



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA-01-**  
**INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME**

**Département d'architecture**

**Mémoire de Master 2 en Architecture**

**Option : Architecture, Environnement et Technologie**

**Thème de mémoire**

**Apport de la ventilation mécanique contrôlée sur le confort  
thermique et la consommation énergétique dans un laboratoire de  
recherche**

**P.F.E : Conception d'un centre d'innovation de biologie médicale  
à l'Université Saad Dahleb Blida-01-**

**Présenté par :**

**AYACHE Nassima, 201732031866**

**HAROUN Saliha, 201732056123**

**Encadrées par :**

**Mme ALIOUCHE**

**Mme BENKAHOUL**

**Membres du jury :**

**Mme BELEKHAL**

**Mme FANIIT**

**Année universitaire : 2021/2022**

## **Remerciement**

**Nous remercions en premier lieu dieu le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la patience pour accomplir notre travail à temps.**

**Tout d'abord nous adressons un énorme remerciement et un profond respect à Mme ALIOUCHE Sihem et Mme BENKAHOUL Leila, signe de gratitude envers des personnes qui ont su être là, à nous apprendre, nous soutenir, nous corriger, nous encadrer, nous guider et nous inspirer tout au long de ce travail. En tant qu'encadreurs de se mémoire, elles ont toujours été disponibles et à l'écoute. Nous les remercions pour l'aide et le temps qu'elles ont bien voulu nous consacrer.**

**De même nous tenons à remercier les membres de jury Mme BELEKHAL et Mme FANIT pour l'honneur qu'ils nous ont fait d'avoir assisté à notre soutenance, afin qu'ils puissent par leurs expériences, conseils et critiques, combler nos lacunes.**

**Un grand merci pour nos chers parents et familles qui nous ont toujours soutenus le long de notre chemin, merci d'avoir cru en nous.**

**On remercie aussi tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour accomplir notre travail de fin d'étude.**

**Finalement un grand merci à tous les enseignants de l'institut d'architecture de Blida qui ont assuré notre formation durant nos cinq années d'étude.**

## **DEDICACE**

**Je dédie ce mémoire à :**

**À Mes parents :**

**Ma chère maman, BOUMENIR Salima qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.**

**Mon cher papa, Kamal qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.**

**- A mon tonton Radouan et sa femme Hakima.**

**Je vous souhaite une bonne santé, une vie pleine de joie.**

**- A mes adorables sœurs : Djihane, Maroua, Farah.**

**- A mes frères : mon petit prince Mahmoud, Mansour.**

**Il est très difficile de choisir les termes adéquats pour mon amour et mon respect que dieu te garde en bonne santé pour toute la famille.**

**- A ma chère copine et binôme : Nassima et sa famille.**

**Tu trouveras ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.**

**Saliha HAROUN**

## **DEDICACE**

**Je tiens à remercier dieu tout puissant miséricordieux de m'avoir donné la santé, le courage et la patience de réalisé ce travail.**

**Je dédié ce travail à :**

**Mes parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères Sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur Aide, en témoignage de mon profond amour pour leur grand sacrifice.**

**A mes sœurs « Sarra » et « Meriem » et mon frère « Mohamed » pour leur soutien chaleureux dont ils m'ont entouré, leur sacrifice et leur courage dont ils m'ont comblé durant mes études.**

**Ainsi qu'à tous les membres de ma famille, petits et grands.**

**Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, je dédié ce travail à ma très chère copine binôme « Saliha » et toute sa famille pour qui a partagé mes joies et mes peines, qui ma tant aidé et soutenu, je vous dis merci.**

**A mes chères amies proches pour leurs soutien, amour et encouragement.**

**A tous ceux qui nous ont aidé et nous ont encouragé, de loin ou de près.**

**Nassima AYACHE**



## Résumé

La biologie médicale est une composante importante du système de santé. Elle concourt au diagnostic, au dépistage, à l'évaluation des risques et au suivi des patients. Dans ce cadre, l'innovation dans ce domaine se doit donc d'identifier des tests ou technologies nouvelles, de développer des nouveaux procédés et de créer de nouveaux médicaments et vaccins répondant à cette mission.

Notre travail consiste en premier lieu, à concevoir un centre d'innovation de biologie médicale à l'Université de Blida qui permet d'offrir aux étudiants, aux enseignants chercheurs, aux professionnels et aux industries pharmaceutiques des espaces de formation, des espaces pour l'organisation des évènements scientifiques et des espaces pour les laboratoires afin de favoriser le partenariat, la collaboration et l'innovation.

La conception du centre d'innovation de biologie médicale est basée sur une approche bioclimatique. Elle permet tirer parti des conditions du site, de préserver l'environnement et de réduire au minimum les besoins énergétiques tout en bénéficiant d'un cadre de vie très agréable.

En deuxième lieu, nous avons réalisé des simulations à l'aide du logiciel « Design Builder » afin d'évaluer l'apport de la VMC sur le confort thermique et la consommation énergétique et nous avons aussi intégré des panneaux photovoltaïques pour réduire le recours aux énergies non renouvelables.

Mots clés : biologie médicale, innovation, architecture bioclimatique, confort thermique, VMC, efficacité énergétique.

## **Abstract**

Medical biology is an important component of the health care system. It supports diagnosis, screening, risk assessment and patient follow-up. In this context, innovation in this field must therefore identify new tests or technologies, develop new processes and create new drugs and vaccines that meet this mission.

Our work consists in the first place, to design an innovation centre of medical biology at the University of Blida that allows to offer students, research teachers, professionals and pharmaceutical industries spaces of training, spaces for the organization of scientific events and spaces for laboratories to foster partnership, collaboration and innovation.

The design of the Medical Biology Innovation Centre is based on a bioclimatic approach. It allows taking advantage of the conditions of the site, to preserve the environment and to minimize the energy needs while enjoying a very pleasant living environment.

Second, we will perform simulations using the software «Design Builder» in order to evaluate the contribution of the VMC on thermal comfort and energy consumption and we have met this energy needs by using renewable energies through the integration of active system by photovoltaic panels and we have also integrated photovoltaic panels to reduce the use of non-renewable energies.

Keywords: medical biology, innovation, bioclimatic architecture, thermal comfort, VMC, energy efficiency.

## ملخص

يعد علم طب الأحياء عنصرا مهما في نظام الرعاية الصحية. فهو يدعم التشخيص والفحص وتقييم المخاطر ومتابعة المرضى. وعليه فإن الابتكار في هذا المجال هدفه تطوير عمليات وتقنيات واختبارات جديدة وابتكار أدوية ولقاحات..

يتألف عملنا أولا من تصميم مركز ابتكار في طب الأحياء بجامعة البليدة مما يسمح بتوفير أماكن تسمح بتكوين الطلاب والعلميين الباحثين والمهنيين والصناعات الصيدلانية، بالإضافة إلى أماكن لتنظيم الأحداث العلمية والأهم من ذلك مخابر بحث، وذلك بهدف تعزيز الشراكة والتعاون والابتكار.

يعتمد تصميم مركز الابتكار في طب الأحياء على نهج مناخي حيوي، يعتمد على الاستفادة من ظروف الموقع للمحافظة على البيئة وتقليل احتياجات الطاقة مع الاستفادة من بيئة معيشية مريحة.

ثانيا سنقوم بعمليات محاكاة باستخدام برنامج Designbuilder من اجل تقييم مساهمة VMC في الراحة الحرارية و استهلاك الطاقة و لتلبية احتياجات الطاقة قمنا باستخدام الطاقات المتجددة من خلال اعتماد نظام الألواح الشمسية و قمنا ايضا بدمج الالواح الكهروضوئية لتقليل استخدام الطاقات الغير متجددة.

الكلمات الرئيسية: علم الأحياء الطبي، والابتكار، والبنية المناخية الحيوية، والراحة الحرارية، تهوية ميكانيكية وكفاءة الطاقة.

# SOMMAIRE

## CHAPITRE I : CHAPITRE INTRODUCTIF

Introduction générale.....	1
Problématique.....	2
Objectifs.....	3
Hypothèse.....	4
Méthodologie de travail .....	5
Structure du mémoire.....	6

## CHAPITRE II : ETAT DE L'ART

Introduction .....	7
1. Concepts liés à l'environnement.....	7
1.1. <i>Environnement</i> .....	7
1.1. <i>Architecture bioclimatique</i> .....	8
1.3. <i>Confort thermique</i> .....	14
1.4. <i>La ventilation mécanique contrôlée</i> .....	22
1.5. <i>Efficiences énergétique</i> .....	24
2. Concepts liée au projet.....	26
2.1. <i>Innovation</i> .....	26
2.2. <i>Biologie médicale</i> .....	27
2.2.2. Les branches de la biologie médicale.....	27
2.3. <i>Centre d'innovation de biologie médicale</i> .....	27
3. Analyse des exemples .....	29
Présentation du projet .....	30
Fiche technique.....	30
Situation et accessibilité.....	30
Approche formelle.....	30
Principes d'organisation .....	30
Traitement de façade .....	30
Aspects bioclimatique .....	30
Synthèse.....	30
Centre d'innovation en bioprocédé aux Etats-Unis .....	30
Le pôle de biologie territoriale en France.....	31
Présentation du projet .....	31

Fiche technique.....	31
Situation et accessibilité.....	31
Approche formelle.....	31
Principes d'organisation.....	31
Traitement de façade.....	31
Aspects bioclimatique.....	31
Synthèse.....	31
Présentation du projet.....	32
<b>Centre de recherche et d'innovation de l'Oréal au Brésil.....</b>	<b>32</b>
Fiche technique.....	32
Situation et accessibilité.....	32
Approche formelle.....	32
Principes d'organisation.....	32
Aspects bioclimatique.....	32
Synthèse.....	32
<b>3.2. Synthèse générale de l'analyse des exemples.....</b>	<b>33</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>34</b>
<b>CHAPITRE III : PROJET</b>	
<b>Introduction.....</b>	<b>35</b>
<b>1. Choix du site :.....</b>	<b>35</b>
<b>2. Analyse de site.....</b>	<b>35</b>
<b>2.1. Situation du site :.....</b>	<b>35</b>
<b>2.1.1. A l'échelle du territoire :.....</b>	<b>35</b>
<b>2.1.2. A l'échelle de la ville :.....</b>	<b>36</b>
<b>2.1.3. A l'échelle du quartier :.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2. Analyse séquentielle (Vue du terrain et à partir du terrain).....</b>	<b>37</b>
<b>2.3. Analyse de l'environnement construit.....</b>	<b>38</b>
<b>2.4. Analyse de l'environnement règlementaire.....</b>	<b>40</b>
<b>2.5. Analyse de l'environnement naturel :.....</b>	<b>40</b>
<b>2.6. Les données climatiques.....</b>	<b>42</b>
<b>2.7. Schéma de synthèse de l'analyse de site.....</b>	<b>44</b>
<b>3. Analyse bioclimatique.....</b>	<b>45</b>
<b>3.1. Application de diagramme de GIVONI.....</b>	<b>46</b>

3.2.	Schéma des recommandations de l'analyse bioclimatique .....	49
3.3.	Organisation spatiale à l'échelle de l'aménagement .....	50
3.4.	Organisation spatiale à l'échelle du bâti .....	52
3.4.1.	<i>Types d'usager</i> .....	52
3.4.2.	<i>Fonctions principales et leurs espaces</i> .....	52
3.4.3.	<i>Programme surfacique (Voir annexe n°2)</i> .....	53
3.4.4.	<i>Genèse de la forme</i> .....	54
3.4.5.	<i>Organigrammes spatiaux (voir annexe n°3)</i> .....	56
3.5.	Système structurel .....	57
3.6.	Traitement de façades .....	58
4.	Evaluation environnementale du projet .....	59
4.1.	A l'échelle de l'aménagement .....	59
4.1.1.	<i>Implantation du projet selon les données climatiques</i> .....	59
4.1.2.	<i>La mobilité</i> .....	60
4.1.3.	<i>La végétation</i> .....	61
4.1.4.	<i>Gestion des déchets</i> .....	63
4.1.5.	<i>Energie</i> .....	64
4.1.6.	<i>Récupération des eaux pluviales</i> .....	65
4.2.	A l'échelle du projet .....	66
4.2.1.	<i>Orientation du bâti</i> .....	66
4.2.3.	<i>La ventilation naturelle</i> .....	67
4.2.4.	<i>L'éclairage naturel</i> .....	68
4.2.5.	<i>Construction avec des matériaux écologiques</i> .....	68
5.	Evaluation du confort thermique dans les laboratoires par une simulation thermique .....	69
5.1.	Présentation du logiciel DesignBuilder .....	69
5.2.	Méthodologie suivie .....	69
5.3.	Présentation de l'espace étudié .....	69
5.4.	Les scénarios de simulation .....	70
5.5.	Intégration des panneaux photovoltaïques (PV) .....	73
	Conclusion .....	75
	Conclusion générale	
	Sources bibliographiques	
	Annexes	

# **CHAPITE INTRODUCTIF**

---

## Introduction générale

Depuis les années 1970, des sécheresses intenses, de graves incendies, des pénuries d'eau, élévation de niveau de la mer et déclin de la biodiversité ont été observés sur toute la planète. Ces phénomènes sont dus essentiellement aux changements climatiques.

L'émission de gaz à effet de serre, la surconsommation des ressources planétaires et la réduction des puits naturels de captage du CO<sub>2</sub> comme les forêts, accentuent les changements climatiques.

La façon dont nous habitons notre planète est sans aucun doute l'un des moteurs de la crise actuelle du climat et de la biodiversité. Le cadre de vie que nous avons créé et la manière dont nous le faisons fonctionner consomment d'énormes quantités de terres, de matières premières et d'énergies fossiles et génèrent d'importantes quantités de gaz à effet de serre et de déchets. Selon le dernier rapport du GIEC, la construction, la maintenance et la transformation des bâtiments sont responsables de 19% des émissions de gaz à effet de serre et de 40% de l'énergie consommée au niveau mondial (AUTEURUIA Architecture et climat COP21, 2015).

Donc s'il y a bien un domaine qui peut apporter des solutions aux questions de changement climatique, c'est bien l'Architecture. Les architectes ont un rôle majeur à jouer pour offrir des solutions permettant de lutter efficacement contre le dérèglement climatique, adapter l'environnement bâti à ses effets, et accélérer la transition vers des sociétés et des économies résilientes et sobres en carbone.

Pour y arriver, une nouvelle approche a été adoptée « L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE » dite « passive » considérée comme une innovation dans le domaine de l'architecture.

L'innovation touche tous les domaines notamment le domaine de la biologie médicale, qui est une composante importante du système de santé.

Elle promet l'avènement de nouveaux moyens, de prévenir, diagnostiquer et surveiller les problèmes de santé, et la création de nouveaux médicaments et dispositifs médicaux destinés au suivi et au traitement des maladies. L'innovation dans ce domaine nécessite un accroissement des connaissances, ainsi que leur partage.



---

## Problématique

En 2020, le monde a connu une crise sanitaire d'une portée et d'une proportion sans précédent. Il s'agit du covid-19, qui est responsable d'une pandémie meurtrière.

Dans la lutte contre cette crise, l'OMS a travaillé en étroite collaboration avec les experts mondiaux, les gouvernements et les partenaires pour élargir rapidement les connaissances scientifiques sur ce nouveau virus afin de développer, fabriquer et déployer des vaccins sûrs et efficaces. Cette collaboration a donné des résultats positifs, et la médecine moderne a réalisé un véritable miracle. En effet plusieurs laboratoires pharmaceutiques comme les laboratoires Pfizer(Etats-Unis) et BioNTech(Allemagne)et Bioprocess Innovation Center(Etats-Unis) ont relevé un défi celui d'innover, en moins d'un an, des vaccins efficaces pour venir à bout du Coronavirus et surtout permis de sauver de nombreuses vies.

Donc dans toute l'histoire et dans le monde entier l'innovation a toujours été moteur de progrès mais aujourd'hui, c'est devenu un besoin vital. Innover n'a jamais semblé plus difficile. Pour y réussir, il faut développer une culture d'innovation et créer un environnement où les individus et leurs idées peuvent s'épanouir.

La biologie médicale concourt au dépistage, à l'évaluation des risques et au suivi des patients, l'innovation dans ce domaine se doit d'identifier des technologies nouvelles de développer des nouveaux procédés et de créer de nouveaux médicaments et vaccins répondent à cette mission. Cela nous conduit à poser la question suivante :

- Quels est l'équipement qui permettra de répondre aux besoins de l'innovation dans la biologie médicale et au même temps de participer dans le développement et le partage des connaissances afin de développer une culture d'innovation ?

L'homme n'est pas seulement menacé par la pandémie sanitaire liée au covid-19 ou autre, mais aussi par les catastrophes naturelles telles que, sécheresse, inondation, feux des forêts...etc. Ces catastrophes sont en augmentation en termes de fréquence et de gravité en raison du changement climatique, de l'urbanisation rapide et de la dégradation de l'environnement, ces événements sont accentués par les activités de l'homme sur son environnement. Tout cela, nous montrent bien que l'humanité entière doit repenser son mode d'organisation et revoir en profondeur son rapport aux ressources naturelles.

---

« Tous les efforts déployés pour rendre notre monde plus sûr sont voués à l'échec s'ils ne portent pas sur l'interface cruciale entre l'être humain et les agents pathogènes et sur la menace existentielle des changements climatiques, qui rendent notre planète moins habitable. » (Tedros Adhanom Ghebreyesus, 2020).

Le secteur des bâtiments représente presque la moitié de la consommation d'énergie mondiale et contribue à la hauteur d'un tiers des émissions de CO<sub>2</sub>, premier responsable de l'effet de serre (TOUIL, MARGHECHE, 2017).

Un centre d'innovation en biologie médicale n'échappe pas à cette problématique. Il consomme une quantité excessive d'énergie pour assurer le bon fonctionnement de ces espaces, notamment les laboratoires afin d'offrir un confort thermique optimal et un renouvellement d'air permanent, ce qui permet d'éviter l'exposition aux polluants et limiter la surchauffe causée par les dispositifs techniques.

Dans cette optique, nous nous sommes posés la question suivante :

- Comment pouvons-nous concevoir un bâtiment fonctionnel de la manière la plus économe possible en énergie, tout en assurant un climat intérieur agréable ?

## Objectifs

Nos objectifs sont les suivants :

- Concevoir un centre d'innovation de biologie médicale qui va être un moteur de développement médical.
- Concevoir un bâtiment respectueux de l'environnement.
- Assurer un meilleur confort aux usagers tout en réduisant la consommation énergétique.
- Réduire le recours à l'énergie fossile et utiliser l'énergie renouvelable.

---

## Hypothèse

Pour répondre aux problématiques posées, nous avons formulé les hypothèses suivantes :

- La conception d'un centre d'innovation de biologie médicale à l'université de Blida 1, contenant une installation de laboratoires de différentes spécialités de la biologie médicale et des espaces de collaboration permet de :
  - Favoriser l'interaction entre les scientifiques.
  - Développer de nouveaux procédés, la création de nouveaux médicaments, vaccins, réactifs..., afin d'améliorer la santé humaine et sauver les vies.
  - Offrir aux étudiants et même aux autres chercheurs un endroit pour développer la culture d'innovation.
- Une conception basée sur les principes de l'architecture bioclimatique permet d'assurer le confort thermique nécessaire aux usagers tout en réduisant la consommation énergétique.

---

## Méthodologie de travail

**Etape 1** : Recherche documentaire sur les différentes thématiques traitées dans ce travail.

**Etape 2** : Etape d'analyse :

- Analyse de site : présentation du site d'intervention, analyse de l'environnement construit, l'environnement réglementaire et l'environnement naturel.
- Analyse bioclimatique : présentation du diagramme de Givoni et les stratégies qu'il propose.
- Analyse thématique : définitions des concepts et analyse des exemples.

**Etape 3** : Idée et conceptualisation du projet :

Illustration des idées de base et les principes de conception qui mènent au résultat final du projet tout en mettant en évidence le site d'intervention, le programme, et les références théoriques afin d'avoir le meilleur projet.

**Etape4** : simulation du projet :

L'objectif principal est l'évaluation du confort thermique dans quatre laboratoires par le logiciel « DesignBuilder ».

---

## Structure du mémoire

Afin d'atteindre nos objectifs et vérifier nos hypothèses, notre travail est structuré sous forme de trois chapitres :

### I- Chapitre introductif :

Ce premier chapitre comprend les éléments fondamentaux qui nous sont indispensables pour l'élaboration de notre manuscrit, après avoir réalisé une introduction générale du mémoire, nous avons justifié les raisons qui nous ont poussés à choisir notre thème, posé nos problématiques, et construit des hypothèses et des objectifs à atteindre et enfin présenté la méthodologie suivie.

### II- Chapitre état de l'art :

Il porte sur les définitions des concepts, les aspects théoriques clés du thème de recherche comme l'environnement, architecture bioclimatique, la ventilation mécanique contrôlée, le confort thermique et l'efficacité énergétique mais aussi sur les concepts liés à notre projet comme l'innovation et la biologie médicale. Ce chapitre se termine par une analyse d'exemples qui nous permettra une meilleure compréhension du projet.

### III- Chapitre élaboration de projet :

Le dernier chapitre est consacré à l'élaboration de notre projet, il comprend :

- L'analyse du site et l'analyse bioclimatique.
- La présentation du projet architectural et ses différentes phases d'évolution.
- L'évaluation environnementale du projet.
- La simulation du confort thermique dans les laboratoires.

### IV- Conclusion générale : elle comporte la synthèse générale de tout le travail

# **Chapitre II**

## **ETAT DE L'ART**

---

## Introduction

La recherche thématique est un élément important dans le processus de la conception architecturale.

Elle permet de connaître et de comprendre le thème, et définir les objectifs du projet.

Dans ce chapitre nous allons tout d'abord définir les différents concepts liés à l'environnement (Environnement, Architecture bioclimatique, confort thermique et Efficience énergétique), puis les différents concepts liés au projet (Innovation, biologie, biologie médicale, ...) enfin, nous présenterons une analyse d'exemples qui nous permettra de mieux comprendre et identifier les différents composants de notre projet et nous aidera dans la phase d'aménagement de la conception architecturale.

### 1. Concepts liés à l'environnement

#### 1.1. Environnement

##### 1.1.1. Définition

L'environnement est le milieu dans lequel un organisme fonctionne, incluant l'air, l'eau, le sol, les ressources naturelles, la flore, la faune, les êtres humains et leurs interrelations. Le milieu peut être décrit en termes de biodiversité, d'écosystèmes, de climat ou autres caractéristiques (ISO 14001, 2015)

##### 1.1.2. Relation Architecture/Environnement

*B. GIVONI a écrit en 1978 : « La relation de l'architecture avec l'environnement est à l'ordre du jour ; elle concerne l'impact écologique et visuel, mais aussi les échanges entre le climat et les ambiances intérieures, cet aspect a été particulièrement négligé ces dernières années, mais il est devenu en raison de la crise de l'énergie, un des principaux thèmes de recherche en matière d'architecture » ( GIVONI ,1978).*

##### 1.1.3 Relation Architecture/Climat

De tous temps, l'homme a essayé de tirer parti du climat pour gagner du confort et économiser l'énergie dans son habitation. C'est ce qu'on appelle l'architecture vernaculaire et comme exemple « l'architecture ksourienne », témoignent du génie humain d'adaptation et d'acclimatation avec l'environnement. Leur habitat intégré à l'écosystème local est connu par des rues étroites et sinueuses qui donnent des ambiances ombragées aux murs en bloc de terre crue. Elles permettent souvent d'éviter le recours à des techniques artificielles de climatisations ou de chauffage. Le matériau, la forme et les

techniques utilisées sont choisis en fonction de leur capacité naturelle à réguler l'humidité de l'air, l'isolation, la ventilation et l'inertie thermique.

