conditions thermiques estivales à l'intérieur de l'espace.

Bibliographie

- **Baker, N. Franchiotti, A. Steemers, K., (1993).** *Daylight in architecture- A European Reference Book.* Ed. James & James, London.
- **Bélorgey, X., (2004).** *La signification de la lumière du jour au cours du temps,* Revue d'Architecture *DETAIL*, résumé français, n°4.
- *Architecture et soleil.* Revue d'Architecture *DETAIL*, résumé français, n°6,2005.
Source : <http://www.detail.e/Archiv/De/hoteHeft/160/ErgebnisHeft.pdf>.
- **Chauvel, P. et al., (1983).** *Evaluation de l'éblouissement dû aux fenêtres.* La revue de l'éclairage Lux., n°122, Avril.
- **Fontoynt, M., (1999).** *Daylight performance of buildings.* Ed. James and James, London.
- **GIVONI, B., (1978).** *L'homme, l'architecture et le climat.* édition. Moniteur, Paris.
- **INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE (INRC), (2003).** *Fiche pratique de sécurité, Eclairage naturel.* Ed.82 Paris.
Source : www.inrs.fr.
- **Izard, J-L., (1994).** *Maîtrise des ambiances, contrôle de l'ensoleillement et de la lumière en architecture.* École d'architecture de Marseille-Luminy.
- **La Toison, M., (1988).** *Eclairage données de base.* Techniques de l'ingénieur. CIII3, Paris.
- **Liébard, A. et De Herde, A., (2005).** *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, concevoir, édifier et aménager avec le développement durable.* Editeur. Obsev'ER, Paris.
- **Minier, F., (2001).** *hygiène et sécurité, note d'information.* n°20., Académie d'orléans-Tours.
- **Muller, F., (2004).** *L'éclairage des lieux de travail, Notions de base.*
Source : <http://www.ast67.org/dossier/eclairage.html>. mise à jour : Avril 2004.
- **O'Connor, J., (2000).** *Tips for daylighting with windows, the integrated approach.* Ernest Orlando Lawrence Berkeley national laboratory.
Source: <http://windows.lbl.gov/daylighting/disignguide.pdf>.
- **ORGANISATION MONDIALE DE SANTE, OMS., (1999).** *Rayonnement solaire et santé humaine, L'excès de soleil est dangereux.* Aide mémoire N° 227, août
- **Tabet Aouet, K, 2002.** *Windows and lighting: design for visual comfort.* La revue. light & lighting International Conference, *comfort and efficiency within interior and exterior lighting systems.* CIE, CNRI Volume, 1. PROCEEDINGS. N°. nov, Bucharest, Romania.

thèses et mémoire :

- *Les impacts de la protection solaire sur le confort d'usage dans les salles de classes*
- Mokadem, Mahmoud , mémoire de magistère .,2012.odele de conception de la fenêtre dans l'espace bureau faces aux facteurs soleil et vent en zones arides : cas de la ville de laghouat (mémoire de magister en architecture).université Amar Teledji Laghouat.
- *Architecture_et_confort_thermique_dans_les_zones_arides* Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf, B.P. 1505, El M'Naouar, Oran

Sites d'internet :

- www.archdaily.com
- www.apper.solaire.org

Vue d'intérieur sur atrium :