De nos jours, les exigences du confort augmentent et se multiplient de plus en plus et les concepteurs semblent avoir négligé la fonction d'adapter le bâtiment au climat et la maîtrise de l'environnement intérieur et extérieur. Ils ont confié le soin à la technologie de créer un environnement artificiel.

Dans les pays à climat chaud, aujourd'hui encore, le constat des conditions d'inconfort extrême que l'on rencontre dans les bâtiments est sévère :

Les conséquences néfastes pour les occupants sont nombreuses. Pour cela, des concepts nouveaux dans le vocabulaire architectural tel que :

« Architecture bioclimatique », « solaire passive » ou « architecture climatique » ou une conception consciente de l'énergie ont pris en considération les mécanismes du confort et l'économie d'énergie. (Alexandrov, 1982) Insistent sur la relation de l'habitation au climat en vue de créer des ambiances « confortables » par des moyens spécifiquement architecturaux.

### 1.1. Architecture bioclimatique

#### 1.2.1 Définition

- « L'architecture bioclimatique l'art et le savoir-faire de bâtir en alliant respect de l'environnement et confort de l'habitant ». (Samuel Courgey, Jean-Pierre Oliva, 2006) est
- « La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, Réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement (Alain Liébard et André De Herde, 2006)

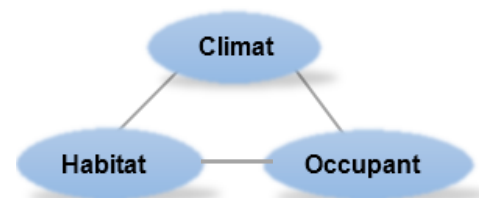


Figure 1 : Schéma de démarche de l'architecture bioclimatique. Source : Auteur



### 1.2.2. Objectifs de l'architecture bioclimatique

La conception bioclimatique des bâtiments a trois objectifs principaux (Samuel Courgey Et Jean-Pierre Oliva, 2006) :

- Protection de l'environnement : réduire l'utilisation des combustibles fossiles et de l'électricité, réduire les déchets.
- Economiser l'énergie conventionnelle : l'utilisation des énergies renouvelables peut économiser de l'énergie et réduire la consommation de ressources non renouvelables.
- Améliorer les conditions de vie à l'intérieur : la conception bioclimatique assure le confort thermique et la qualité de l'air, créant ainsi un environnement de vie Sain.

### 1.2.3. Historique

L'architecture bioclimatique en quelques dates (Belkhamsa Sarah 2012/2013) :

L'approche bioclimatique n'est pas nouvelle, elle s'inspire des maisons et habitats vernaculaires

- 1960 : L'habitat organique de David Wright a bénéficié de contributions gratuites d'énergie solaire.

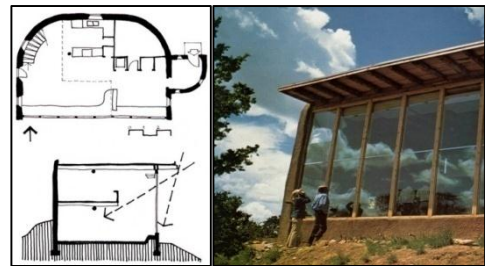


Figure 2 : Habitat organique de David Wright.  
Source : SlideToDoc.com

- L'architecture bioclimatique en 1970 : La méthode bioclimatique était au départ très intuitif, sans aucun outil pratique de conception ou de mise en œuvre. Cependant, il s'est développé en une série de grilles d'évaluation importantes (HBC, HPE).
- 1990 : La première grille destinée à évaluer « objectivement » les caractéristiques environnementales des bâtiments.
- Architecture Bioclimatique en 1992 : sommet du Brésil, engagé pour le développement durable. De nombreux pays ont accéléré le processus conduisant à l'adoption généralisée de politiques environnementales dans tous les secteurs économiques :
  - Enveloppes avec isolation renforcée.
  - Développer des technologies liées aux énergies renouvelables.
  - Participation et insertion sociale (habitat écologique), participation sociale : « Institut Californien Cal- Earth ».

---

#### 1.2.4. Principes de l'architecture bioclimatique

Les 5 principes majeurs de l'architecture bioclimatique sont les suivants

➤ Intégration au site

Ce principe sera respecté si les besoins en infrastructures de l'édifice sont limités au maximum. Pour ce faire, l'édifice doit être implanté dans un endroit qui limite les déplacements de son utilisateur et qui réduit l'impact de celui-ci sur l'environnement. Les centres-villes, les agglomérations périphériques et les friches seront donc à privilégier dans une démarche bioclimatique. De cette façon, l'installation de bâtiments dans des paysages naturels est limitée.

➤ Choix des matériaux

Pour une construction bioclimatique, les matériaux à faible empreinte écologique sont préférés aux matériaux de construction classiques. L'architecte veillera à ce que ce principe n'entre pas en contradiction avec le dernier principe en ne choisissant pas des matériaux qui peuvent avoir des conséquences néfastes sur la santé.

➤ Mise en œuvre du chantier :

L'utilisation d'engins et de moyens mécaniques qui consomment une grande quantité d'énergie et qui peuvent avoir un impact sur l'environnement est à éviter dans une démarche d'édification bioclimatique. Des moyens de constructions simples et naturels seront donc préférés aux techniques classiques de construction. Les déchets et le bruit produits durant le chantier devront être limités au possible afin de ne pas perturber l'environnement de celui-ci.

➤ Le confort des utilisateurs :

L'apport d'un niveau de confort intéressant pour les futurs utilisateurs de la construction passe par le choix de matériaux et de techniques de construction qui permettront d'assurer de bonnes conditions thermiques et hygrométriques à l'intérieur de l'édifice. La capacité du bâtiment à capter et à redistribuer l'énergie solaire influe donc directement sur le confort de vie des utilisateurs du bâtiment. L'apport en lumière, l'absence d'odeurs des matériaux, la facilité d'entretien, l'aspect visuel et la qualité de l'air sont des points que l'architecture doit absolument prendre en compte pour que le confort à l'intérieur de son édifice soit de haut niveau

➤ Les dépenses énergétiques

L'architecture bioclimatique doit viser un niveau de consommation passif, rendant l'édifice totalement indépendant des sources d'énergie non-renouvelables. Même si elle n'atteint pas ce niveau, elle doit veiller à respecter la réglementation thermique en vigueur et assurer une performance de consommation supérieure à celle attendue par la norme. Si toutes les consommations sont visées par ce procédé (eau, gaz, énergies fossiles, etc.), c'est surtout l'énergie solaire et l'air qui doivent être bien gérés dans un but écologique (gestion de l'air, gestion de l'eau, gestion de l'énergie solaire).

### 1.2.5. Les stratégies de l'architecture bioclimatique

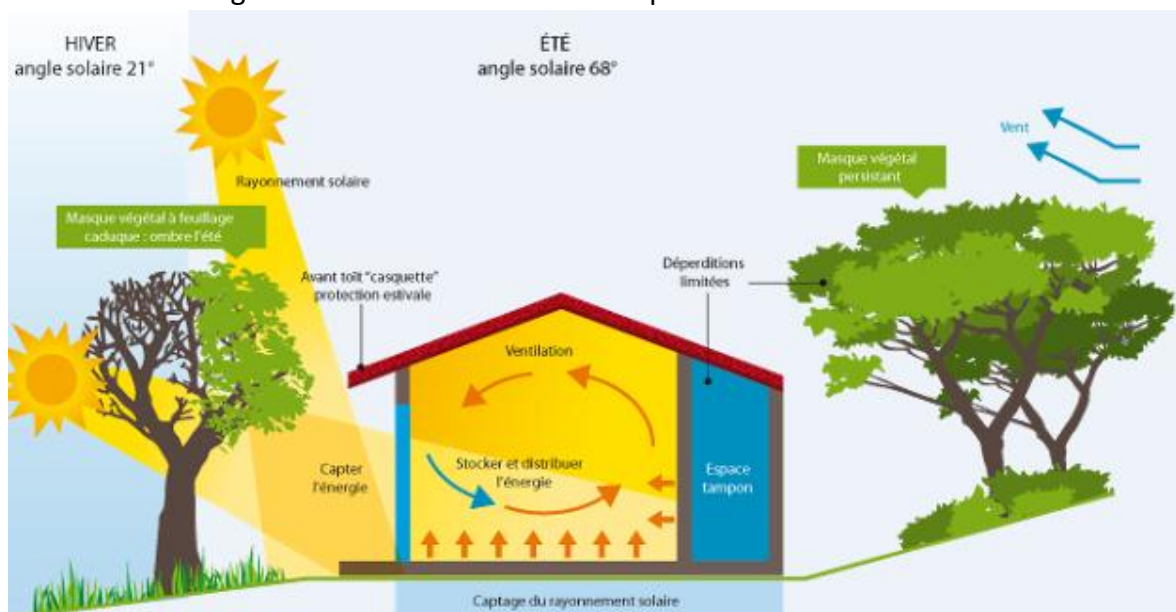


Figure 3 : Schéma des stratégies d'une conception bioclimatique. Source : [WWW.e-rt2012.fr](http://WWW.e-rt2012.fr).

L'architecture bioclimatique s'appuie sur trois axes :

➤ Capturer/se protéger de la chaleur :

En règle générale, dans l'hémisphère nord où le soleil se lève dans la direction générale est, et se couche dans la direction générale ouest, on propose :

- Des ouvertures de grande dimension au sud, parfaitement protégées du soleil estival
- Très peu d'ouvertures au nord.
- Peu d'ouvertures à l'est sauf pour les pièces d'usage matinal, comme les cuisines : soleil du matin.

- 
- Peu d'ouvertures à l'ouest, surtout pour les chambres, à protéger du soleil couchant en été.

Dans une démarche bioclimatique, ces généralités doivent naturellement être adaptées en fonction du milieu (climat, environnement, ...) et des rythmes de vie des utilisateurs du bâtiment.

➤ Transformer, diffuser la chaleur :

Une fois la lumière solaire captée, un bâtiment bioclimatique doit savoir la transformer en chaleur et la diffuser là où elle sera utile. La transformation de la lumière en chaleur se fait à travers d'un certain nombre de principes, afin de ne pas détériorer le confort intérieur :

- Maintenir un équilibre thermique adapté
- Ne pas dégrader la qualité lumineuse
- Permettre la diffusion thermique par le système de ventilation et la conductivité thermique des parois. Dans une construction, la chaleur a tendance à s'accumuler vers le haut des locaux par convection et stratification thermique. La conversion en chaleur de la lumière doit se faire prioritairement au niveau du sol. Par ailleurs l'absorption de lumière par une paroi la rend sombre et limite sa capacité à diffuser cette lumière. Cette absorption ne doit pas empêcher la diffusion de lumière vers les zones les moins éclairées, et ne doit pas générer de contrastes ou d'éblouissement.

(ROBERT, 2017)

➤ Conserver la chaleur ou la fraîcheur

En hiver, une fois captée et transformée, l'énergie solaire doit être conservée à l'intérieur de la construction et valorisée au moment opportun. En été, c'est la fraîcheur nocturne, captée via une sur-ventilation par exemple, qui doit être stockée dans le bâti afin de limiter les surchauffes pendant le jour. De manière générale, cette énergie est stockée dans les matériaux lourds de la construction. Afin de maximiser cette inertie, on privilégiera l'isolation par l'extérieur. (ROBERT, 2017)

➤ Favoriser l'éclairage naturel

La réduction de la consommation d'éclairage des bâtiments est l'un des points essentiels de la conception bioclimatique. Afin de favoriser l'éclairage naturel, la surface et

---

l'emplacement des fenêtres devront être intelligemment choisis, la forme des pièces devra favoriser la pénétration de la lumière, etc. Il faudra cependant ne pas en abuser. Si une pièce est trop exposée à l'éclairage naturel, l'occupant sera ébloui et fermera les volets, pour allumer l'éclairage artificiel (FOURNIER, 2019)

#### 1.2.6. Types de l'architecture bioclimatique

Il existe deux types d'architecture bioclimatique que l'on peut utiliser séparément ou de façon complémentaire (Alain Lié bard et André De Herde ,2006)

➤ Architecture bioclimatique passive :

Les constructions dites « passives » reprennent l'idée que l'habitat peut répondre à l'essentiel de ses besoins énergétiques sans l'aide des mécanismes actifs.

L'architecture passive tire la meilleure partie du rayonnement solaire et de la circulation naturelle de l'air et aussi le choix des isolants et des matériaux à forte inertie thermique pour réduire les besoins énergétiques, maintenir des températures agréables, contrôler l'humidité et favoriser l'éclairage naturel.

La démarche passive s'appuie sur plusieurs piliers :

- L'implantation du bâtiment : une implantation en fonction du relief ou des massifs d'arbres et d'arbustes, ou encore de l'environnement bâti, pour protéger le projet des vents et de pluies.
- L'orientation : une orientation plein sud de l'ensemble ou d'une façade.
- La forme : une forme ramassée elle-même pour avoir un maximum de volume avec une peau de surface minimale.
- La ventilation naturelle : le principe de la ventilation est d'insuffler de l'air neuf/propre dans le bâtiment, puis de faire circuler cet air à travers les zones à ventiler, pour enfin extraire l'air vicié et le rejeter à l'extérieur naturellement.
- L'isolation thermique : l'isolation de bâtiment pour limiter les déperditions thermiques.
- Ouverture : un maximum de grandes baies au sud pour capter au mieux les rayons du soleil tout en les protégeant des forts ensoleillements d'été.

➤ Architecture bioclimatique active

Mettre en œuvre des équipements qui captent, stocke, et distribuent de l'énergie pour les besoins de bâtiment notamment pour le chauffage et le rafraichissement et l'eau chaude sanitaire.

**1.3. Confort thermique**

1.3.1. Définition

État d'équilibre entre la chaleur produite à l'intérieur du corps et la chaleur cédée à l'environnement.

1.3.2. Paramètres du confort thermique

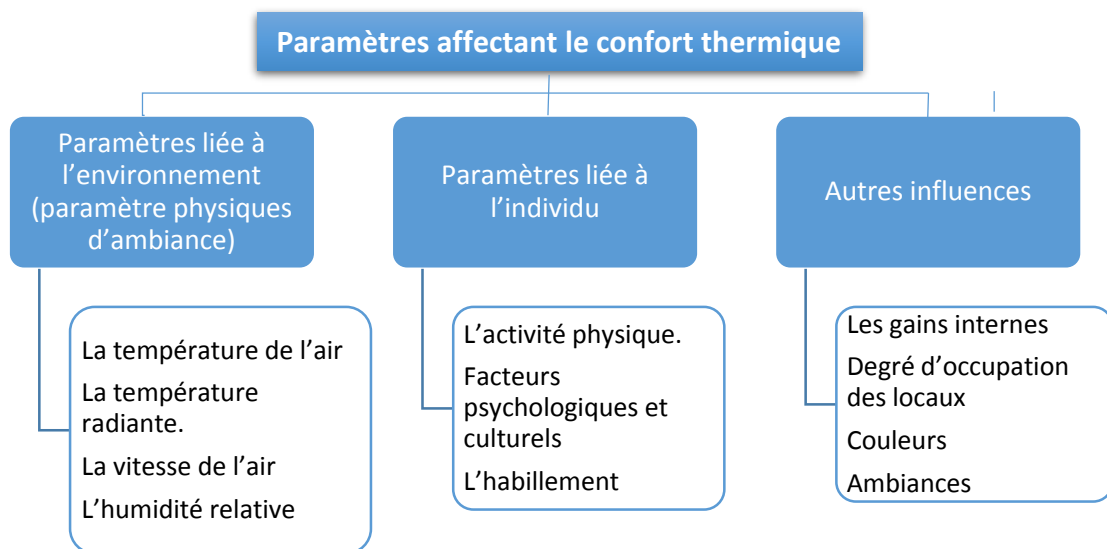
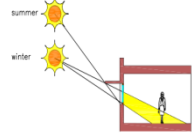

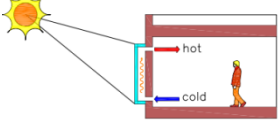
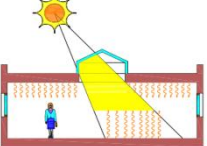
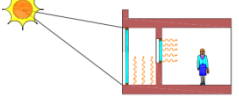
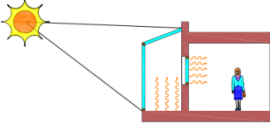
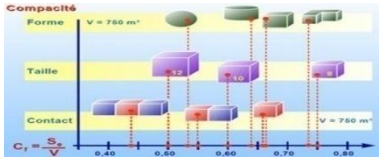


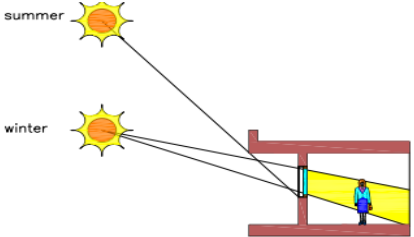
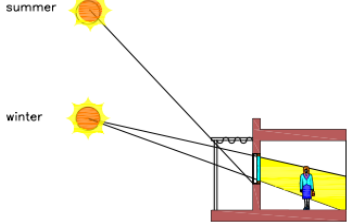
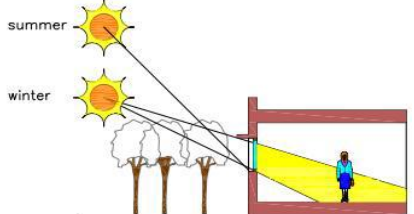
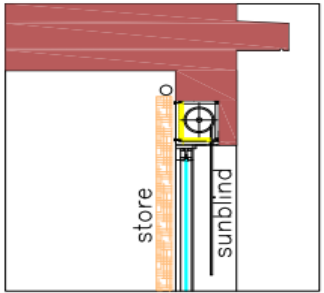
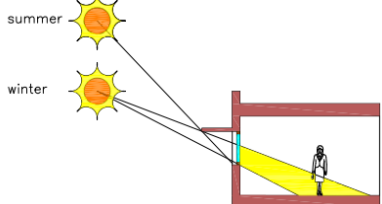
Figure 4 : Schéma des paramètres du confort thermique. Source : Mazari,2012

1.3.3. Les dispositifs architecturaux et les stratégies bioclimatiques relative au confort thermique

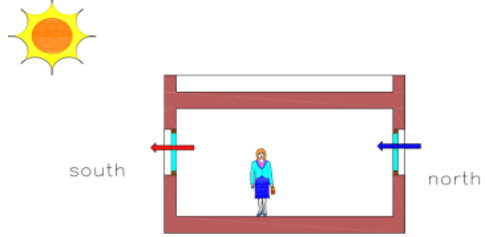
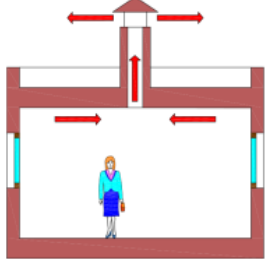
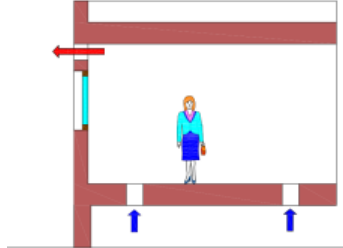
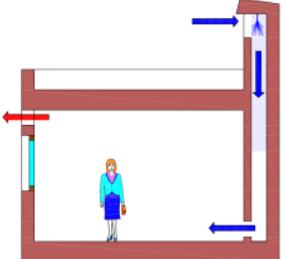
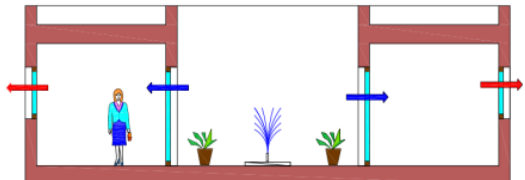
- Stratégies passives

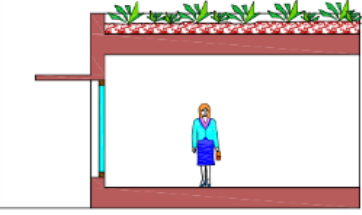
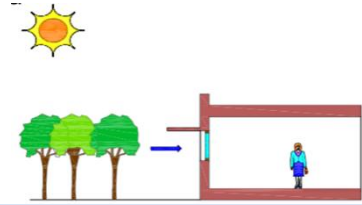
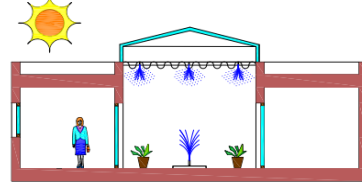
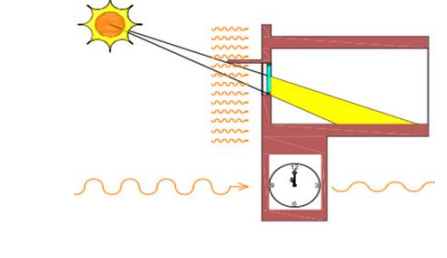
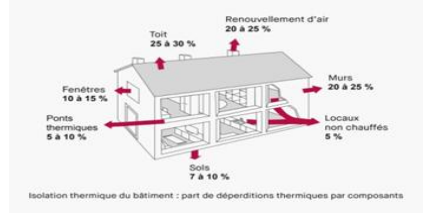
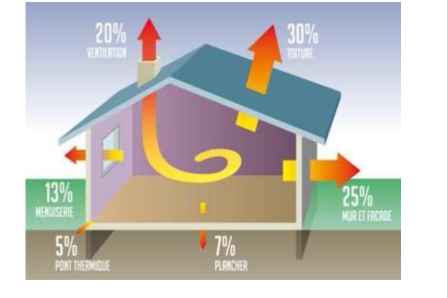
Tableau 1: Les stratégies bioclimatiques passives et les dispositifs architecturaux relatifs au confort thermique (Manzano-Agugliaro. F et al, 2015).