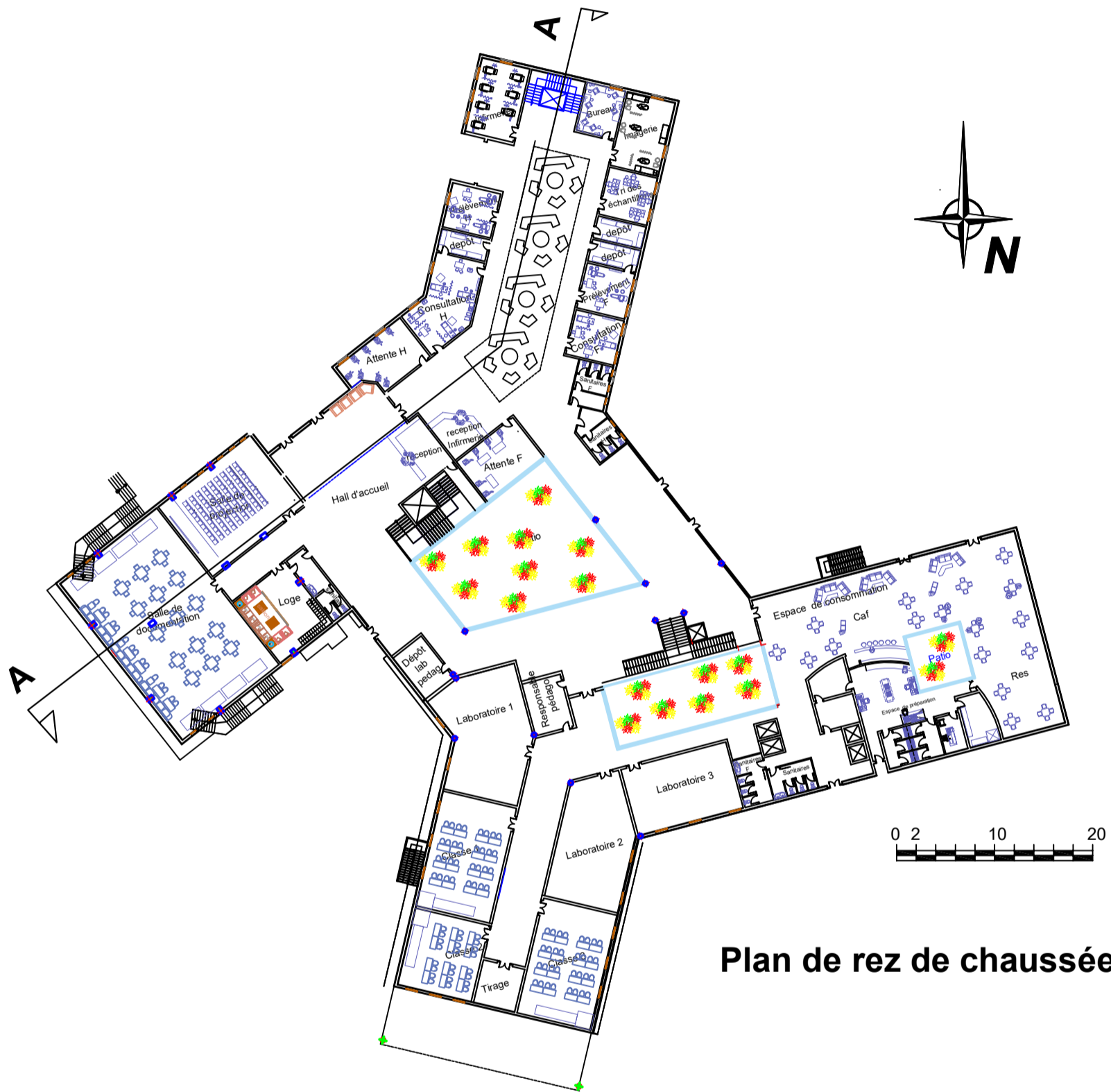




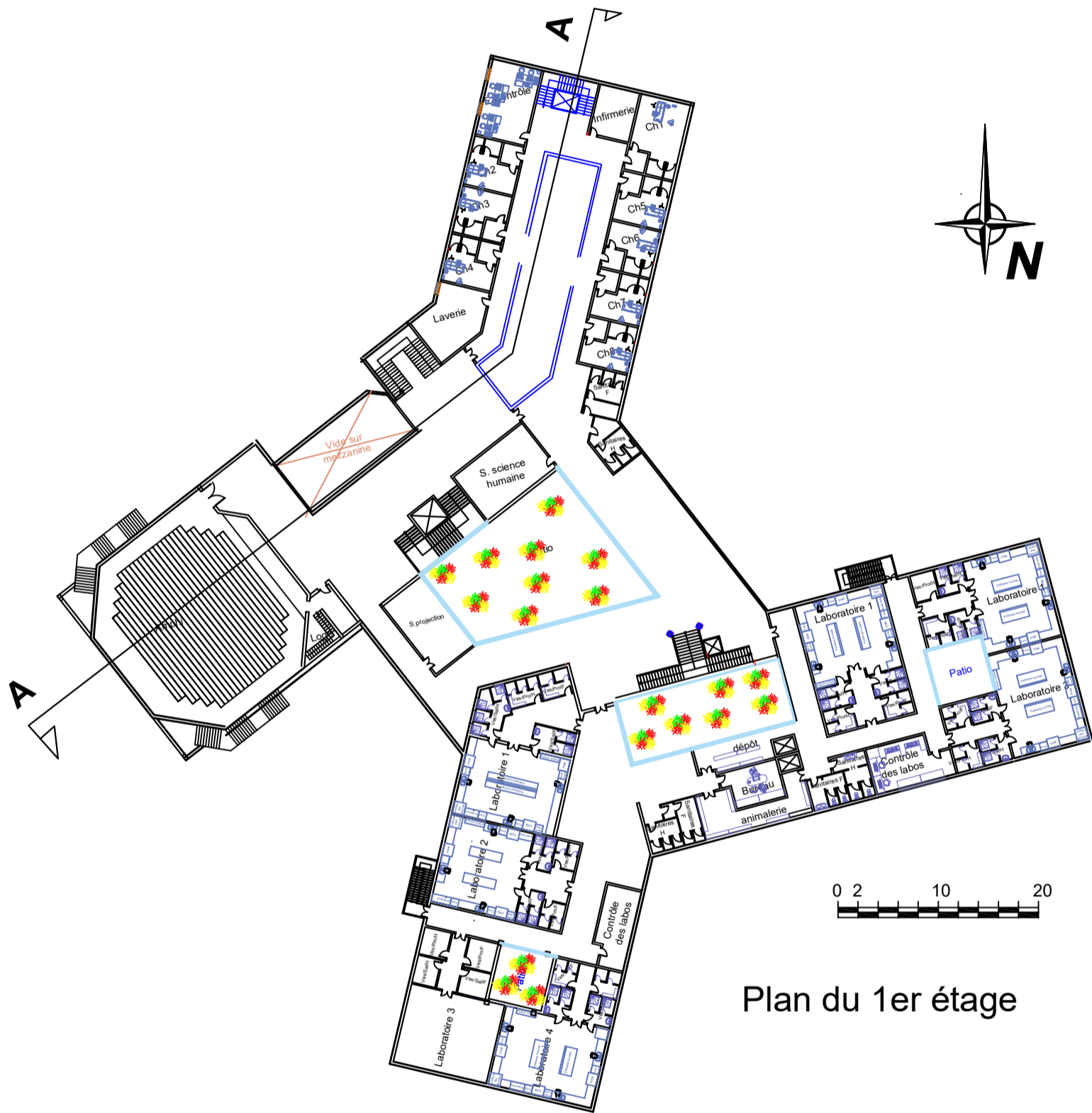
PLAN DE MASSE