Les stratégies passives	Dispositifs architecturaux
Chauffage solaire passive(Hiver)	Une large fenêtre au sud 
	Toiture végétalisé 
	Mur trombe 
	Skylight 
	Façade double peau 
	Serre bioclimatique 
	compacité de la forme 

Les stratégies passives	Dispositifs architecturaux
Protection solaire (été)	<p>Avancée horizontale du bâtiment</p> 
	<p>Pergolas</p> 
	<p>Arbre et végétation</p> 
	<p>Stores, persiennes...</p> 
	<p>Auvents</p> 

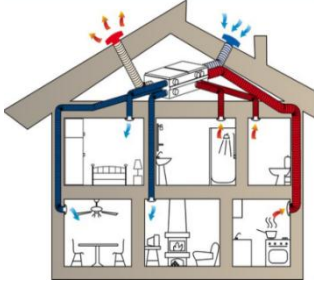
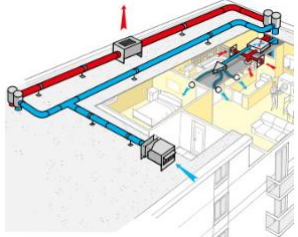
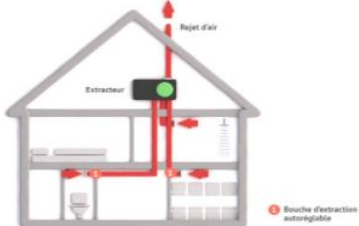


Les stratégies passives	Dispositifs architecturaux
<p>Refroidissement naturelle et ventilation</p>	<p>Ventilation transversale</p> 
	<p>Cheminée solaire</p> 
	<p>Ventilation souterraine</p> 
	<p>Tour evaporative</p> 
	<p>Patio</p> 

Les stratégies passives	Dispositifs architecturaux	
Refroidissement par évaporation	Toiture végétalisée	
	Arbre et végétation à l'intérieur et à l'extérieur	
	Présence de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur	
Refroidissement à masse thermique élevée avec une ventilation nocturne	Matériaux captifs	
Isolation	L'isolation par ponts thermiques	 <p>Isolation thermique du bâtiment : part de déperditions thermiques par composants</p>
l'étanchéité à l'air	La continuité d'une enveloppe étanche à l'air (film ou enduit d'étanchéité à l'air - sur la face interne des murs)	

- Stratégies actives

Tableau 2 : Les stratégies bioclimatiques actives et les dispositifs architecturaux relatifs au confort thermique (Manzano-Agugliaro. F et al, (2015).

Les stratégies actives	Dispositifs architecturaux
<p><b>Ventilation mécanique contrôlée</b></p>	<p>Il est nécessaire de prévoir un système de ventilation performant pour assurer le renouvellement de l'air. Afin d'évacuer l'humidité sans entraîner de fortes déperditions de chaleur, l'installation d'une ventilation mécanique contrôlée de préférence double flux, est alors indispensable.</p> 
	<p>1-La ventilation double flux assure le renouvellement d'air dans le logement par l'insufflation d'air neuf dans les pièces et par l'extraction de l'air vicié dans les pièces.</p> 
	<p>2-La ventilation simple flux :Un équipement qui permet de réguler le renouvellement de l'air de votre domicile, tout en diminuant les déperditions thermiques.</p> 

1.3.4. Méthode d'évaluation du confort thermique :

1.3.4.1. Les outils graphiques

Il existe en littérature un certain nombre de méthodes dites d'évaluation du confort thermique, basées sur des expérimentations menées par différents chercheurs et mettant en oeuvre différents paramètres de détermination du confort thermique.

Plusieurs méthodes de combinaison ont été développées par les chercheurs pour la manipulation simultanée des variables du confort.

Parmi ces méthodes on peut citer quelques unes :

- PMV : l'indice de vote moyen prévisible , cet indice permet d'évaluer le niveau de confort thermique atteint dans un local. Soit, pour une situation donnée, de fixer la température de confort thermique optimale.

Donne l'avis moyen d'un groupe de personnes qui exprimeraient un vote de sensation de confort thermique en se référant à l'échelle suivante :

Une valeur de PMV de zéro exprime une sensation de confort thermique optimale. Une valeur de PMV négative signifie que la température est plus basse que la température idéale et réciproquement une valeur positive signale qu'elle est plus élevée. On considère que la zone de confort thermique s'étale de la sensation de légère fraîcheur à la sensation de légère chaleur, soit de -1 à +1 (Mazouz Said, LIEBARD A & DE HERDE A, 2005)

- PPD : le pourcentage prévisible d'insatisfaits, donne en fonction de l'indice PMV d'une situation thermique précise, le pourcentage de personnes insatisfaites par rapport à la situation.

Plus le pourcentage de PPD est grand plus l'intervalle de PMV est étendu. (Mazouz Said, LIEBARD A & DE HERDE A, 2005)

- Température opérative : la température de l'air et la température des parois définissent « la température opérative ».

De façon simplifiée, on définit une température de confort ressentie (appelée aussi « température opérative » ou « température résultante sèche » :

$$T^{\circ}_{\text{opérative}} = (T^{\circ}_{\text{air}} + T^{\circ}_{\text{parois}})/2$$

Cette relation simple s'applique pour autant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0.2 m/s. (Energie+, 2012)

- Diagramme bioclimatique : parmi les outils les plus connus dans ce domaine on peut citer le diagramme d'Olgay, diagramme de Givoni, les tables de Mahoney, et la méthode de Szokolay.

Les diagrammes bioclimatiques sont des outils de synthèse qui permettent de choisir les grandes options architecturales à partir des exigences du confort thermique et des profils du climat extérieur.

Le principe consiste à confronter sur un même graphe, « un polygone de confort », un climato gramme représentant les conditions extérieures et l'aire d'influence thermique et hygrométrique de certaines solutions architecturales ou de certains dispositifs.

Le diagramme bioclimatique combine plusieurs types de données dont :

- Les données du climat extérieur.
- Les données du confort thermique.
- Les données des solutions architecturales :

1. Inertie thermique.
2. Résistances thermiques.
3. Ventilation.
4. Captation solaire.
5. Système de chauffage et de climatisation naturelle.

Exemple : Diagramme de Givoni

Le diagramme de Givoni permet de tracer sur un diagramme psychométrique (humidité en ordonnée, et température en abscisse) des plages de confort, qui peuvent dépendre de la vitesse d'air, de l'habillement ou de l'activité.

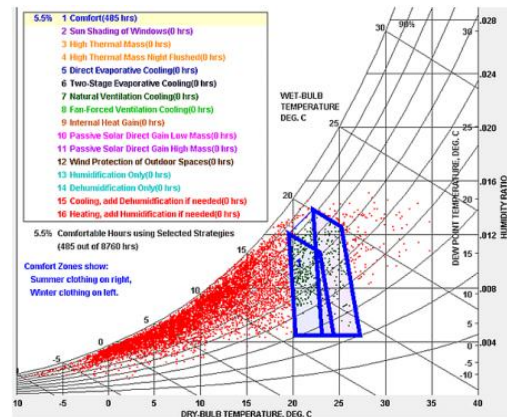


Figure 5 : Diagramme bioclimatique de GIVONI.  
Source : ClimateConsultant6.0

#### 1.3.4.2. Simulation thermique dynamique (STD)

Est un puissant outil de calcul qui permet d'avoir un aperçu du comportement thermique du bâtiment analysé de façon précise dans le temps et dans l'espace.

Les logiciels de la STD permettent d'optimiser la conception d'un bâtiment. En proposant une approche réaliste du fonctionnement thermique du l'ouvrage à l'aide de calculs énergétique détaillés.

Démarche de la STD :

La STD simule heure par heure le comportement du bâtiment. Pour cela, on prend en compte :

La localisation du bâtiment, la météo locale.

L'orientation du bâtiment, la répartition des pièces et des vitrages.

Les matériaux constituant le bâtiment, son inertie thermique, ses ponts thermiques, ses protections solaires, ...etc.

Les équipements de chauffage, climatisation, ECS, Ventilation, éclairage.

La régulation du chauffage et éventuellement des autres équipements.

Elle permet de connaître :

Les températures – les besoins de chauffage et de climatisation – les apports solaires – la consommation énergétique finale.

### 1.4. La ventilation mécanique contrôlée

#### 1.4.1. Définition :

Ensemble des dispositions et équipements destinés à faciliter l'aération des locaux, c'est-à-dire l'évacuation de l'air vicié et son renouvellement par de l'air frais. (DICOBAT ,2018)

#### 1.4.2. Principe de VMC

Il est composé d'un ventilateur couplé à des bouches d'aération ou d'extraction. Une VMC peut également être associée à un réseau de gaines afin de pouvoir ventiler plusieurs pièces d'un bâtiment.

#### 1.4.3. Objectif de la ventilation mécanique contrôlée

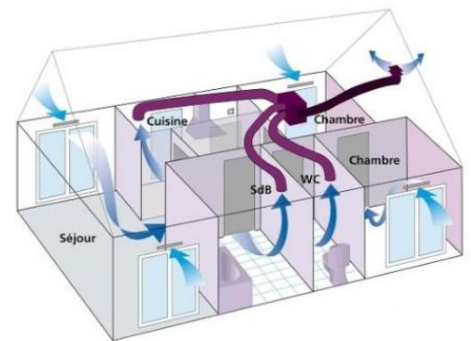
- Evacuer l'humidité
- Renouveler l'oxygène
- Eliminer les polluants
- Réduire la chaleur
- Evacuer les fumées et réduire les mauvaises odeurs
- Evacuer les contaminants dangereux dans l'air

#### 1.4.4. Types de VMC :

Il existe deux types de la ventilation mécanique contrôlée :

- VMC à simple flux :

IL permet d'extraire l'air vicié de l'intérieur pour l'expulser à l'extérieur grâce à des bouches d'extraction.



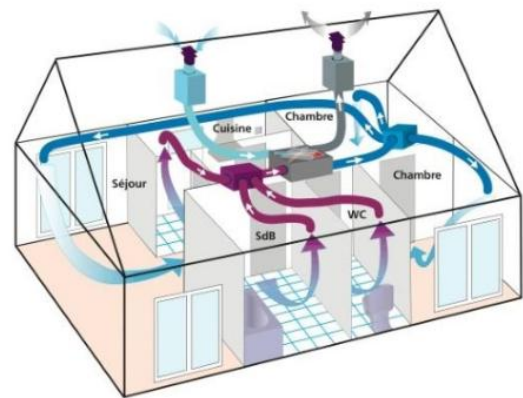
#### VMC simple flux

Figure 6 : Schéma de fonctionnement de VMC simple flux. Source : [www.eautherm.fr](http://www.eautherm.fr)

- Principe de fonctionnement de VMC à simple flux
  - L'air extérieur pénètre naturellement par des entrées d'air généralement au niveau des fenêtres.
  - Puis il est rejeté dans des bouches d'extraction.
  - Ces bouches d'extraction sont reliées à un groupe d'extraction comportant un ventilateur.

- Il existe 3 types de VMC simple flux :
  - VMC simple flux auto-réglable : le débit d'air est le même quelles que soient les conditions climatiques et le nombre de personnes présentes dans le logement.
  - VMC simple flux hygroréglable : le débit d'air varie en fonction du taux d'humidité à l'intérieur du logement.
  - VMC simple flux à gaz : au moyen d'entrée d'air, de bouches d'extraction et d'un ventilateur, elle assure la ventilation d'un logement en rejetant l'air vicié vers l'extérieur.
  
- VMC à double flux :

Une VMC double flux permet de ne subir aucune déperdition énergétique. En effet, le réseau de gaines est divisé en deux parties distinctes, un réseau pour l'extraction de l'air et un second pour l'insufflation, qui passent par un échangeur thermique. L'air neuf est ainsi réchauffé avant d'être diffusé



**VMC double flux**

Figure 7 : Schéma de fonctionnement de VMC double flux. Source : [www.eautherm.fr](http://www.eautherm.fr)

Les systèmes de VMC double flux disposent dans le caisson de l'échangeur thermique de filtres très performants qui permettent de capter les polluants, les particules fines, les pollens et autres allergènes contenus dans l'air extérieur.

La VMC à double flux a plusieurs variantes :

- Une VMC double flux couplée avec un puits canadien : Nommé également puits provençal, cette installation utilise la géothermie pour réchauffer l'air venant de l'extérieur. Un système

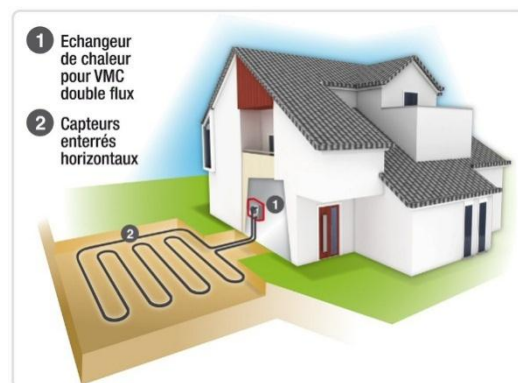


Figure 8 : Schéma explicatif d'une VMC double flux avec un puits canadien. Source : [www.geco.fr](http://www.geco.fr)

écologique et performant en saison hivernale comme estivale permet une arrivée d'air à température constante.

- Une VMC double flux thermodynamique : est un dispositif "complet". Couplée à une pompe à chaleur, elle permet de concilier chauffage, refroidissement et ventilation, voire même une production d'eau chaude sanitaire.

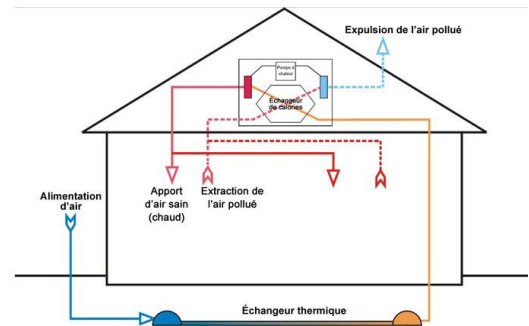


Figure 9 : Schéma explicatif d'une VMC double flux thermodynamique. Source : [www.geco.fr](http://www.geco.fr)

## 1.5. Efficience énergétique

### 1.5.1 Définition

L'efficience énergétique est le rapport entre énergie directement utilisée (dite énergie utile) et énergie consommée.

### 1.5.2. Objectif de l'efficience énergétique

Il s'agit tout simplement de diminuer la consommation d'énergie tout en maintenant des conditions d'utilisation et de confort satisfaisantes. Il s'agit de consommer moins et surtout mieux. (Anne de Béthencourt et M. Jacky Chorin, 2013)

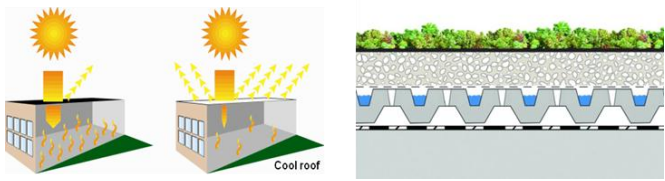
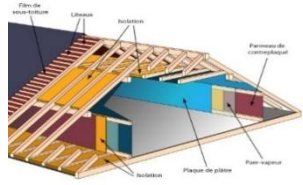
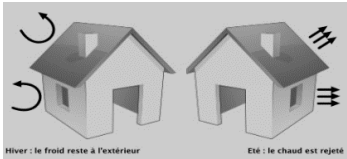
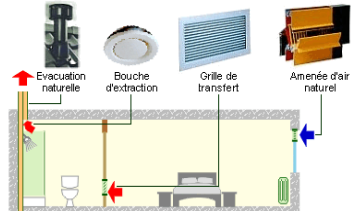
### 1.5.3. Les dispositifs architecturaux et les stratégies bioclimatiques relative à l'efficience énergétique :

Tous les dispositifs architecturaux relative au confort thermique permettent de réduire les besoins ou la consommation énergétiques.




- Stratégies passives

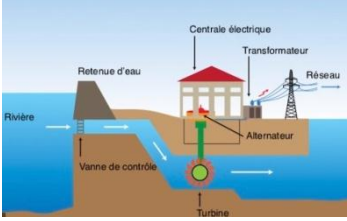
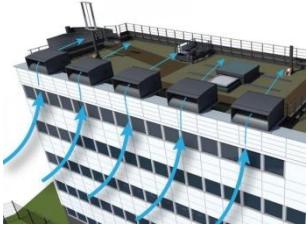
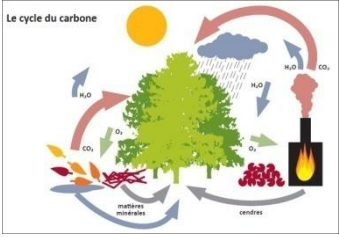
Tableau 3: Les stratégies bioclimatiques passives et les dispositifs architecturaux relatifs à l'efficacité énergétique (www.eurabo.be/f)

Les stratégies passives	Dispositifs architecturaux
L'usage de couleurs claires ou la végétalisation dans les toitures	<p>L'usage de couleurs claires ou la végétalisation (si cela est possible notamment vis à vis des besoins en d'eau pour l'arrosage) seront toujours des stratégies performantes.</p> 
L'isolation thermique	<p>L'isolation thermique pour réduire la capacité de refroidissement nocturne du bâtiment par le toit dans le cas de bâtiments climatisés.</p>  <p>L'usage de toitures à forte inertie sera privilégié car il permettra d'écarter les pointes d'appels de puissance.</p> 
ventilation nocturne	<p>Via une trappe de ventilation qui s'ouvre automatiquement une fenêtre, une porte, une grille ou un volet le soir ou la nuit, et en refermant le lendemain.</p> 

- Stratégies actives

Tableau 4 : Les stratégies bioclimatiques actives et les dispositifs architecturaux relatifs à l'efficacité énergétique (www.energieplus-lesite.be)

Les stratégies actives	Dispositifs architecturaux
Energie solaire	<p><b>Panneaux photovoltaïques :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Par transformation d'une partie du rayonnement solaire par une cellule photovoltaïque. Plusieurs cellules sont reliées entre elles dans un module photovoltaïque, puis les modules sont regroupés pour former des panneaux solaires.</li> </ul> 

<p>Energie hydraulique</p>	<p>L'énergie électrique est produite par la transformation de l'<u>énergie cinétique</u> de l'eau en <u>énergie électrique</u> par l'intermédiaire d'une <u>turbine hydraulique</u> couplée à un <u>générateur électrique</u></p>	
<p>Energie éolienne</p>	<p>la transformation de l'énergie cinétique en énergie électrique : le vent fait tourner des pales qui font-elles même tourner le générateur 3 de l'éolienne. À son tour le générateur transforme l'énergie mécanique du vent en énergie électrique.</p>	
<p>Biomasse</p>	<p>Les matériaux d'origine biologique employés comme combustibles pour la production de chaleur, d'électricité ou de carburants.</p>	

**2. Concepts liée au projet**

**2.1. Innovation**

**2.1.1. Définition**

C'est la mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle. (Manuel d'Oslo, 2005).

**2.1.2. Besoins d'innovation**

- Sécurité : Encourager l'expérimentation et protéger les idées les plus fragiles.
- Ouverture : Favoriser le développement d'une communauté d'innovateurs.
- Autonomie : Permettre l'accès aux outils de base sans interruption du flux de travail.
- Assistance : Proposer un accueil et des services sur demande pour organiser l'espace et coordonner les interactions.
- Stabilité : Créer un sentiment de continuité avec des outils, des espaces et des expériences cohérentes.

- 
- Dynamisme : Permettre le changement pour s'adapter à l'évolution des processus ; offrir un espace « toujours en construction ».
  - Indépendance : Attribuer des postes individuels.
  - Partage : Créer des espaces pouvant être utilisés par tous à différents moments.

## **2.2. Biologie médicale**

### **2.2.1. Définition**

Désigne une spécialité médicale qui recourt à des techniques de laboratoire (analyse, microscopie, immunologie, bactériologie, virologie, hématologie, etc.) qui consiste à trouver l'origine physiopathologique d'une maladie grâce à l'analyse de liquides biologiques.

### **2.2.2. Les branches de la biologie médicale**

La biologie médicale recouvre plusieurs branches spécialisées (Voir annexes n°1)

- Biologie des agents infectieux ou microbiologie médicale
- Biochimie clinique
- Biologie interventionnelle
- Immunologie
- Hématologie biologique
- Biologie moléculaire
- Cytogénétique
- Cytologie

## **2.3. Centre d'innovation de biologie médicale**

### **2.3.1. Définition**

C'est un espace qui abrite des laboratoires de recherche. Il permet d'accueillir des problématiques afin de développer ou créer de nouveaux moyens de prévenir, diagnostiquer et surveiller les problèmes de santé et la création de nouveaux test, médicaments et des vaccins... destinés au suivi et au traitement des maladies.

### **2.3.2. Missions :**

- Créer les conditions nécessaires pour faire émerger et soutenir les innovations. (Laboratoire de travail bien équipé)
- Impulser de nouvelles façons de travailler, de collaborer, de documenter et contribuer à l'appropriation et à la diffusion de ces méthodes.

- Etablir un dispositif de dialogue ouvert et horizontal pour tous les acteurs, qu'ils soient internes ou externes de l'organisme.
- Accompagner les porteurs de projets innovants (agents des administrations centrales et déconcentrées, enseignants, personnels des établissements, etc.) en leur fournissant des ressources et des outils pour développer et valoriser leur projet.

2.3.2. Qui sont concerné par le centre d'innovation de biologie médicale ?

- Les écoles et universités tout d'abord ont un rôle à jouer dans la formation des jeunes diplômés. Universités, grandes écoles, doivent inculquer une certaine ouverture et agilité d'esprit pour favoriser la créativité et l'innovation chez les étudiants.
- Les professionnels et les chercheurs dans les domaines de santé (la médecine, la pharmacie et la biologie médicale ...).
- A un autre niveau, les relations partenariales entre les laboratoires de recherche et l'industrie pharmaceutique permettent également de développer le transfert technologique et l'innovation.  
(www.mondedesgrandesecoles.fr)

2.2.3. Composants de centre d'innovation de biologie médicale :

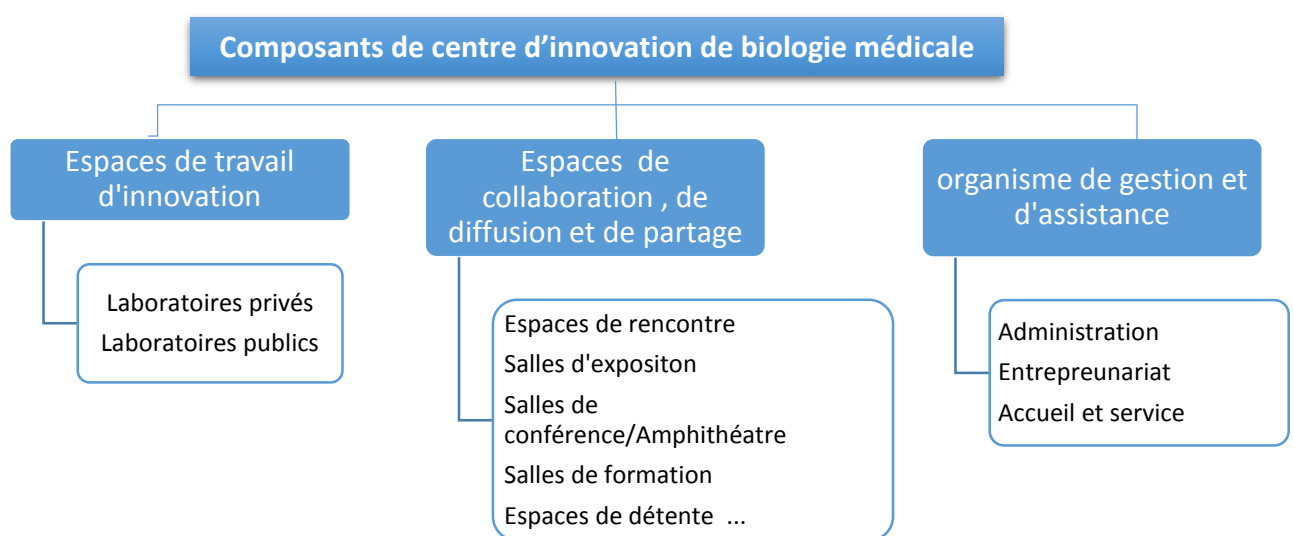


Figure 10 : Schéma des composants d'un centre d'innovation de biologie médicale. Source : Auteur

---



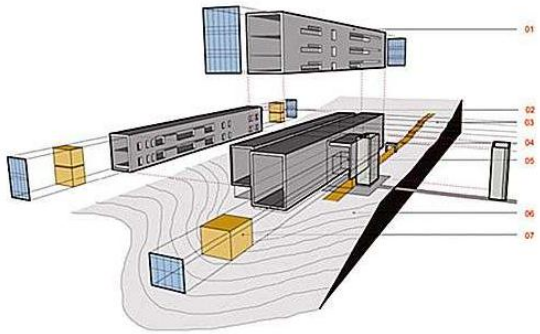
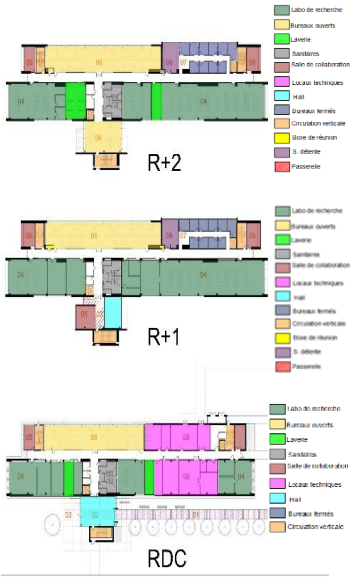
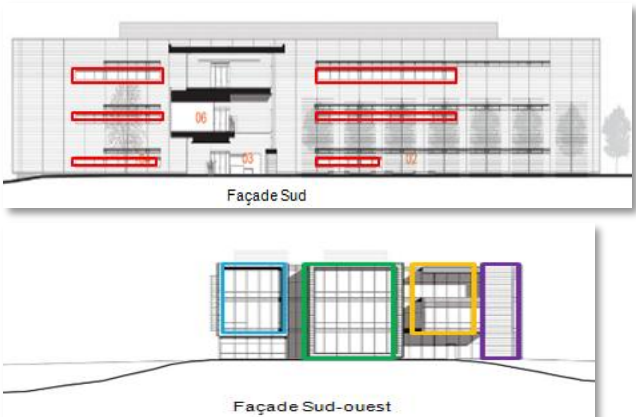


L'espace principale dans le centre d'innovation de biologie médicale est le laboratoire.