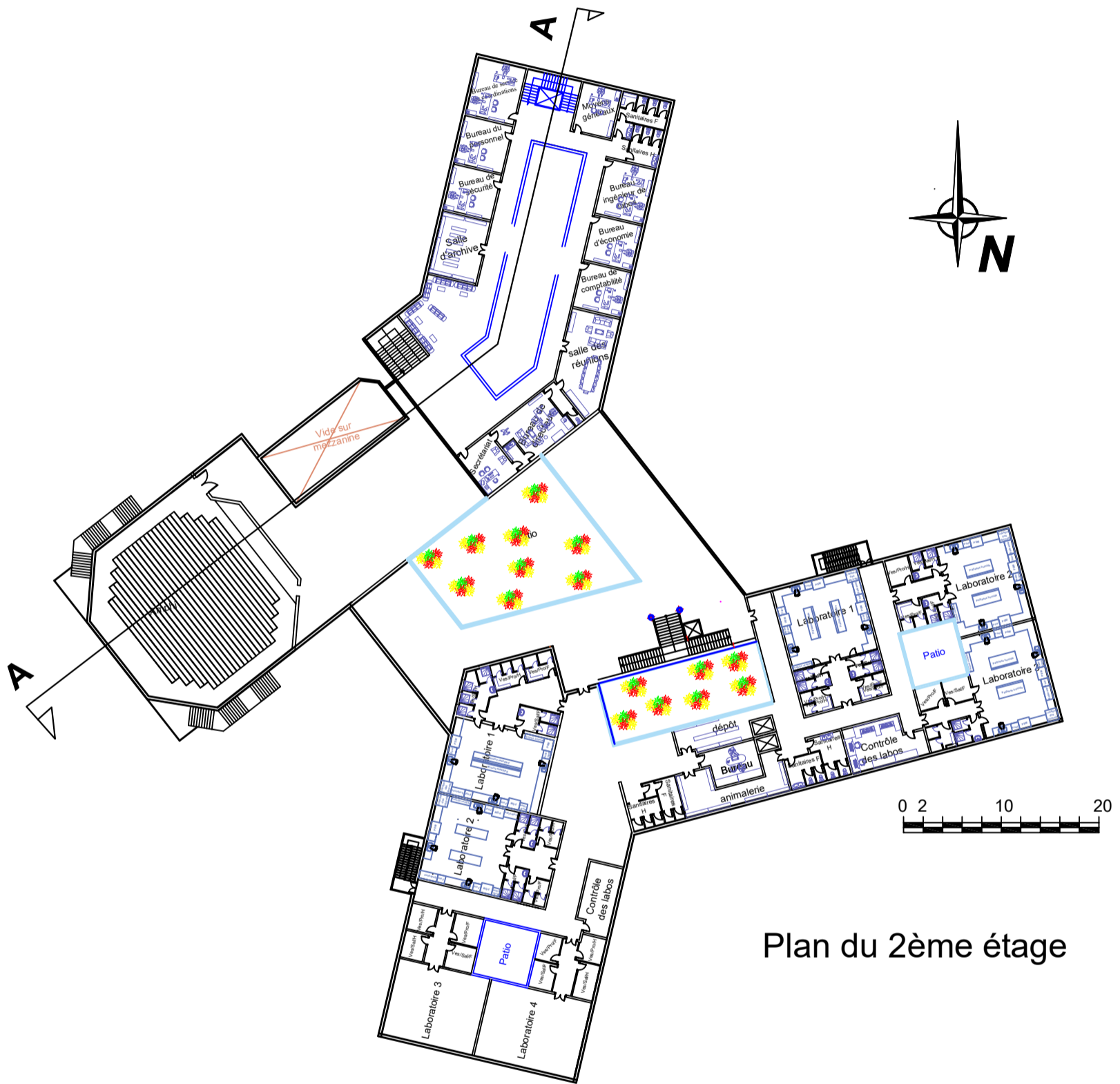
PLAN DE RDC



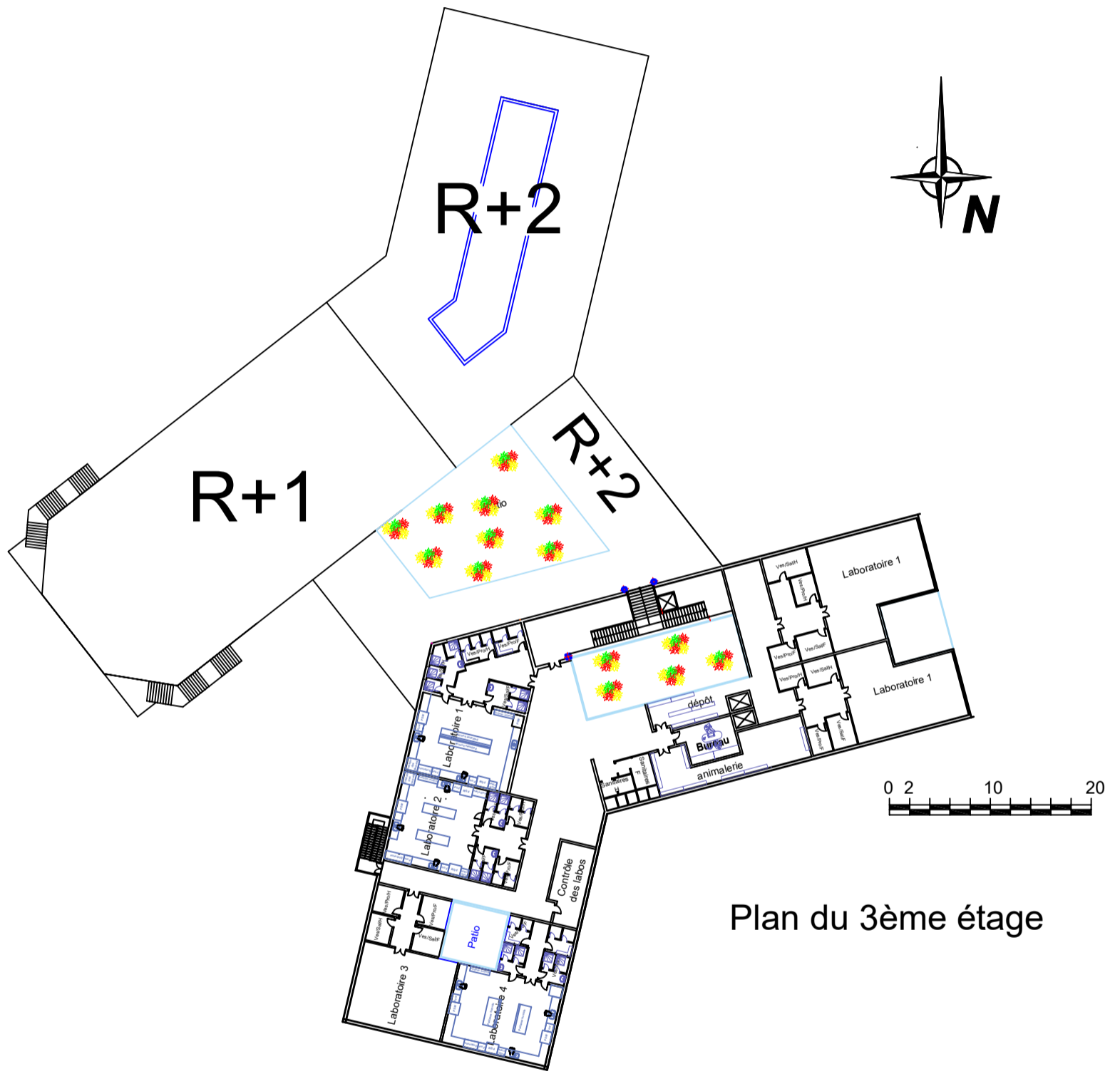