- Définition : Un laboratoire de recherche public est une structure qui accueille des enseignants-chercheurs pour qu'ils y effectuent des investigations scientifiques.
- Catégories de laboratoires du centre d'innovation de biologie médicale :
  - Microbiologie
  - Biochimie, Immunologie, hématologie
  - Biologie moléculaire et cytogénétique et biologie interventionnelle
  - Anatomie et Cytologie
  - Autopsie vétérinaire
- Les caractéristiques communes et spécifiques de chaque laboratoire sont détaillées dans annexe n°1

### **3. Analyse des exemples**

Afin d'obtenir un programme surfacique et comprendre la logique du fonctionnement des centres d'innovations, on a fait une analyse de trois exemples : « centre d'innovation en bioprocédé au Etats-Unis », « centre d'innovation l'Oréal à Rio de Janeiro, Brésil » et « le pôle de biologie territoriale en France ».

Centre d'innovation en bioprocédé aux Etats-Unis


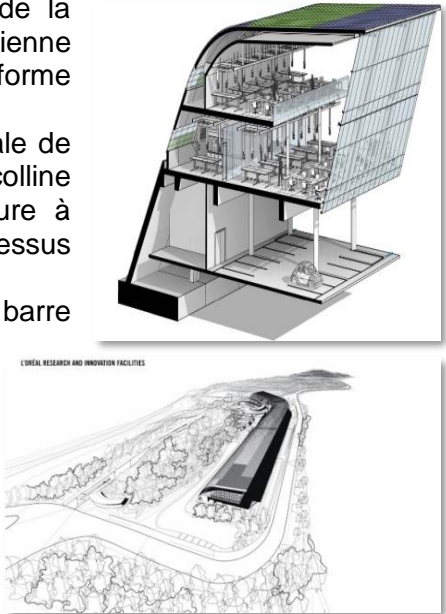
Présentation du projet	Fiche technique	Situation et accessibilité
<p>Le « centre d'innovation en bioprocédé » est un laboratoire de pointe qui favorise l'interaction entre les scientifiques.</p> <p>Parmi les premiers qui ont innové le vaccin contre le COVID-19 « Novavax » et aussi il est affilié à l'entreprise « Fuji film Diosynth Biotechnologies » qui est une entreprise de santé globale.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>Architectes : Clark Nexsen</li> <li>Surface : 5700 m<sup>2</sup></li> <li>Date de réalisation : 2016</li> <li>Situation : Etats-Unis, Durham</li> <li>Gabarit : R+2</li> <li>Programme : le projet composé de 3 barres : barre d'innovation, barre de bureau, barre de hall et d'espace public.</li> </ul> <p>L'installation comprend des laboratoires de culture cellulaire, de fermentation, GMP, pilote et analytique.</p>	<p>Situé au Etats-Unis dans une forêt dense et vallonnée sur une étroite péninsule de terre.</p> <p>Le projet est près d'une voie mécanique de faible circulation, il est bien accessible de tous les côtés.</p>  <p><b>Légende :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projet</li> <li>Accès mécanique principale</li> <li>Accès mécanique secondaire</li> <li>Accès piéton</li> </ul>
<p><b>Approche formelle</b></p> <p>La forme est une expression claire du programme du bâtiment organisé en trois bars principaux. Chacune des barres est revêtue d'une peau unique qui est tranchée et sculptée aux extrémités pour créer des espaces de recherche et de collaboration.</p> <p>- Le volume de projet se compose d'une série de tubes coulissants qui flottent au-dessus du sol de la forêt.</p>  <p><b>Légende :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Barre de recherche.</li> <li>Barre des bureaux</li> <li>Parking en terrasse</li> <li>Sanitaire public</li> <li>Hall /espace public</li> <li>Topographie</li> <li>Salle de collaboration</li> </ol>	<p><b>Principes d'organisation</b></p> <p>Un chemin public central relie le parking en terrasse à l'entrée de deux étages et au hall, puis reviennent dans la nature sur une terrasse extérieure orientée à l'ouest. Le projet encourage la collaboration à travers le hall d'entrées qui est un espace de vie actif et à travers les niches et les salles de réunion distribuées le long du couloir principal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RDC : Hall, Laboratoire, Locaux techniques Salles de collaborations, Bureaux ouvert.</li> <li>R+1 : laboratoire, Bureaux ouverts, Bureaux individuels, Salles de collaborations, Salle de réunion</li> <li>R+2 : Laboratoires, Bureaux ouverts, Bureaux individuels, Salles de collaboration salle de réunion.</li> </ul> 	<p><b>Traitement de façade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les façades de ce projet sont inspirées par les qualités de transparence produites lorsque la lumière naturelle filtre à travers les couches d'une forêt de feuillus.</li> <li>Utilisation des brises soleil</li> <li>Les fenêtres en bandeau suivant la continuité de la façade.</li> </ul> 
<p><b>Aspects bioclimatique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Respect de la topographie du terrain (Les reliefs existants sont préservés)</li> <li>Utilisation de la transparence pour profiter en maximum de la lumière et des vues sur forêt.</li> <li>Façade en double peau qui est utilisée comme brise soleil.</li> </ul> 	<p><b>Synthèse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le projet (3 barres qui forme 3 entités dans le concept de collaboration).</li> <li>La collaboration se fait dans les espaces de circulation par l'utilisation des salles et des niches de réunion le long du couloir principal et dans le hall d'accueil.</li> <li>Utilisation des labos ouverts pour l'innovation.</li> <li>L'intégration du projet dans son environnement 'l'orientation du bâtiment pour profiter en maximum de l'environnement naturel.</li> </ul> 	



## Le pôle de biologie territoriale en France

<p><b>Présentation du projet</b></p> <p>Le pôle de biologie territoriale est un projet qui regroupera les activités de biologie médicale et de pathologie, il développe la participation à la recherche clinique et aux publications scientifiques.</p> 	<p><b>Fiche technique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Équipe de maîtrise d'œuvre :</b> Groupe-6 (Architecte, Mandataire/économie) Egis Bâtiments Rhône-Alpes (Ingénierie)</li> <li>▪ <b>Surface :</b> 12 000 m<sup>2</sup></li> <li>▪ <b>Situation :</b> Rue Edouard Dufour, 51100 Reims, France</li> <li>▪ <b>Année de réalisation :</b> 2014</li> <li>▪ <b>Programme :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les laboratoires d'analyse (4 spécialités)</li> <li>- les activités logistiques</li> <li>- locaux techniques</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Situation et accessibilité</b></p> <p>Le projet est bien accessible de tous les cotés Ses limites sont définies par la rue Edouard Dufour au Nord et à l'Ouest, par un parking au Sud et les bâtiments (R+2) de la Psychiatrie à l'Est.</p>  <p><b>Légende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projet</li> <li>Accès mécanique principal</li> <li>Accès mécanique secondaire</li> </ul>
<p><b>Approche formelle</b></p> <p>La forme de bâtiment se compose de 2 volumes : Un carré perforé par les 4 patios et un rectangle qui est cohérent à ce carré.</p>  	<p><b>Principes d'organisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Le rez-de-chaussée bas : Les activités logistique.</li> <li>▪ Le rez-de-chaussée haut : deux entités analytiques, le RCP et le BPT et leurs locaux tertiaires, les vestiaires du personnel.</li> <li>▪ Le niveau 1 : l'Analytique 1 : le GHI et l'Analytique 2 : la Biologie Moléculaire.</li> <li>▪ Le niveau 2 : l'Analytique 1 : la Microbiologie et l'Analytique 2 : l'ACP</li> <li>▪ Le niveau 3 : correspond aux locaux techniques.</li> </ul> 	<p><b>Traitement de façade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La façade Sud-est s'identifie par la grande fenêtre qui s'y découpe, et qui prolonge en deux terrasses l'axe structurant du projet.</li> <li>▪ Les façades sur patios se veulent apaisantes ; elles reçoivent une finition en enduit dont la couleur blanche préserve la qualité de lumière.</li> </ul>  <p style="text-align: center;">Façade sud-est</p>
<p><b>Aspects bioclimatique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Gestion de l'eau pluviale de voiries et de toitures sera traité par infiltration à la parcelle.</li> <li>-Gestion des déchets (recyclage, valorisation et limitation)</li> <li>-Gestion de l'énergie grâce au raccordement à un réseau de chaleur urbain, alimenté à plus de 50% par une énergie renouvelable de récupération.</li> <li>-Existence de 4 grands patios pour créer des façades à l'intérieur pour profiter de la lumière naturelle et la ventilation.</li> <li>-Utilisation de la façade ventilée</li> </ul> 	<p><b>Synthèse</b></p> <p>Le pôle de biologie territorial est un projet qui délimite les 2 entités décrites au programme qui sont "tenue de ville" (activités Tertiaires) et tenue de travail (activités Analytiques).</p> <p>Après l'analyse de ce projet on peut dire que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ce pôle est organisé selon 5 principaux compartiments lesquels chaque niveau est destiné à une entité d'analyse.</li> <li>▪ Quatre patios offrent une lumière naturelle et une ventilation nécessaire aux pratiques de laboratoire.</li> <li>▪ Des systèmes de gestion de différents types des eaux, de déchets et d'énergie.</li> </ul>	

Centre de recherche et d'innovation de l'Oréal au Brésil

<p><b>Présentation du projet</b></p> <p>Le centre de recherche et d'innovation de L'Oréal abritera la recherche, les tests et la production de produits cosmétiques. Conçue pour l'entreprise mondiale de cosmétiques « L'Oréal », L'ensemble du bâtiment agit comme un système d'infiltration « poumon vert » dans une baie polluée.</p> 	<p><b>Fiche technique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Architectes : Perkins et Will</li> <li>Surface: 6500 m<sup>2</sup></li> <li>Ville : Rio De Janeiro</li> <li>Année de réalisation : 2016</li> <li>Pays : Brésil</li> <li>Gabarit : R+2</li> <li>Programme : Campus - Bureau administration -Les laboratoires</li> </ul>	<p><b>Situation et accessibilité</b></p> <p>Se localiser sur une île dans une baie polluée près du centre de Rio de Janeiro, Brésil. Le centre est entouré par une rue principale qui le rend accessible dans tous les côtés. L'accès de l'entrée principale du centre se fait par une rampe.</p>  <p><b>Légende</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Accès mécanique principal</li> <li>Accès mécanique secondaire</li> <li>Accès piéton</li> </ul>
<p><b>Approche formelle</b></p> <p>Inspiré par l'héritage poétique de la relation de l'architecture brésilienne avec la nature, le bâtiment se conforme au paysage. L'emplacement et la forme globale de la conception répondent à une colline existante, tandis que sa structure à deux étages est surélevée au-dessus du parking. Le volume de projet est une seule barre qui répond à une colline existante.</p> 	<p><b>Principes d'organisation</b></p> <p>Chacun des deux étages et entouré d'espaces de bureaux et de réunions, le flex lab. se déploie sur une vaste surface en open- space. La circulation horizontale se fait par un passage suivant la forme du bâtiment. La circulation verticale se fait par 2 axes qui décomposé le projet en 3 parties :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Un compus, un restaurant et un espace de conférence</li> <li>Un espace de bureaux et de réunion (Administration)</li> <li>Open space (labo), bureaux et espace de réunion et un espace de collaboration.</li> </ol> 	<p><b>Traitement de façade</b></p> <p>Une grande baie vitrée orienté vers le sud. L'utilisation de la peau du bâtiment comme brise soleil dans la façade ouest et on peut déterminer le changement de fonction d'après cette façade.</p> 
<p><b>Aspects bioclimatique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Intégration du bâtiment dans son environnement.</li> <li>Ventilation naturel.</li> <li>Toiture végétalisée.</li> <li>Les jardins de filtration de l'eau usée.</li> <li>Le vitrage photovoltaïque.</li> <li>Récupération des eaux pluviales.</li> <li>L'ensemble du bâtiment agit comme un système d'infiltration « poumon vert », captant l'eau contaminée de la baie, la filtrant et la retournant, traitée et propre, dans la baie.</li> </ul>  <p>Toiture végétalisée extensive assemblée avec des bacs végétalisés en PVC</p> <p>Vitrage photovoltaïque</p> <p>Canal de récupération des eaux pluviales</p> <p>La machine vivante traite les eaux usées sans utiliser de produits chimiques.</p> <p>Utilisation de la ventilation transversale pour accélérer le taux de pertes de chaleur par convection de l'enveloppe du bâtiment et le refroidissement de confort</p> <p>Les grilles de sol permettent une ventilation transversale plus profonde dans les espaces et la contrôlabilité des occupants de l'environnement thermique.</p> <p>100% des espaces occupés sont à la lumière du jour améliorant la productivité et le bien-être des occupants.</p> <p>100% des espaces occupés avec vue sur la baie et au-delà de Rio de Janeiro.</p>		<p><b>Synthèse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le projet vient comme solution de la pollution de leur site (baie).</li> <li>La décomposition du bâtiment en 3 parties par la circulation verticale et les réuni par un passage horizontal suivant la forme de projet</li> <li>Le principe d'open space pour le labo.</li> <li>Un projet bioclimatique par excellence.</li> </ul> 

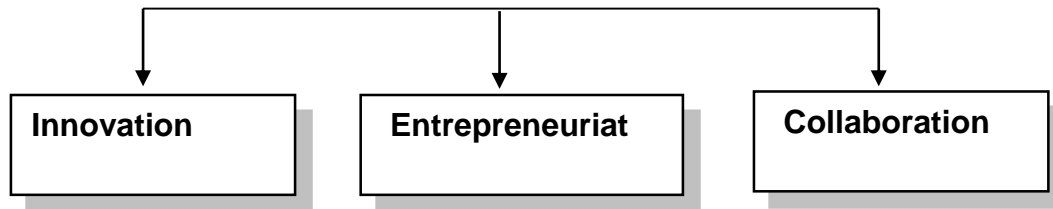
Source : www.archdaily.com ,2021



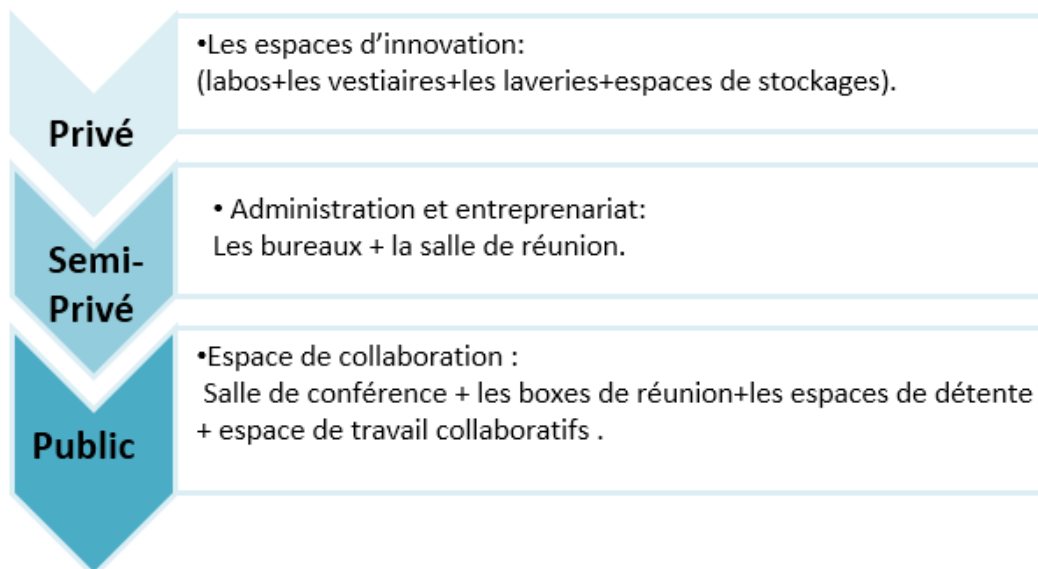
### 3.2. Synthèse générale de l'analyse des exemples

D'après l'analyse des exemples on a constaté que :

- Les fonctions principales de centre d'innovation sont :



- Hiérarchisation des espaces :



- Caractéristiques des espaces :

- Les projets encouragent la collaboration à travers le hall d'entrées qui est un espace de vie actif.
- Les laboratoires d'innovations sont loin de l'entrée (soucis d'intimité et de risque biologique).
- Les espaces de collaboration ont un emplacement central (des espaces articulateurs).

---

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons approfondi nos connaissances concernant les concepts liés à l'environnement et ceux liés à notre projet qui est le centre d'innovation de biologie médicale. L'architecture bioclimatique est une démarche qui permet d'assurer le confort des usagers, d'efficacité énergétique et la protection de l'environnement environnementale.

Les recommandations tirées de la recherche thématique et de l'analyse d'exemples nous permettront de tracer les premières lignes conceptuelles du projet répondant aux contraintes auxquelles le site est soumis qui vont être présentée dans le chapitre suivant.

# **Chapitre III**

## **PROJET**

## Introduction

Le présent chapitre est consacré au projet, d'abord nous allons présenter l'analyse du site ses caractéristiques naturelles ,et règlementaire, l'environnement construit, l'analyse climatique afin d'en ressortir avec des recommandations qui présentent le premier pas vers la phase de la conception à appliquer sur le schémas d'aménagement, par suite, nous allons présenter la 2ème phase qui est la conceptualisation du projet « un centre d'innovation de biologie médicale » et enfin la phase de l'évaluation environnementale.

### 1. Choix du site :

D'après notre recherche thématique sur les centres d'innovation en biologie médicale, nous avons constaté que les premiers concernés sont les écoles et les universités c'est pourquoi notre choix s'est porté sur un terrain situé à l'université de Blida 1 qui abrite les départements de médecine, de pharmacie et des sciences de la nature et de la vie.

Donc ce centre présente un moteur de développement pour l'université car il permet de :

- Offrir aux étudiants et même aux autres chercheurs un endroit pour développer la culture d'innovation.
- Créer une structure qui accueille le partenariat entre l'université représenté par les étudiants chercheurs et l'industrie pharmaceutique représenté par les chercheurs.
- Promouvoir l'image et l'attractivité de l'université dans le but de la rendre rayonnante à l'internationale.

## 2. Analyse de site

### 2.1. Situation du site :

#### 2.1.1. A l'échelle du territoire :

Blida répond à un site de piémont. Elle est en effet au contact de l'Atlas Blidéen au sud, qui dresse ses 1600 m d'altitude, et de la plaine de la Mitidja au nord.

Blida est situé au nord de l'Algérie à 45 km au sud-ouest de la capitale Alger. Elle est limitée par la wilaya d'Alger et Tipaza au nord, Boumerdés et Bouira à l'est, Médéa au sud et Ain Defla à l'ouest.



Figure 11 : Situation de Blida. Source : bing.com

La ville est accessible par la RN 01 reliant Alger à Médéa, la RN29 venant de Larbaa, la RN 37 venant de Chréa et enfin la RN 69 qui vient de Koléa.

**2.1.2. A l'échelle de la ville :**

Notre terrain est situé à la commune de Ouled Yaich, cette dernière est situé à 5 km de centre-ville de Blida, elle est limitée par la commune de Beni marad au nord, la commune de Soumaa à l'est, centre-ville à l'ouest et les montagnes de Chrea au sud.

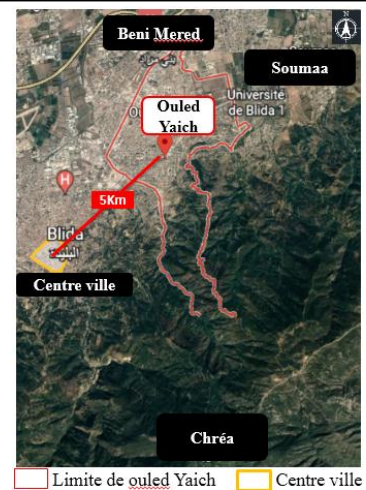


Figure 12 : Situation de la commune d'Ouled Yaich.

Source : Gooqle earth consulté en 2021, traité par l'auteur

**2.1.3. A l'échelle du quartier :**

Notre terrain fait partie du POS C8 qui abrite l'université Saad Dahleb, dans la partie nord de la RN 29, exactement dans les terrains de l'institut d'agronomie.

➤ Accessibilité (grands axes) :

Cette zone est accessible par une seule voie principale (RN 29) qui relie le centre-ville à la nouvelle ville de Bouinan, cette dernière est liée avec deux autres voies RN 01 et la Rue 17 septembre 1956.

La ville de Blida est traversée par l'autoroute est-ouest qui offre à notre aire d'étude une bonne accessibilité à l'échelle du territoire.



Figure 13 : Situation du site par rapport à l'université..

Source : Gooqle earth consulté en 2021, traité par l'auteur



Figure 14 : Schéma de grands axes d'accessibilités au POS C8..

Source : Gooqle earth consulté en 2021, traité par

➤ Accessibilité et accès au site :

Le site bénéficie d'une bonne accessibilité, très variée que ce soit mécanique ou piétonne.