Plan de rez de chaussée



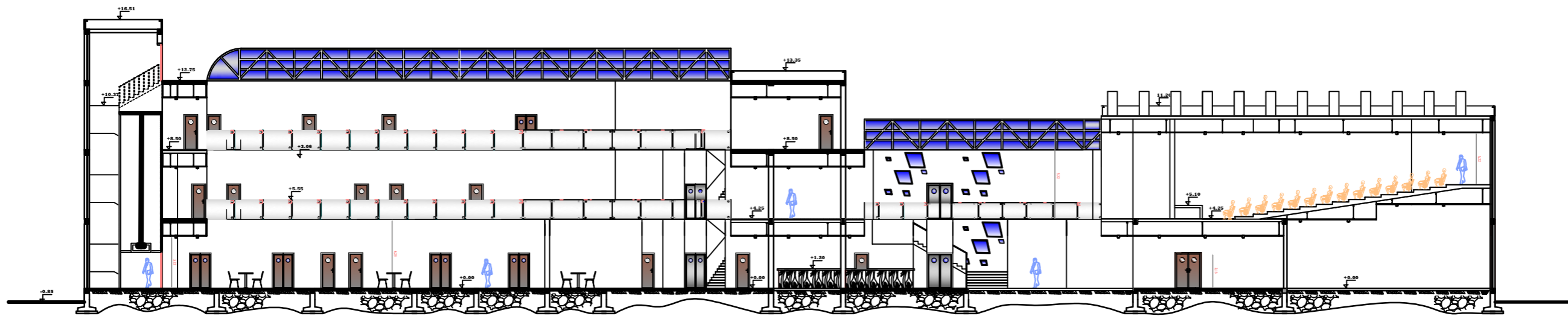
Plan du 1er étage