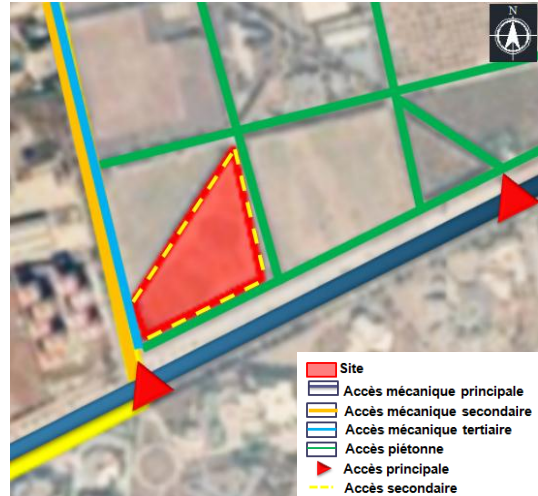


Figure 15 : Schéma d'accessibilités et accès au site.

Source : Google earth consulté en 2021, traité par l'auteur

2.2. Analyse séquentielle (Vue du terrain et à partir du terrain)



Figure 16 : Schéma d'analyse séquentielle. Source : Google earth consulté en 2021, traité par l'auteur



**2.3. Analyse de l’environnement construit**

2.3.1. Analyse des éléments de l’environnement

➤ Les éléments urbains (lecture de plan d’aménagement) :

Université Saad DAHLEB à un type d’aménagement pavillonnaire éclaté avec des pavillons de forme initiale carrée qui ont subi des additions et des soustractions ou des barres entourées par des éléments centraux ou des patios.

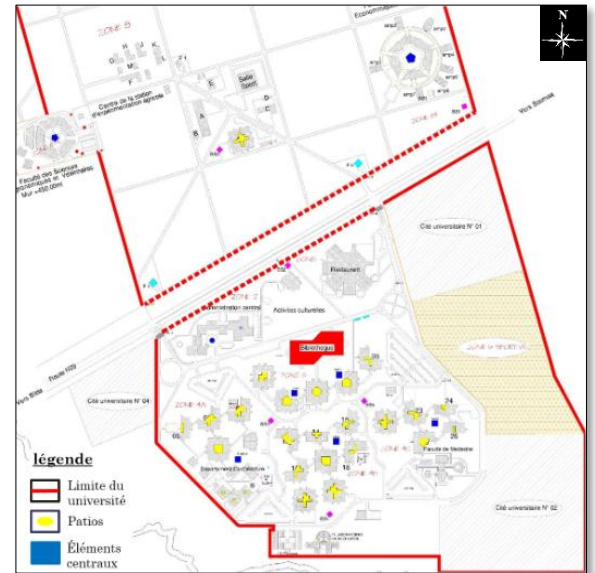


Figure 17: plan d’aménagement de l’université Saad Dahleb. Source POS C8, traité par l’auteur

**Les patios**

Les patios sont clos ou soit ouvert selon la grandeur de bâtiment ; ce type se trouve au centre des bâtiments pour créer des façades à l'intérieure.

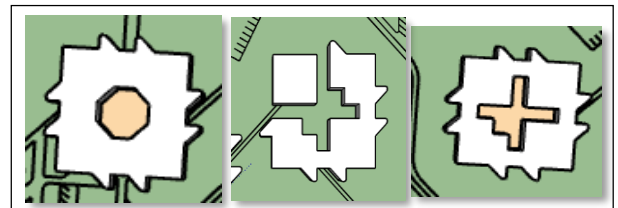


Figure 18: types des patios existants à l’université Source : Auteur

**Les éléments centraux :**

On trouve entre chaque groupe de bâtiments un élément central, soit une buvette ou une stèle ou une petite placette.



Figure 19 : Exemple d’élément central Source : Auteur

**Les escaliers :**

- Les escaliers d’extérieur sont des escaliers hélicoïdaux en métal
- Les escaliers d’intérieure sont escaliers droits en béton

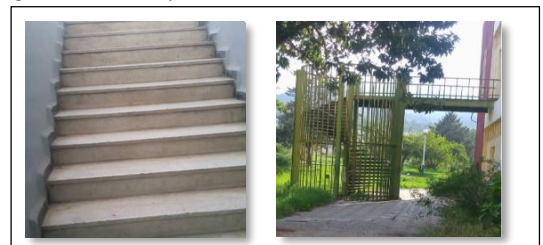


Figure 20 : Exemples des types d’escaliers intérieurs et extérieurs existants. Source : Auteur

- Les éléments urbains (éléments architectoniques) :

**Pergola**

Présence des pergolas dans les pavillons 19 et 23 comme élément de décoration et pour créer de l'ombre.



Figure 21 : Types des pergolas existants. Source : Auteur

**Verrière forme pyramidales**

Présence des verrières pyramidales qui offre un éclairage zénithal au niveau de la bibliothèque centrale et le rectorat.

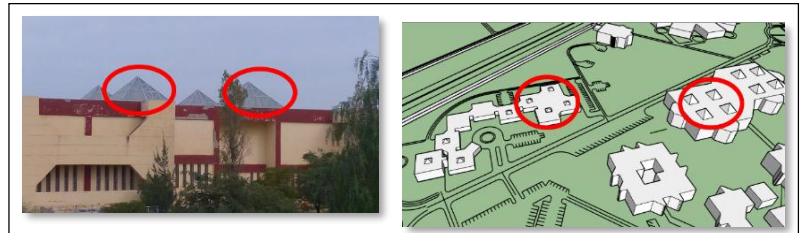


Figure 22 : Les verrière pyramidales. Source : Auteur

**Fenêtres**

- Les fenêtres des bâtiments qui entoure notre site suivre même symétrie verticale avec ouverture rectangulaire

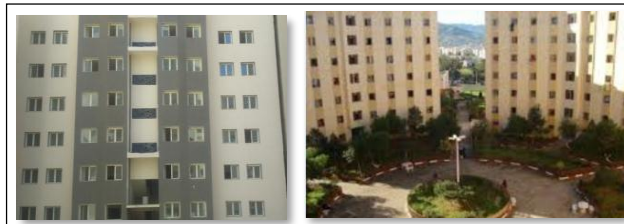


Figure 23 : Les fenêtres des bâtiments à proximité de site . Source : Auteur

- Les fenêtres des pavillons : L'existence des fenêtres longitudinaux et des baies vitrées.



Figure 24 : Les fenêtres des pavillons à l'intérieurs de l'université . Source : Auteur

**Les brises soleil**

Présence des brises soleil verticales



Figure 25 : Les brises soleil. Source : Auteur

**Traitement de façade :**

La texture des pavillons est lisse avec 2 couleurs soit beige avec rouge brique soit blanc avec gris clair et le vert avec le beige on le trouve dans la bibliothèque de pavillon 10. Et gris avec blanc dans les logements collectifs.

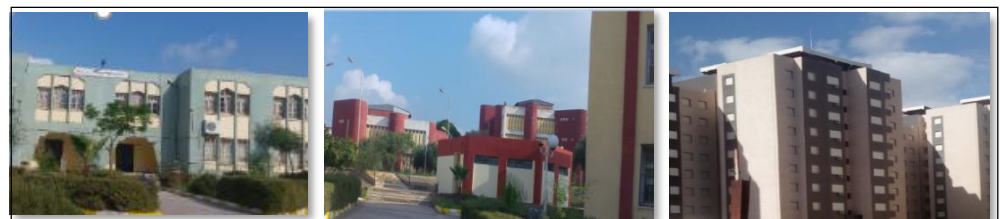


Figure 26 : Les types des traitements de façade. Source : Auteur



**2.4. Analyse de l’environnement réglementaire**

• **Coefficient d’emprise au sol (C.E.S)**

Le secteur d’étude est le POS C8 qui abrite l’université Saad DAHLEB.

L’emprise totale hors œuvre de la construction principale ne peut pas dépasser 60% de la superficie du terrain. Un dépassement de 10 % de la valeur du C.E.S pour les constructions constituant des repères.

• **Coefficient d’occupation des sols (C.O.S)**

Le C.O.S max est de 3 à 4 un dépassement de 10 % de la valeur du C.O.S pour les constructions constituant des repères urbains, elle est autorisée également dans les bâtiments d’angles.

• **Parking et stationnement :**

- Immeuble à usage d’habitation : 1 place pour 1 logement.
- Bureau : 02 Places pour 100 m<sup>2</sup> de plancher.
- Commerce : La norme est de 03 places pour 50 m<sup>2</sup> de surface de vente pour les établissements de plus de 250 m<sup>2</sup> de plancher.

Source : rapport écrit de PDAU 2018

**2.5. Analyse de l’environnement naturel :**

**Les types de végétation :**

Tableau 5 : Les types de végétation. Source : Auteur

Arbres		Haies		Gazon	
cyprés		Romarins		Graminée	
Olivier				Oxalis Pes-caprae	
Faux poivrier					
Murier					

Couvert végétal

- Des arbres de cyprès sont placés le long des voies pour créer des passages ombrés.



Figure 27 : Carte de plantation des arbres. Source :Google earth consulté en 2021, traité par l'auteur

- Des haies délimitent les espaces verts

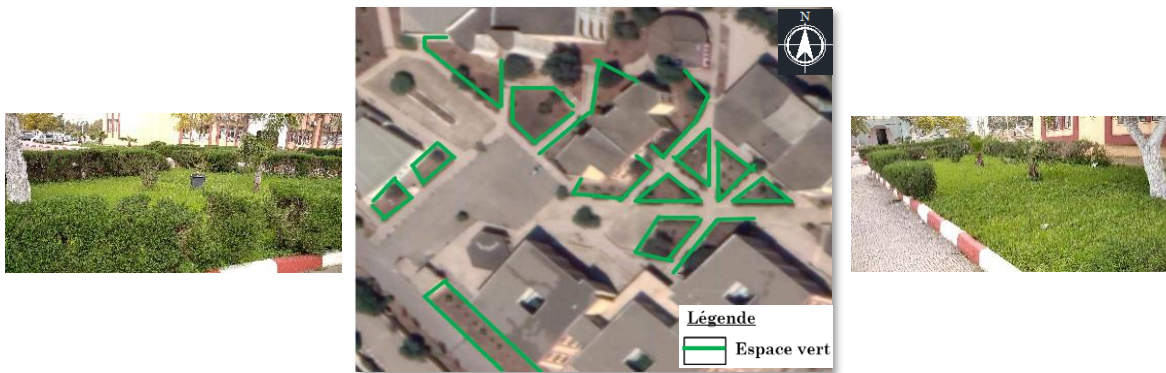


Figure 28 : Carte d'emplacement des espaces verts. Source :Google earth consulté en 2021, traité par l'auteur

✓ Morphologie du site :

Notre site a une forme trapézoïdale avec une superficie d'environ 2hectares.

A travers les 2 coupes effectuées sur le terrain nous avons remarqué qu'il présente une faible pente.



Figure 29: Délimitation du site d'intervention. Source :Google earth consulté en 2021, traité par l'auteur

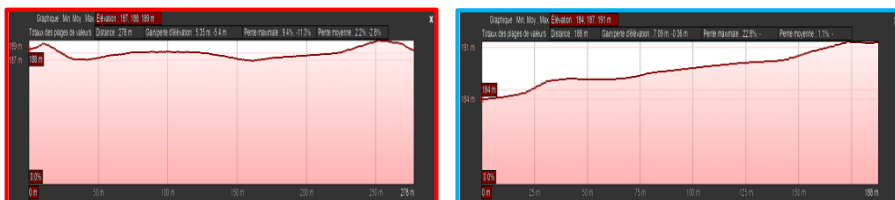


Figure 30: Coupe topographique du terrain. Source :Google earth



Figure 31: Photo satellitaire du site d'intervention. Source :Google earth consulté en 2021, traité par l'auteur

2.6. Les données climatiques

Blida est une ville méditerranéenne chaude et tempéré, caractérisé par :

Des étés court, très chaud, sec et dégagé dans l'ensemble et des hivers long, frisquet et partiellement nuageux.

➤ Température

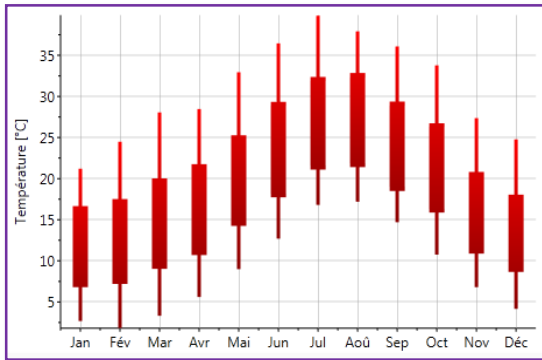


Figure 32: Température minimale et maximale moyenne à Blida. Source : meteonorme

➤ L'enseillement

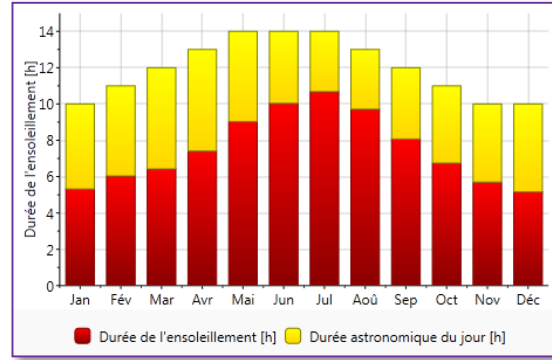


Figure 33: L'enseillement à Blida. Source : meteonorme

La température minimale et maximale varie entre 6,5°C et 17,5°C pour les mois les plus froids d'hiver (décembre, janvier et février) et entre 21°C et plus de 30°C pour les mois chauds de l'été (juillet, aout).

Le mois qui a les jours les plus enseilés est juillet avec un enseillement plus de 10 h, et les mois qui ont les jours moins enseilés sont les mois de Décembre et Janvier avec moins de 6h d'enseillement

➤ Précipitation

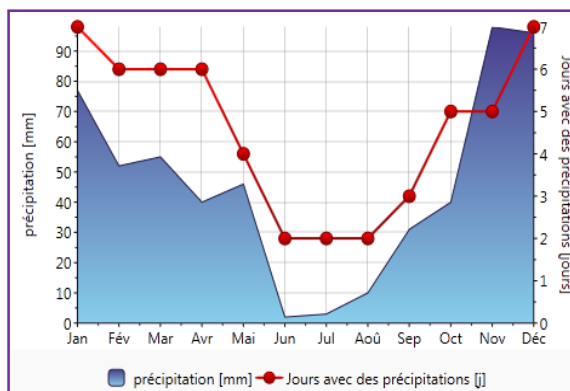


Figure 34 : Les précipitation à Blida. Source : meteonorme

La hauteur moyenne mensuelle minimale est moins de 10 mm de mois de juin à Aout, les mois avec les jours moins de précipitation sont juin, juillet et aout (2 jours), et la hauteur moyenne mensuelle maximale est plus de 100 mm au mois de décembre, les mois avec les jours plus de précipitation sont décembre et janvier.

➤ Les vents

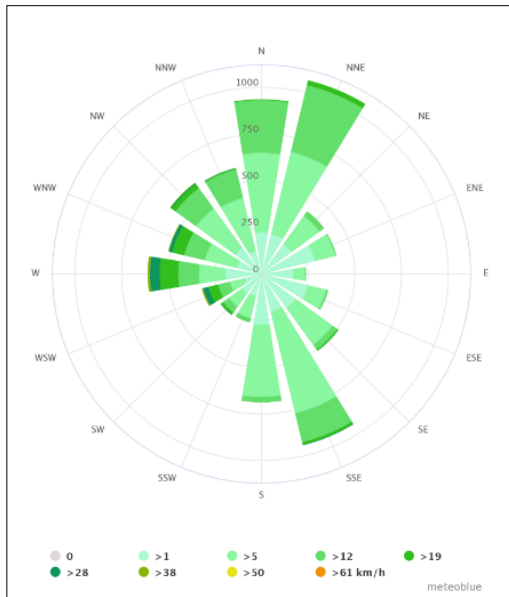


Figure 35 : Les vents dominants à Blida. Source : meteoblue

Les vents du nord –ouest et ouest prend naissance à partir du mois d’octobre de l’année jusqu’au mois de mai généralement froid avec une grande vitesse varient entre 1 et 28 km/h.

Les vents du nord-est et les vents du sud à partir de mois de juin jusqu’au septembre, les vents de sud sont chauds et les vents de nord –est sont généralement frais. (Généralement chaud) avec une vitesse varient entre 1 et 12 km/h.

➤ Rayonnement solaire

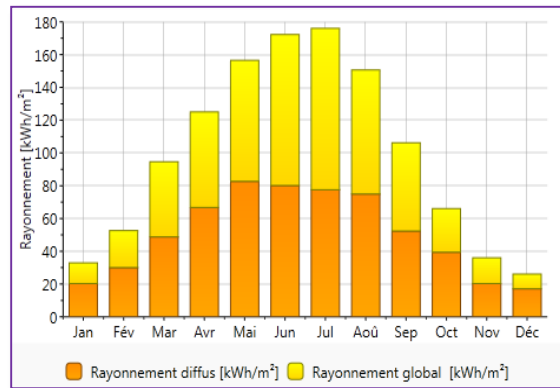


Figure 36: Rayonnement solaire à Blida. Source : meteonorme

La quantité d’énergie maximale émise par le soleil est de 80 kWh/m<sup>2</sup> dans le mois de Mai.

La quantité d’énergie minimale émise par le soleil est moins de 40 kWh/m<sup>2</sup> dans le mois de Décembre.

➤ Humidité

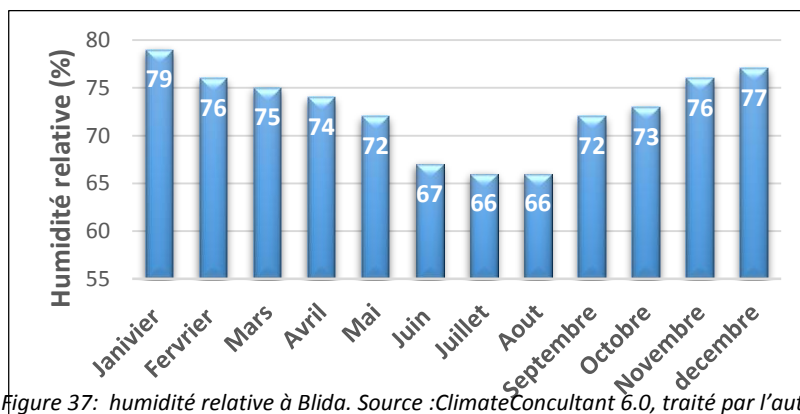
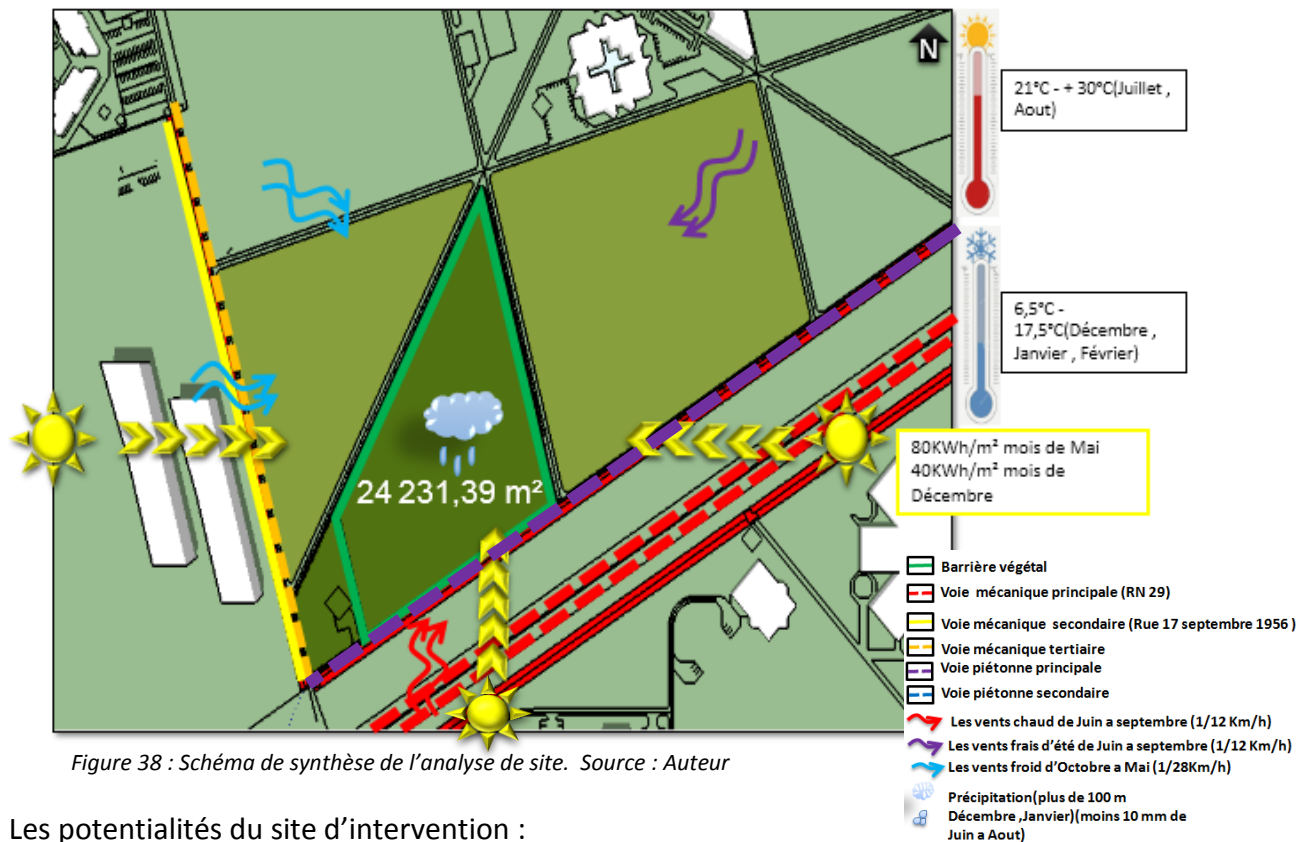


Figure 37: humidité relative à Blida. Source :ClimateConcultant 6.0, traité par l’auteur

Blida connaît une humidité élevée, le mois le plus humide est janvier avec un pourcentage de 79%.

Les mois les moins humides sont Juin et Juillet avec un pourcentage de 66%.

## 2.7. Schéma de synthèse de l'analyse de site



Les potentialités du site d'intervention :

- À proximité de l'entrée principale.
- Le terrain est bien accessible par un réseau de voiries important.
- Un terrain totalement vide avec une superficie importante.
- Entouré dans tous les côtés par des arbres.
- Un terrain plat.
- Bien aéré, bien ensoleillé avec une précipitation considérable.

Il faut penser à une architecture appropriée à la climatologie de notre site (l'ensoleillement pour le chauffage, Stocker les eaux pluviales pour l'alimentation des sanitaires, le nettoyage et l'arrosage, les vents pour la ventilation naturelle...)