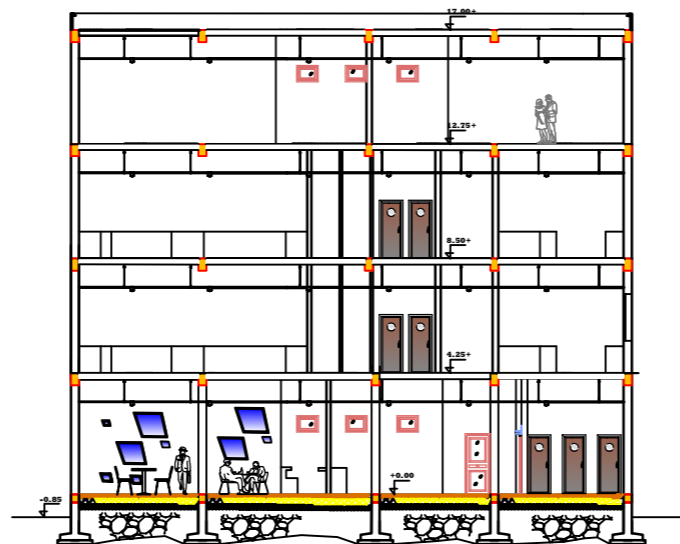
Plan du 2ème étage



Plan du 3ème étage



COUPE A-A



COUPE B-B