### 3. Analyse bioclimatique

Calcul de la température de confort intérieur dans la région de Blida :

Pour déterminer la température de confort intérieure (la température neutre), dans la région de Blida, on a utilisé le modèle de confort adaptatif d'ASHRAE standar-55 (2004). Ce dernier permet de calculer la température de confort (Tconf) dans les bâtiments à ventilation naturelle en fonction de la moyenne mensuelle de la température extérieure (Ta, out) suivant la formule

$$: \quad \mathbf{T_{conf} = 0.31 \times T_{out} + 17.8}$$

Tableau 6: Température de confort intérieure dans la région de BLIDA . Source : Auteur

		Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Température moyext (°C)		11.2	12	14.2	16.3	20	24.5	28.5	27.5	24.6	21	12.5	12
D'après ASHRAE standard 55	Tc min	19.27	19.52	20.2	20.8	22	23.3	24.6	24.3	23.4	22.3	19.6	19.5
	Tc moy	21.27	21.52	22.2	22.8	24	25.3	26.6	26.3	25.4	24.3	21.6	21.5
	Tc max	23.27	23.52	24.2	24.8	26	27.3	28.6	28.3	27.4	26.3	23.6	23.5



3.1. Application de diagramme de GIVONI :

L'application du diagramme bioclimatique aux conditions climatiques de Blida selon la méthode de GIVONI permet de distinguer trois zones :

**Zone de confort :**

La température est de 21°C à 27°C avec un pourcentage de 23%, dans les mois de, Avril, Mai, Septembre, Octobre.

**Zone de surchauffe :**

La température est de 27°C à 38°C avec un pourcentage de 10%, dans les mois de Juin, Juillet et Aout.

**Zone de sous chauffe :**

La température est de 0°C au 21°C avec un pourcentage de 62%, dans les mois de Novembre, Décembre, Janvier, Février, Mars.

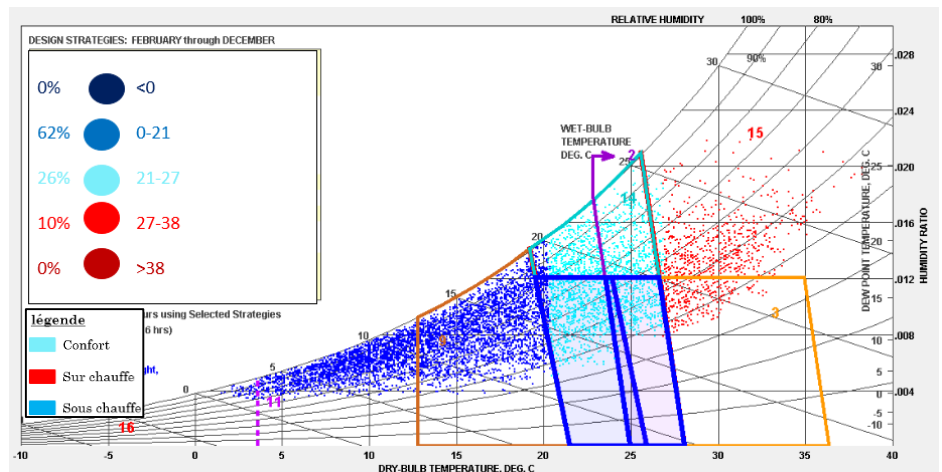


Figure 39 : Diagramme de GIVONI de Blida représente les mois du confort et d'inconfort. Source :ClimateConsultant, traité par l'auteur

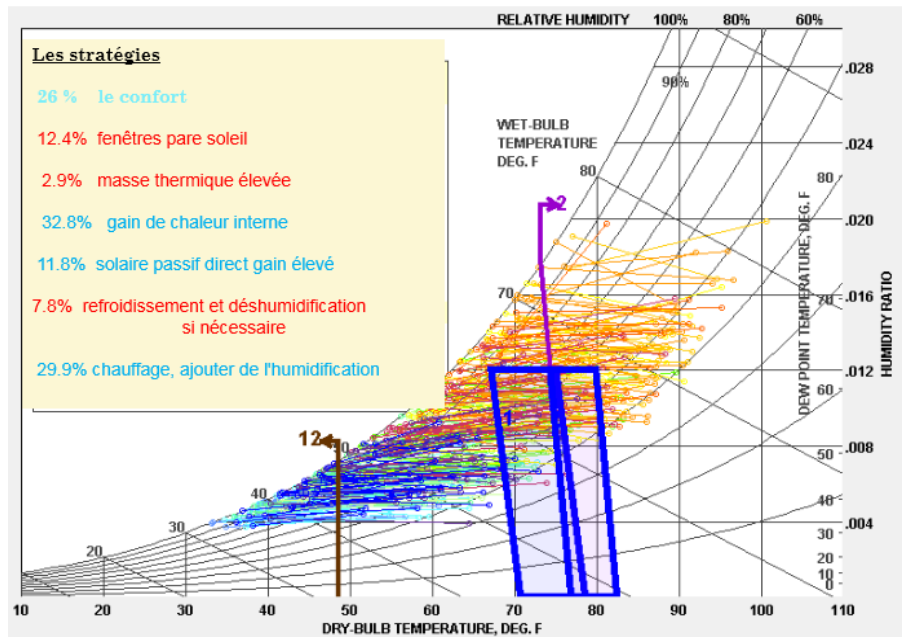


Figure 40: Diagramme de GIVONI de Blida représente les stratégie de chauffage et de refroidissement. Source :ClimateConsultant, traité par l'auteur

Dans notre terrain on a besoin beaucoup plus de la stratégie de chauffage que de rafraichissement.

➤ **Recommandations :**

Pour avoir un confort durant tous les mois de l'année nous devons avoir recours à des dispositifs ou stratégies architecturaux afin de répondre à différentes contraintes climatiques:

**Zone de sous chauffe :**

- Le chauffage solaire passif : Façade vitrée clair au sud (maximiser l'exposition au soleil en hiver).

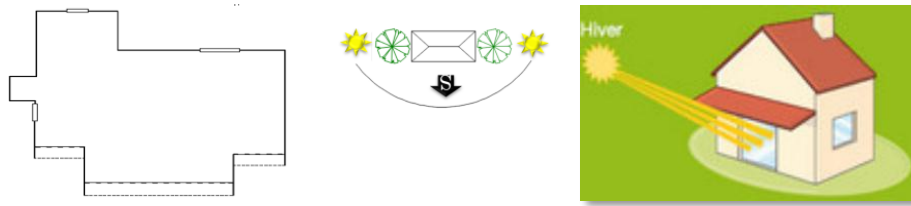


Figure 41: Stratégies de chauffage solaire passif. Source :ClimateConsultant, traité par l'auteur

- Fournir un double vitrage à hautes performances (Low-E) à l'ouest, au nord et à l'est, mais clair au sud pour un gain solaire passif maximal
- Utilisation des surfaces intérieures de grande masse comme les planchers et les murs pour stocker la chaleur passive d'hiver

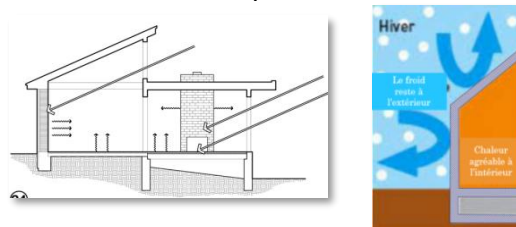


Figure 42: Stratégies de stockage de chaleur. Source :ClimateConsultant

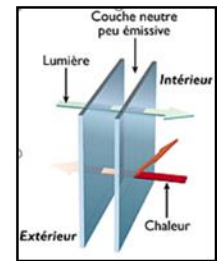


Figure 43: Dessin schématique de double vitrage. Source :www.protecti on-secirite- alarme.com

**Zone de surchauffe :**

- Utilisation des surfaces intérieures de grande masse comme des planchers et les murs pour bien isolé le bâtiment de la chaleur d'été.
- Refroidissement passif (Ventilation naturelle)

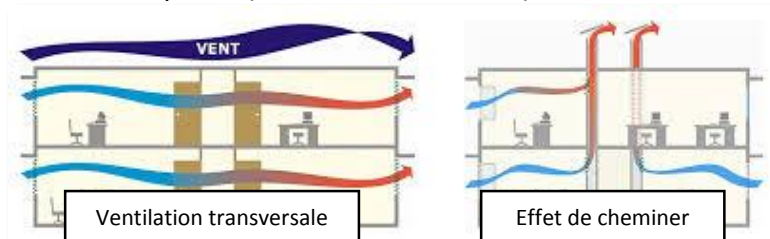


Figure 44: Stratégie de ventilation naturelle. Source : www.quidebatimentdurable.brussels



Figure 45: stratégie d'isolation de la chaleur d'été. Source : bbs- slama.com



- Utilisez des matières végétales (arbustes, arbres, murs couverts de lierre) en particulier à l'ouest pour minimiser les gains de chaleur.
- Utilisez des matériaux de construction de couleur claire et des toits frais pour minimiser le gain de chaleur conduite.
- Utilisation des brises soleil horizontaux et verticaux.

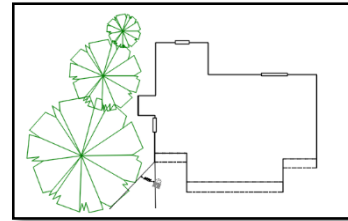


Figure 46 : stratégie de végétations.

Source : ClimateConsultant

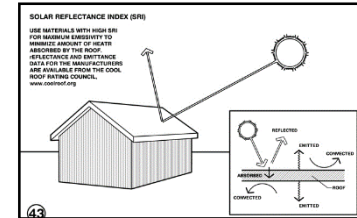
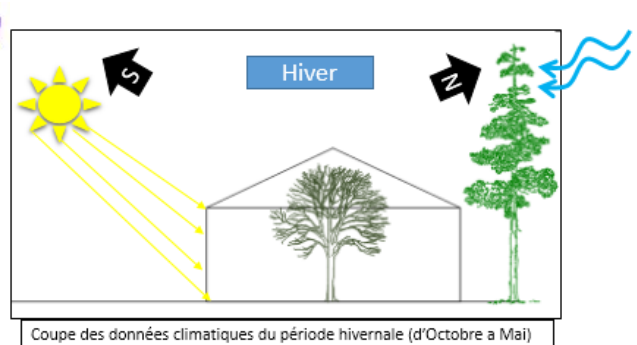
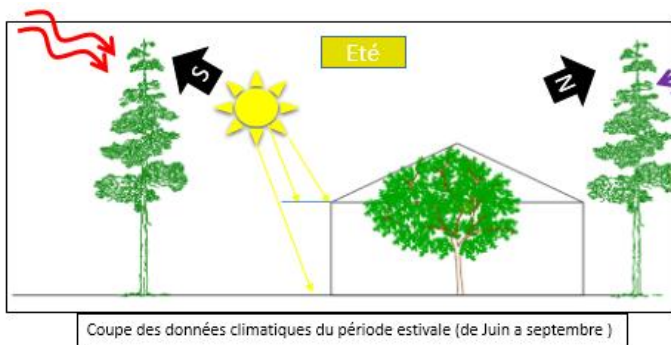
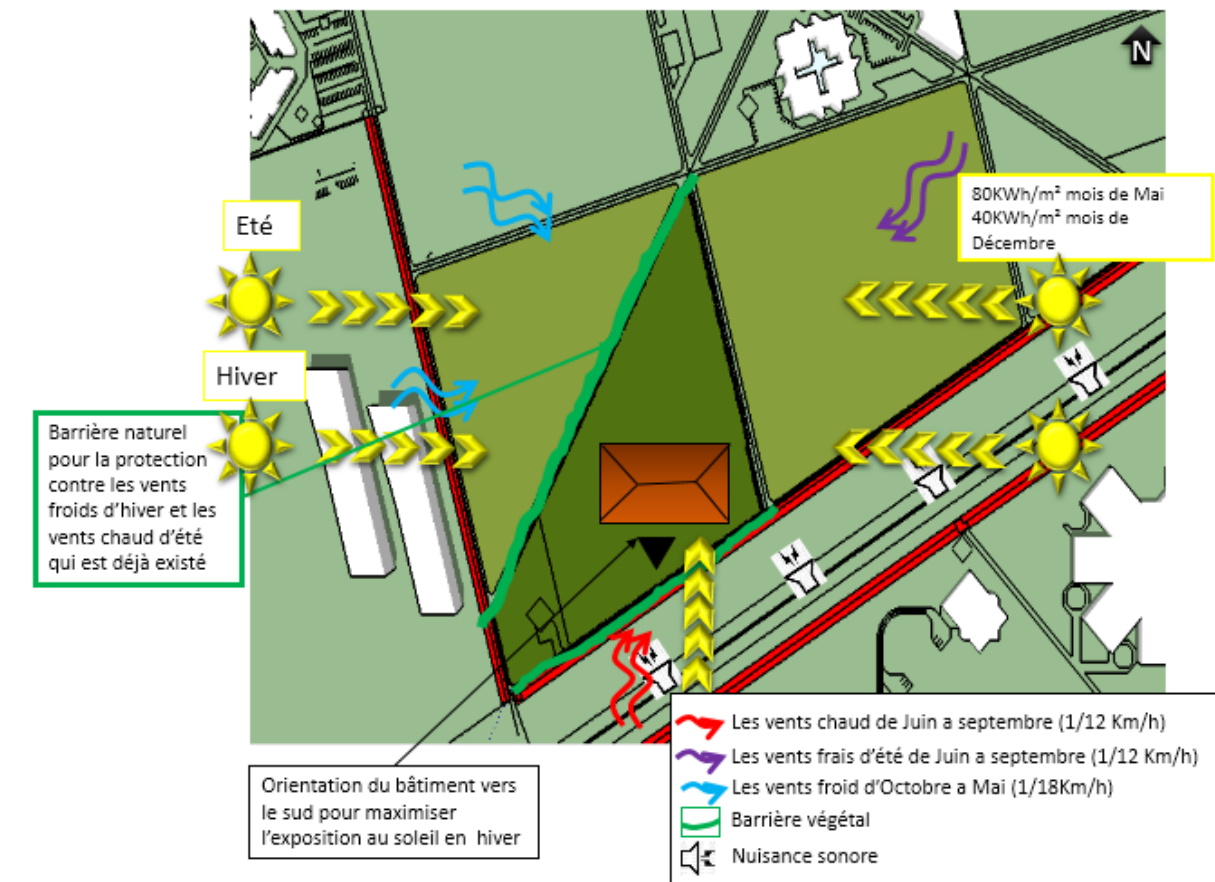


Figure 47 : stratégie de minimisation des gains de chaleur par la couleur de matériau construction. Source : ClimateConsultant



Figure 48 :Schéma d'utilisation des brises soleil. Source : Conseils-thermiques.org

3.2. Schéma des recommandations de l'analyse bioclimatique



Protéger le bâtiment de l'ensoleillement du côté ouest et est par des arbres à feuille caduques pour minimiser les gains de chaleur d'été.

Figure 49 : Schéma de synthèse des recommandations de l'analyse bioclimatique. Source : auteur

Conceptualisation du projet :

3.3. Organisation spatial à l'échelle de l'aménagement :

**Etape 01 : Les grands principes d'implantation**

- ✓ Création d'une voie mécanique pour faciliter l'accès au projet.
- ✓ Création d'un recul aménagé en jardin qui joue le rôle d'une barrière acoustique afin de réduire le bruit dû à la RN 29 et l'arrêt des bus de transport universitaire.
- ✓ Exploitation des écrans végétaux existés tout autour de site pour la protection des vents d'hiver et d'été.

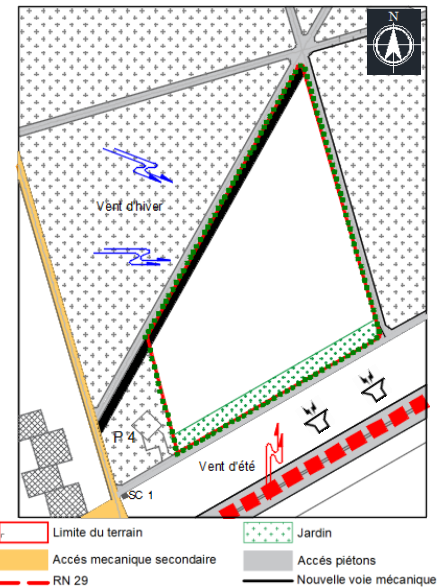


Figure 50 : Schéma des grands principes d'implantation. Source : auteur

**Etape 02 : Hiérarchisation des zones.**

On a devisé le terrain en trois parties par rapport au degré de nuisance, de la zone la plus bruyante à la zone la plus calme.

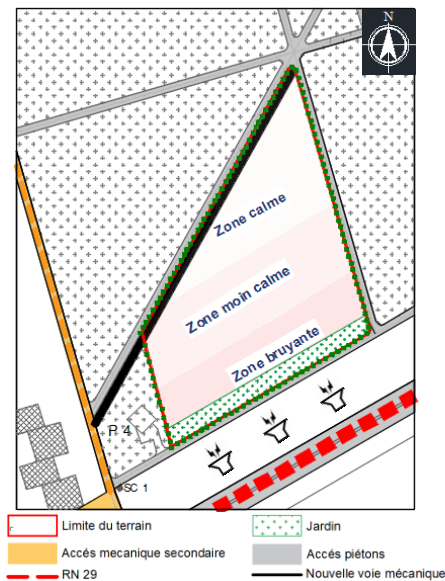


Figure 51 : Schéma d'hiérarchisation des zones. Source : auteur

**Etape 03 : Création des axes**

- Création de 2 axes parallèles aux limites du terrain qui le divisent en 4 parties et qui devient par la suite des grands axes de circulation à l'échelle du projet.

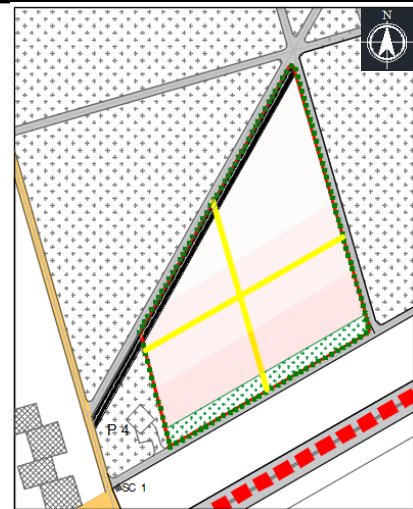


Figure 52 : Schéma des deux axes pénétrons. Source : auteur

**Etape 04 : logique d'implantation**

- Création des accès :
  - Un accès principal piéton.
  - Un accès secondaire piéton.
  - Un accès mécanique.
- Implantation d'un parking à proximité de la nouvelle voie mécanique
- Implantation d'une ferme expérimentale dans la partie calme du terrain.
- Implantation des écrans végétaux, des jardins et des bassins d'eaux afin de corriger les vents chauds et les rafraichir.

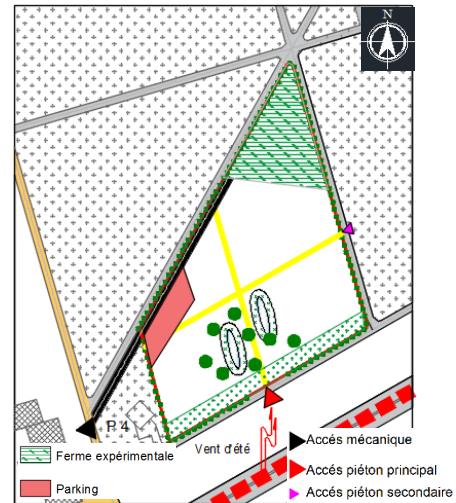


Figure 53 : Schéma de logique d'implantation. Source : auteur

**Etape 05 : Affectation des grandes entités**

A ce stade on est arrivé à disposer les grandes entités du projet selon des critères :

- Le point d'intersection de deux axes représente un élément central qui va organiser le reste, c'est l'espace de collaboration.
- Le pôle d'innovation est dans la partie la plus calme.
- Le pôle d'administration et d'entrepreneuriat entre la partie calme et moins calme.
- Le pôle d'événement dans la partie basse parce qu'il ne nécessite pas trop de calme et il est considéré comme obstacle sonore.

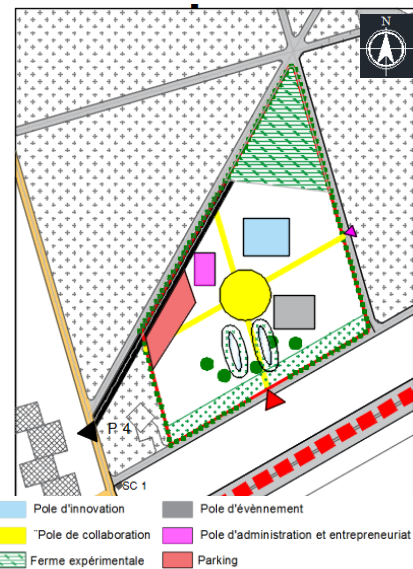


Figure 54 : Schéma d'affectation des grandes entités. Source : auteur

---

**3.4. Organisation spatiale à échelle du bâti :****3.4.1. Types d'utilisateur :**

Le projet est destiné aux :

Types d'utilisateurs				
Les chercheurs	Les étudiants	Les partenaires	Le personnel	Les invités (événement)

**3.4.2. Fonctions principales et leurs espaces**

Les fonctions principales du centre d'innovations de biologie médicale sont :  
Innovation, Administration et Entrepreneurat, Événement et Collaboration.

Tableau 7 : Fonctions principales de projet et leurs espaces. Source : Auteur

Innovation	Administration et entrepreneuriat	Evénement	Collaboration
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Labos de microbiologie</li> <li>• Labos de biochimie, Immunologie, Hématologie</li> <li>• Labos de biologie moléculaire et cytogénétique</li> <li>• Labos de biologie interventionnelle</li> <li>• Labos de cytologie.</li> <li>• Labos d'Autopsie vétérinaire</li> <li>• Labos standard</li> <li>• Entreposage des déchets</li> <li>• Stockage (produits chimiques, appareils et matériels des labos)</li> <li>• Espace des premiers secours</li> <li>• Espace de stérilisation et laverie</li> <li>• Bureau de chef de laboratoire</li> <li>• Espace de créativité</li> <li>• Hébergement</li> <li>• Locaux technique.</li> </ul>	<p>Administration générale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bureaux collectifs</li> <li>• Bureaux individuels</li> <li>• B.directeur</li> <li>• B.secrétariat</li> <li>• Salles de réunion</li> <li>• Archive</li> <li>• Stockage</li> <li>• Bureau de maintenance</li> <li>• Bureau de sécurité</li> </ul> <p>Administration d'événement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bureau de directeur</li> <li>• Salle de réunion</li> <li>• Bureau de finance</li> <li>• Imprimerie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salles de conference</li> <li>• Salon d'accueil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hall et salon d'accueil</li> <li>• salles d'exposition</li> <li>• jardin intérieur</li> <li>• Restaurant</li> <li>• Cafeteria</li> <li>• Salle de formation</li> <li>• Espace de travail</li> <li>• Salle d'informatique</li> <li>• Espace de détente</li> </ul>

**3.4.3. Programme surfacique (Voir annexe n°2)**

### 3.4.4. Genèse de la forme

Le processus de conception d'un projet architectural passe par plusieurs étapes mettant en relation les connaissances pluridisciplinaires de l'architecte. C'est un va et vient entre les différents éléments de composition du projet, où l'architecte doit trouver le juste équilibre entre site, thème et approche architecturale.

#### Etape 01 :

Dessiner d'une forme trapézoïdale identique à la forme du terrain mais plus petite à l'intersection des deux axes projetés.

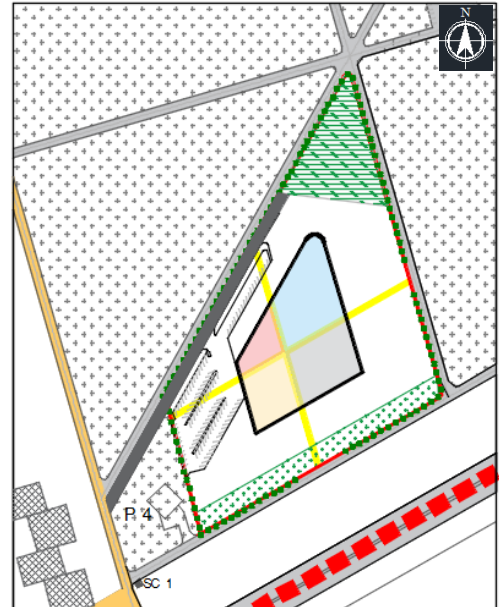


Figure 55 : Etape 01. Source : auteur

#### Etape 02 :

Afin de suivre le même principe d'aménagement de l'université qui est pavillonnaire éclaté avec un élément central qui regroupe les pavillons, nous avons opté pour une forme éclatée avec une forme circulaire à l'intersection des deux axes qui va être un élément organisateur. Cette forme permet la circulation de l'air entre les blocs.

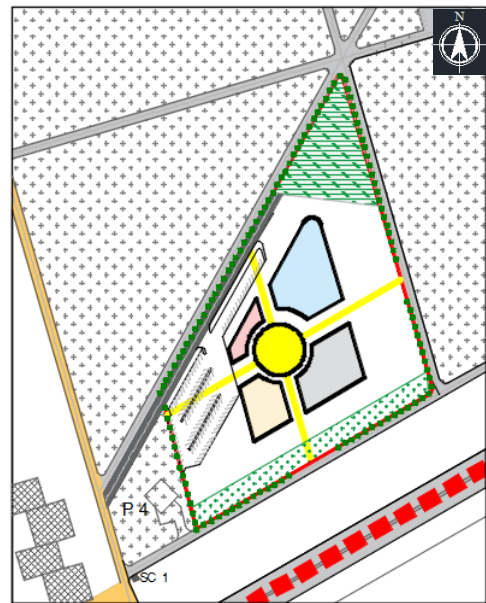


Figure 56 : Etape 02. Source : auteur



**Etape 03 :**

- ✓ Selon notre programme, nous avons 4 fonctions principales (innovation, administration et entrepreneuriat, événement, collaboration) et donc chaque forme correspond à une fonction.
- ✓ Nous avons supprimé la 5ème forme qui est en plus et nous avons placé l'entrée principale du projet à ce niveau.

**Etape 04 :**

- ✓ Nous avons opté pour une forme aérodynamique afin de protéger des vents dominants.
- ✓ Nous avons créé des connexions entre les différents blocs selon l'importance de relation entre eux (hiérarchisation des passages)
- ✓ Nous avons créé des atriums centraux pour assurer l'éclairage naturel et la ventilation naturelle ce principe existe à l'université à travers l'utilisation des patios.

**Etape 05 :**

Forme finale en 3D.

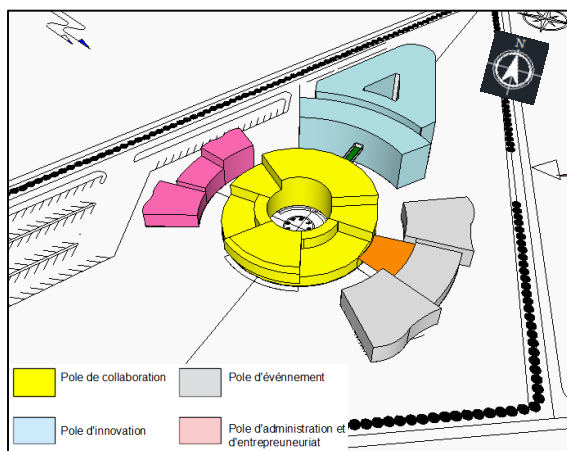


Figure 59 : Etape 05. Source : auteur

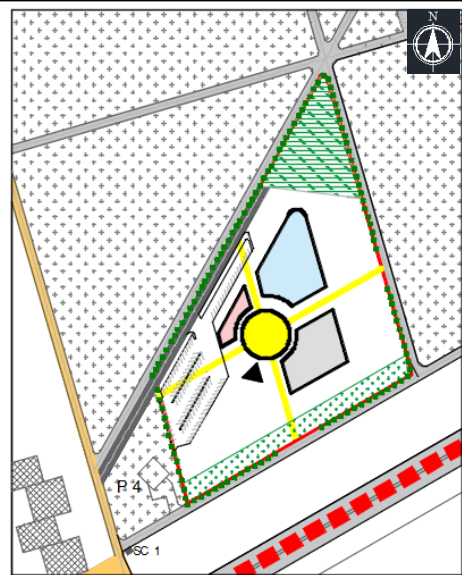


Figure 57 : Etape 03. Source : auteur

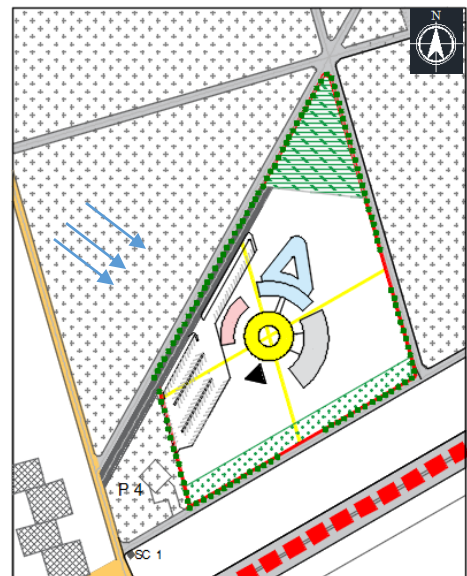
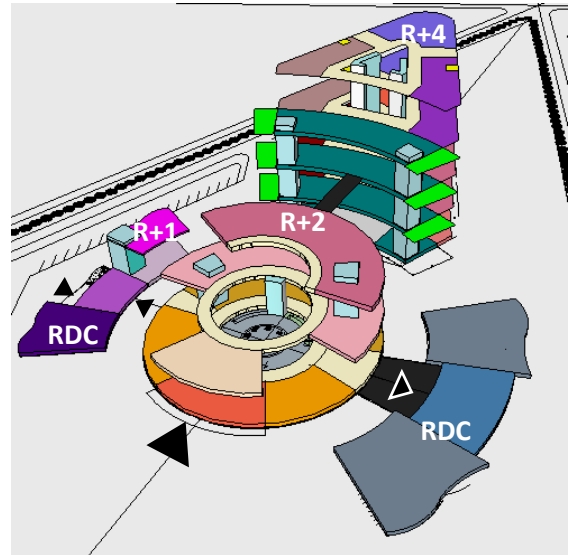


Figure 58 : Etape 04. Source : auteur



**Affectation des espaces**

- ✓ Notre projet est destiné en premier lieu pour favoriser la collaboration entre les scientifiques et au même temps créer un endroit favorable où les chercheurs peuvent développer leur idée sans aucun obstacle de ce fait on a distribué notre programme sur quatre pôles chaque pole a une fonction principale mais on a assuré la collaboration sur deux échelles, à l'échelle de chaque pole par les halls d'entrée et les atriums et à l'échelle du projet par le pôle de collaboration.



■ Hall d'entrée principale	■ Espace de travail (chercheurs)
■ Circulation horizontale	■ Salles de conférence
■ Circulation verticale	■ Hall et salon d'accueil
■ Salle d'exposition	■ μAdministration générale
■ Espaces de consommation	■ Hall d'entrée (administration)
■ Espace de travail public	■ Espaces technique
■ Salles de formation	■ Administration d'évènement
	■ Circulation entre pôles

- ✓ Le système de distribution entre les différents espaces s'articule autour de trois (03) réseaux de circulation :

Figure 60 : Distribution du programme dans le projet. Source : auteur

- Circulation verticale : on a créé une rompe, des ascenseurs et des escaliers principaux dans chaque bloc et des escaliers secondaires qui fait la relation entre les laboratoires de même spécialité.
- Circulation horizontale : nous avons choisi une circulation horizontale centrale autours des atriums et des passages qui traversent les espaces pour assurer la liaison entre eux.
- Passage entre l'élément central (pôle de collaboration) et les autres blocs

- ✓ On a créé des lieux de rencontres, d'échange et de détente dans tout le projet.

**3.4.5. Organigrammes spatiaux (voir annexe n 3°)**

### 3.5. Système structurel

La trame structurelle du projet suit sa forme, elle varie selon les espaces et les exigences fonctionnelle.

Le système de structure de notre projet est composé de 3 types de structures :

- ✓ Poteaux-poutre pour le pole d'administration et le pole de collaboration.
- ✓ Portique en béton pour le pole d'innovation
- ✓ Metalique pour le pole d'evenement.
- ✓ Nous avons utiliser 2 types de joints :
  - Les joints de rupture.
  - Les joints de dilatation.

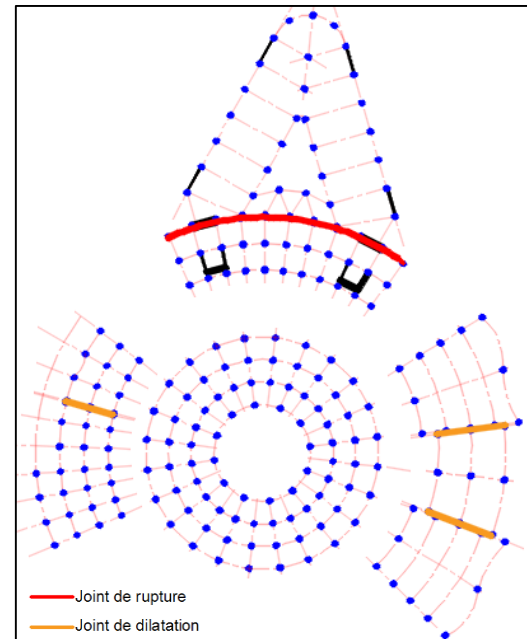


Figure 61 : plan de structure. Source : Auteur



3.6. Traitement de façades

Façade sud de pôle d'innovation :

Façade principale de projet



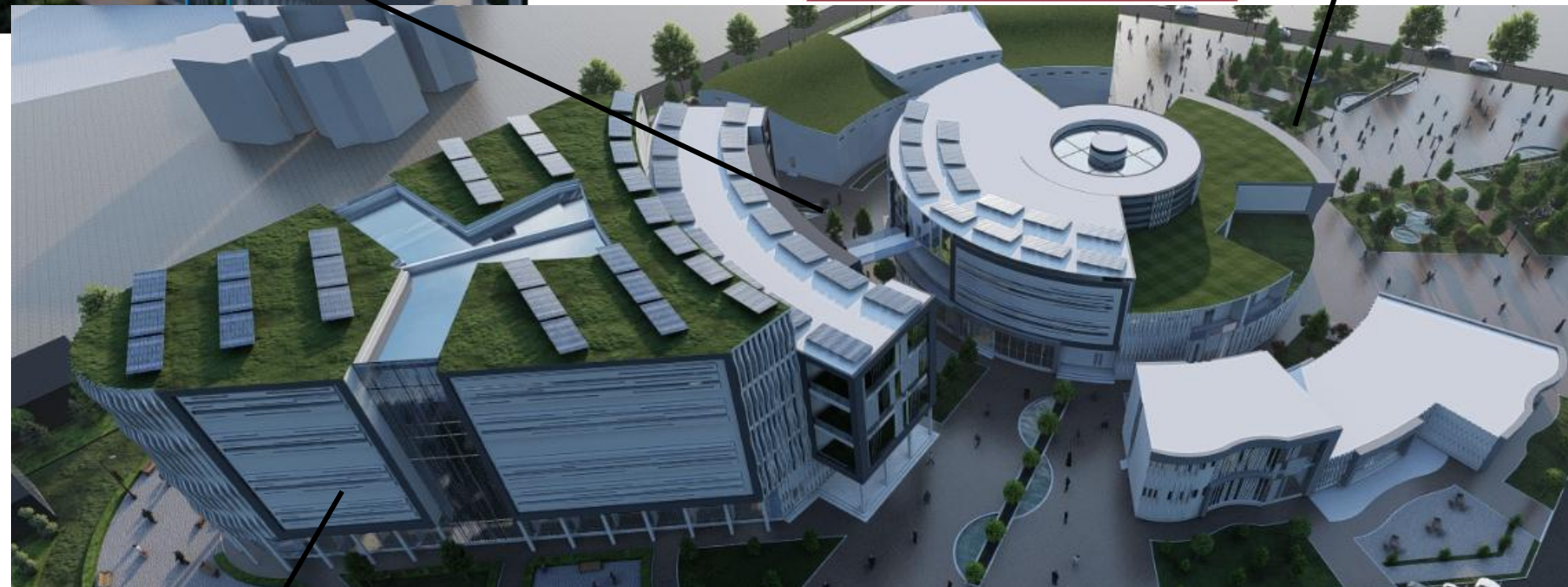
On a créé une façade inclinée a mur rideau pour marquer l'entrée principale

Façade double peaux

Nous avons opté à un même traitement pour les décrochements des escaliers.



Utilisation des brises soleil verticaux dans les deux cotés est et ouest.



Façade est et ouest de pôle d'innovation :

Façade principale d'administration :



Nous avons opté à un traitement transparent en forme « T » inversé qui va diviser la façade en 2 entités.



Un cadrage en gris qui va être répéter dans toutes les façades de projet (élément de repère).

Des petites fenêtres en longueur répond aux besoins de la fonction d'espace a l'intérieur.



#### 4. Evaluation environnementale du projet :

##### 4.1. A l'échelle de l'aménagement :

##### 4.1.1. Implantation du projet selon les données climatiques :

- ✓ Création des percées dans l'écran végétal existant en continuité avec les vides entre les blocs afin de créer un microclimat favorable en profitant des vents dominants.
- ✓ Le batiments est protégé des vents froids d'hiver par l'écran végétal existant.
- ✓ Aménagement des bassins d'eau et implantation des arbres dans le coté sud pour rafraichir l'air d'été.

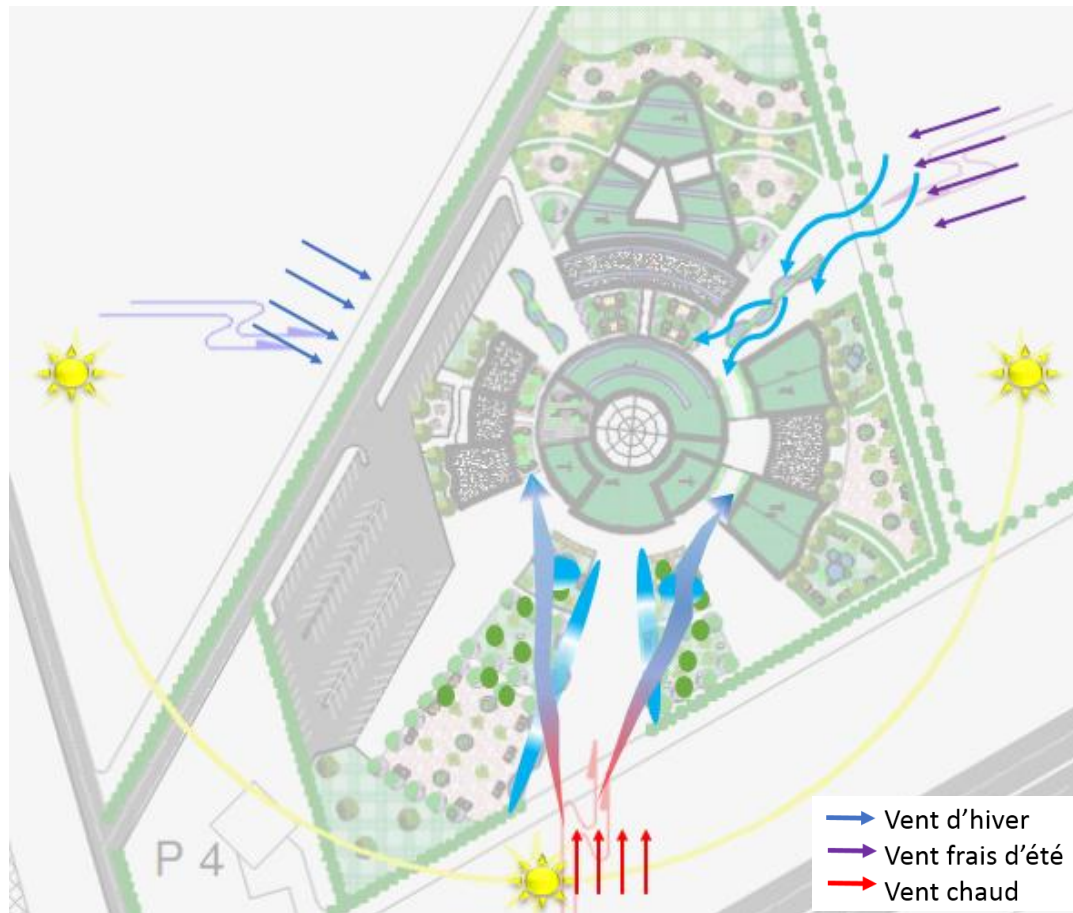


Figure 62 : Schéma d'implantation du projet selon le climat. Source : Auteur

#### 4.1.2. La mobilité :

- ✓ Favoriser le déplacement écologique par la création des parcours piétons à l'intérieur du site.
- ✓ Eloigner la circulation mécanique et l'espace de stationnement de l'intérieur du site et la mettre à la périphérie de ce dernier pour garder la zone d'intervention loin des insalubrités et de la pollution.

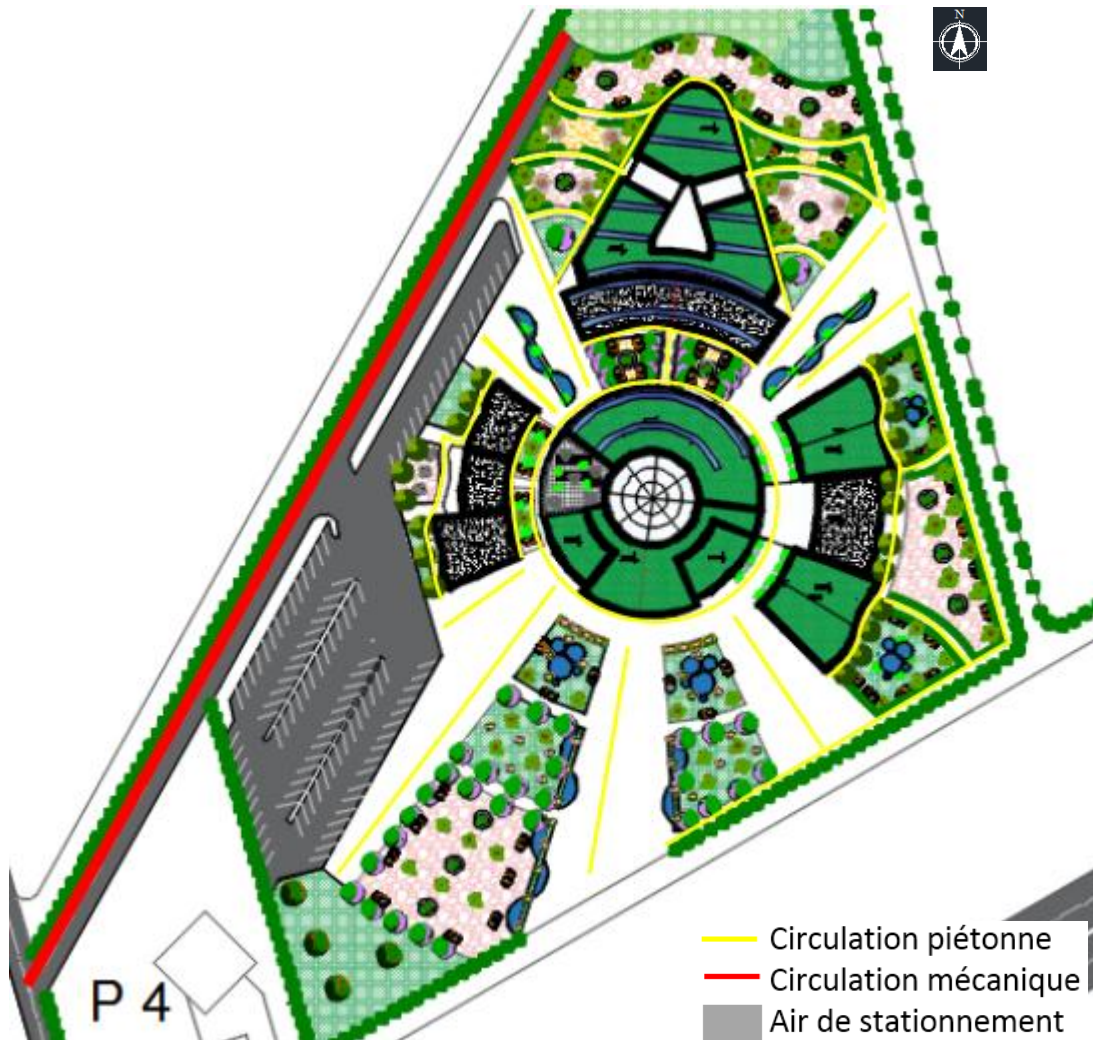


Figure 63 : Schéma de mobilité . Source : Auteur

**4.1.3. La végétation:**

- ✓ On assure un écosystème naturel, une isolation thermique grâce à la végétation, donc tout types d'arbres ou plantes ont été choisies selon nos besoins en termes de protection contre les vents, contre les bruits, l'ombrage et en fonction de leur disposition dans la parcelle.
- ✓ Ainsi que l'intégration de la toiture végétalisée contribue au confort thermique.

Simulation d'ombrage : Afin de bien protéger le bâtiment de surchauffe on a fait une simulation d'ombrage pour bien positionné des écrans végétaux composés d'arbres qui vont participer au rafraichissement en été

Tableau 8: Simulation d'ombrage . Source : Auteur

Jours/ Heurs	8 :30	12 :30	16 :30
21 Décembre			
21 Mars			
21 juin			

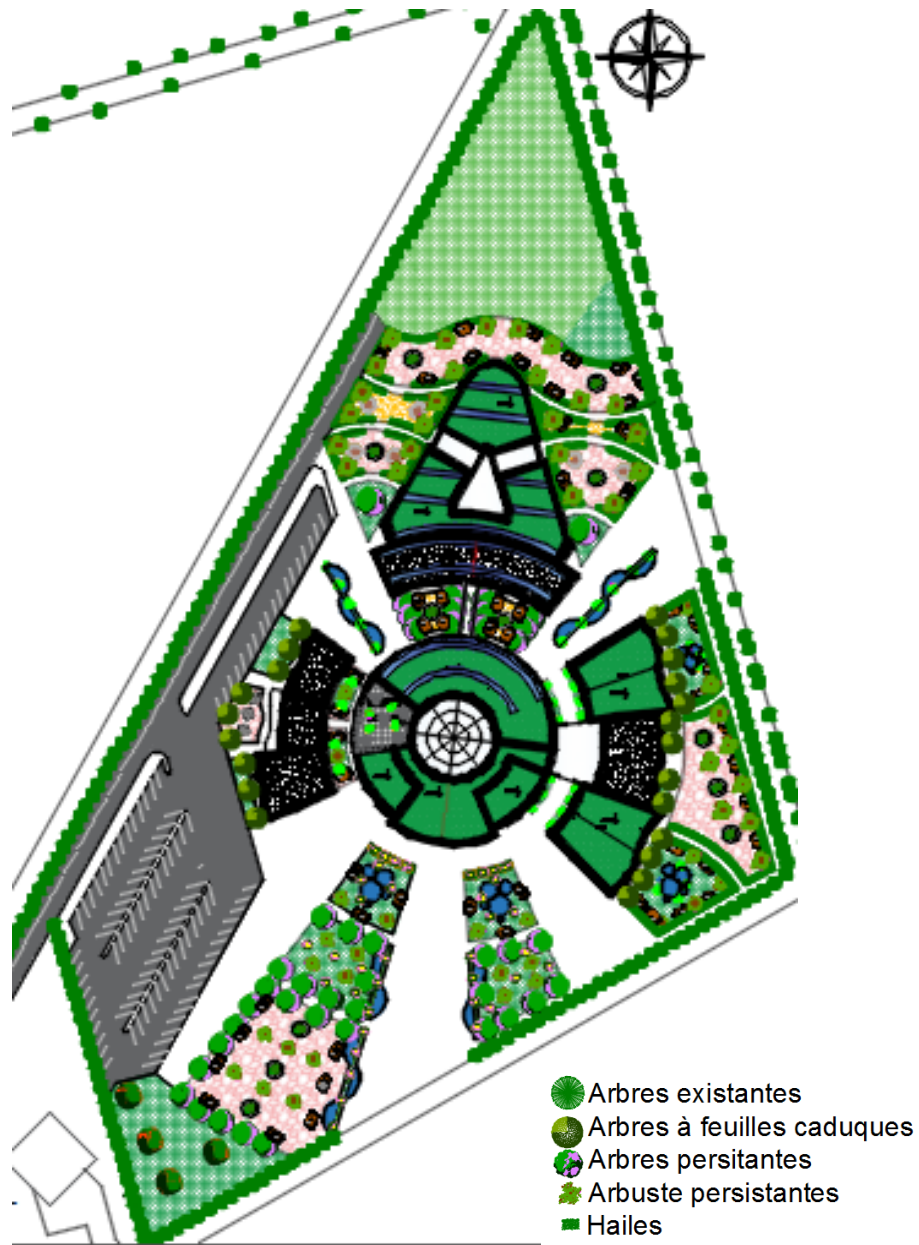


Figure 64 : Schéma de la végétation . Source : Auteur



#### 4.1.4. Gestion des déchets :

Les déchets sont gérés avec recyclage, valorisation et limitation, selon leur type :

Les déchets recyclables

Les déchets médicaux (déchets biomédicaux- déchets pharmaceutiques- déchets chimiques- déchets radioactifs).

Les déchets organiques sont compostés et réutilisé sous forme d'engrais dans les espaces verts ce qui permet de les réduire (les déchets de cuisine et de jardin) Installations des locaux poubelles situées aux parkings pour faciliter leur transport par un véhicule ou bien pour être acheminés vers les stations de compostage.

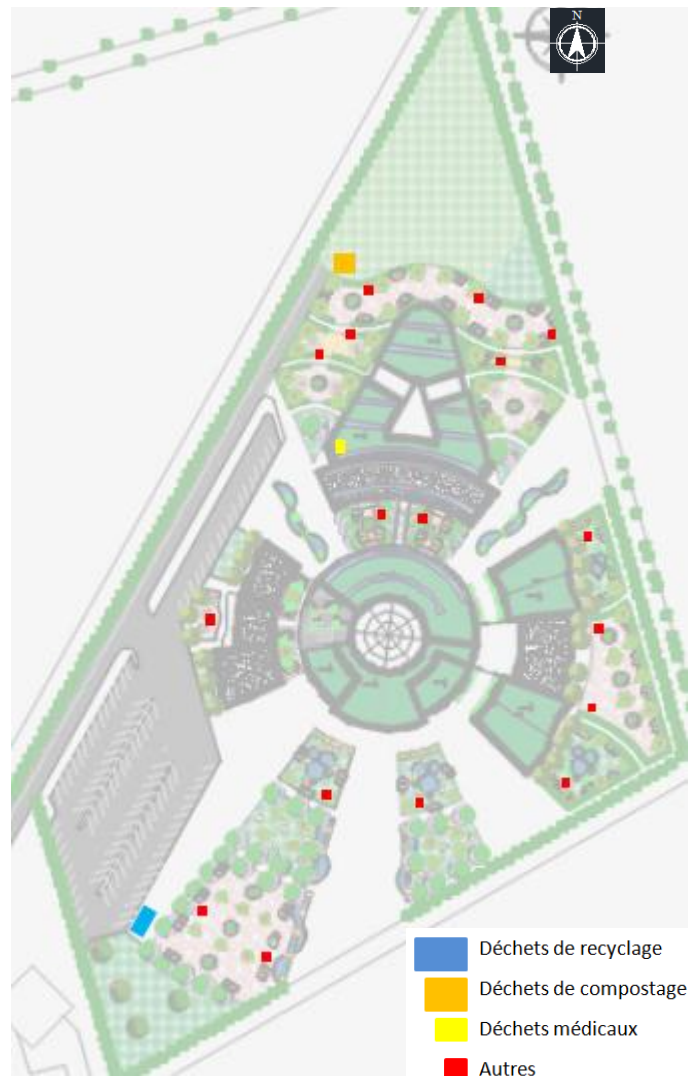


Figure 65 : Schéma de gestion des déchets . Source : Auteur



#### 4.1.5. Energie

Pour une architecture plus écologique nous avons adopté des panneaux photovoltaïques monocristallin positionnés au niveau des terrasses, poteaux d'éclairage et les stations de charge.

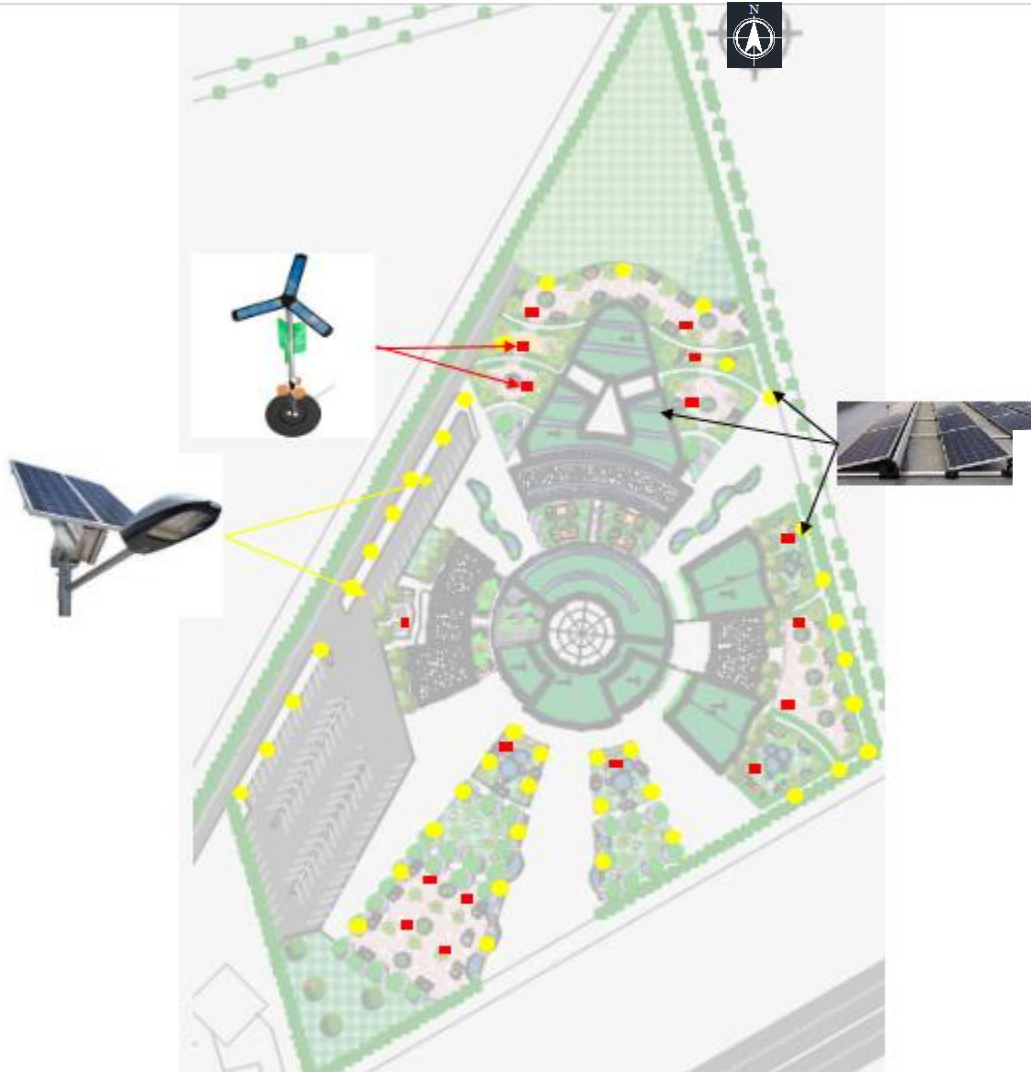


Figure 66: Schéma d'énergie. Source : Auteur

#### 4.1.6. Récupération des eaux pluviales :

Notre but de cette opération est de limiter les risques de pollution ainsi qu'intégrer la gestion des eaux pluviales dans l'aménagement de notre projet du point de vue économique (limitant l'augmentation des coûts collectifs liés à l'eau), Hydrologique (superficielle et souterraine).

Pour cela nous avons opté à une technique d'infiltration :

Revêtement poreux : Grâce à ces revêtements, l'eau de pluie peut s'infiltrer directement là où elle tombe, c'est à dire limiter le ruissellement et donc une gestion durable de l'eau de pluie.

Et ces eaux sont stocker dans des bassins enterrés afin de les réutilisé pour l'alimentation des sanitaires, le nettoyage et pour l'arrosage.

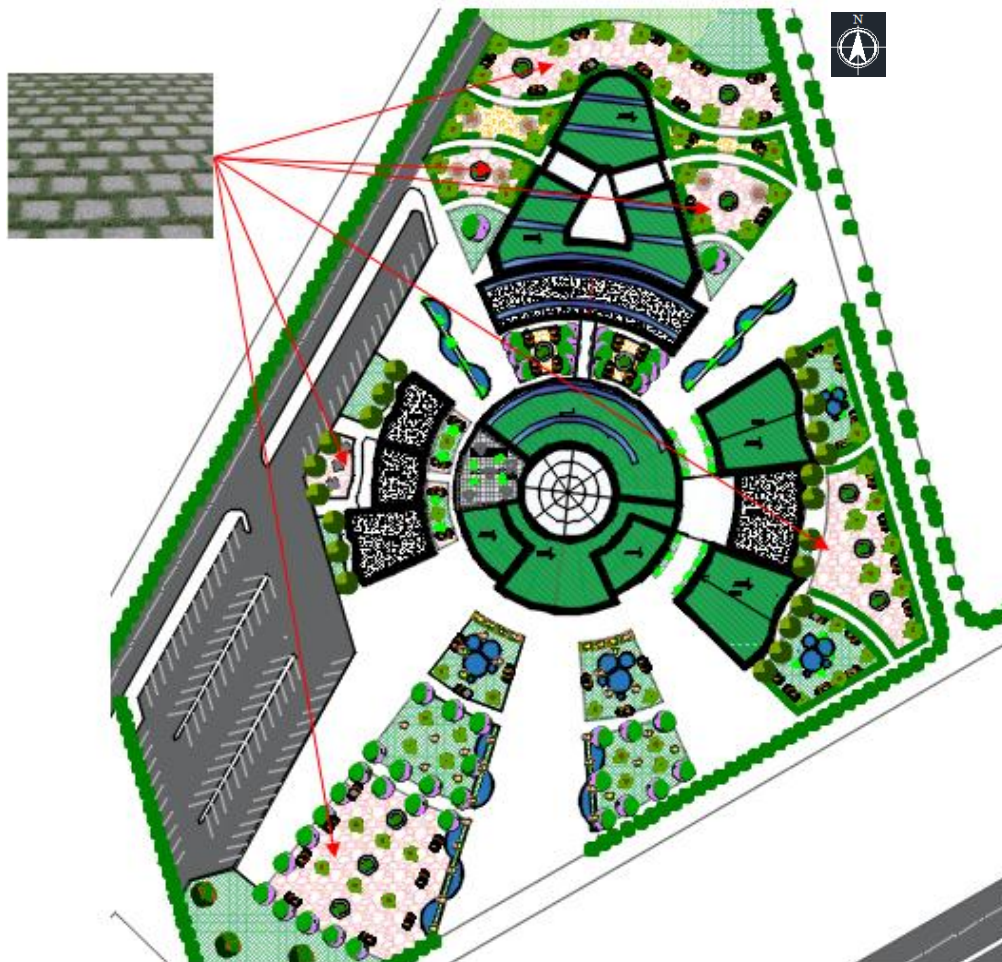


Figure 67 : Schéma des techniques de récupération des eaux pluviales. Source : Auteur

## 4.2. A l'échelle du projet :

### 4.2.1. Orientation du bâti :

- ✓ Hiérarchisé le pôle de collaboration vers le nord pour minimiser les surfaces orienté est et ouest et favoriser l'orientation sud-nord pour les espaces ouverts de travail pour profiter des rayons solaires et de l'éclairage naturel.
- ✓ Orientation de l'hébergement vers le sud car l'ensoleillement dans ce type d'espace est indispensable avec protection.
- ✓ Orienter les laboratoires vers le nord pour Évité l'ensoleillement et donc en évite les surchauffes.

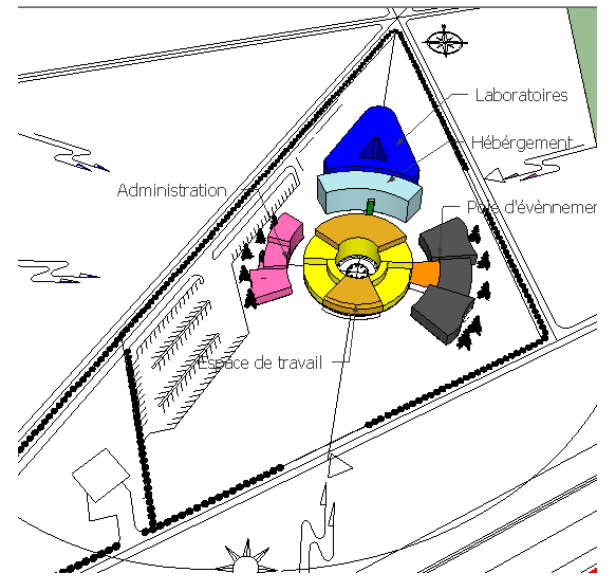


Figure 68: Schéma d'orientation du bâti . Source : Auteur

### 4.2.2. Protection solaire

- ✓ Créer des éléments verticaux dans les façades vitrées est et ouest du pôle d'évènement et d'administration.
- ✓ Faire ressortir deux terrasses végétalisés dans les façades est et ouest de l'hébergement pour minimiser la surchauffe d'été avec des protections verticales.
- ✓ Utilisation d'une façade ventilée sur la façade sud de l'hébergement où il y a les chambres.



Figure 69 : Protection solaire verticale . Source : Auteur



Figure 71 : Façade double peaux. Source : Auteur



Figure 70 : Terrasse végétalisée avec protection solaire verticale. Source : Auteur



- ✓ Ressortir un élément du bâtiment dans la partie sud du pôle de collaboration pour créer une protection pour le RDC et une façade inclinée de l'élément lui-même dans le but même.
- ✓ Créer des éléments de protection dans la partie sud de l'atrium pour minimiser les gains de chaleur d'été.

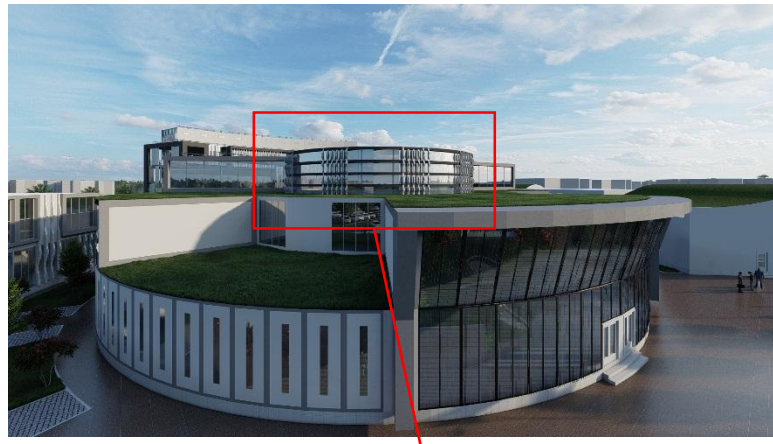
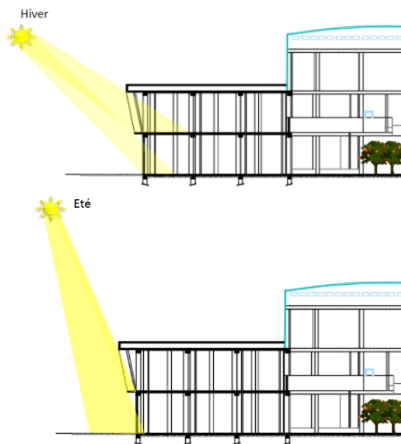


Figure 72 : Schéma et image de protection par façade inclinée. Source : Auteur



**4.2.3. La ventilation naturelle :**

Figure 73 : Protection par éléments horizontaux pour atrium .Source : Auteur

Une ventilation à effet de cheminé se fait à travers les atriums dans le pôle de collaboration et de l'innovation. Ces atriums sont fermés avec des fenêtres de type réversible. Le châssis réversible à son axe de rotation à la traverse inférieure et s'ouvre vers l'intérieur pour la protection contre la pluie si les fenêtres sont ouvertes.

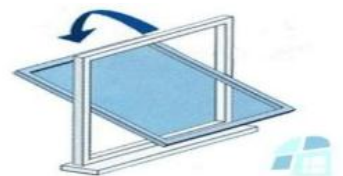


Figure 74 : Schéma de ventilation naturelle par atrium .Source : Auteur

---

La ventilation transversale grâce aux ouvertures latérales dans les façades.

#### **4.2.4. L'éclairage naturel :**

Les murs rideau qui couvre les façades et les atriums dans les pôles d'administration et pole de collaboration laisse pénétrer les rayons solaires permet de profiter de la lumière du jour et donc offrir un éclairage naturel sauf dans les laboratoires ou il y a peu d'ouvertures vers l'extérieur pour des raisons de confinement.

#### **4.2.5. Construction avec des matériaux écologiques :**

Le choix judicieux des matériaux dans un projet architectural contribue non seulement à l'image de l'édifice mais aussi à sa performance énergétique et ses ambiances. C'est une caractéristique qui influe la façon dont évoluent le bâtiment et sa longévité.

Dans notre projet nous avons opté pour le matériau suivant :

- ✓ Le béton cellulaire pour les pôles de collaboration, administration, évènement et l'hébergement dans le pôle d'innovation à cause de ces propriétés :
  - Une excellente isolation thermique.
  - Une grande résistance au feu : le béton cellulaire permet de bâtir des murs 100% Ininflammables, qui permettront d'éviter la propagation d'un incendie.
  - Une grande facilité de pose : le béton cellulaire est très facile à assembler, et nécessite peu de mortier. Il est donc moins coûteux à poser qu'un autre type de mur.
  - Une grande légèreté : le béton cellulaire a pour autre avantage sa grande légèreté, ce qui participe d'ailleurs à sa facilité de pose.
  - Un matériau écologique : le béton cellulaire n'est pas polluant ce qui en fait un matériau très écologique.
- ✓ Laine minérale pour l'isolation de la brique creuse utilisé dans la partie des laboratoires dans le pôle d'innovation par ces propriétés :
  - Bonne isolation thermique et acoustique.
  - Le matériau garde ses propriétés isolantes toujours et constamment.
  - Le produit est entièrement recyclable
  - La laine minérale n'absorbe pas d'humidité.
  - Empreinte écologique faible

## 5. Evaluation du confort thermique dans les laboratoires par une simulation thermique

La simulation thermique dynamique permet de faire « vivre virtuellement » le bâtiment sur une année entière, afin d'étudier son comportement prévisionnel pour des résultats proches de la réalité.

Notre objectif principal est d'assurer un confort thermique et de réduire la consommation énergétique pour obtenir un bâtiment efficient énergétiquement, cette simulation est faite par le logiciel « DesignBuilder »

### 5.1. Présentation du logiciel DesignBuilder

Est un logiciel de simulation dynamique, possédant une interface graphique offrant de nombreuses fonctionnalités non disponibles simultanément dans les logiciels existants.

### 5.2. Méthodologie suivie

On va faire trois scénarios « sans VMC » « avec VMC » « avec isolation », d'après ces scénarios nous avons vu la consommation énergétique des laboratoires, cette consommation on va l'assurer par une énergie renouvelable à l'aide d'un système des panneaux photovoltaïques.

### 5.3. Présentation de l'espace à étudié :

Notre choix est porté sur les laboratoires situés au dernier étage du pôle d'innovation car ils constituent la fonction mère de notre projet.

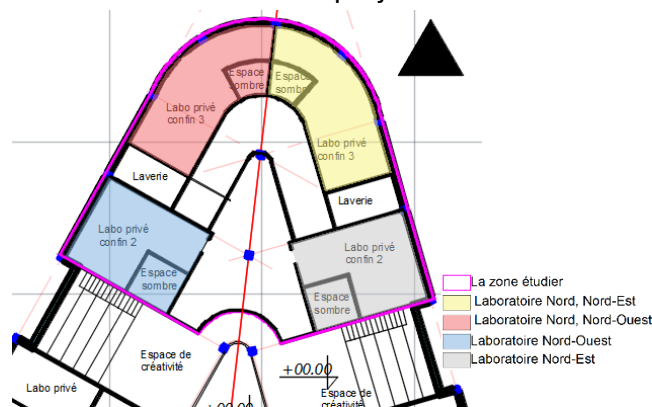


Figure 75: Vue en plan de l'espace étudié niveau +16.32 m. Source : Auteur

- Caractéristique constructives :

<p><b>Parois extérieurs :</b></p> <p>Enduit ciment 2 cm</p> <p>Brique 15 cm</p> <p>Lame d'air 5 cm</p> <p>Brique 10 cm</p> <p>Plaque de plâtre 2 cm</p>	<p><b>Parois intérieurs (cloisons) :</b></p> <p>Plaque de plâtre 2 cm</p> <p>Brique 10 cm</p> <p>Plaque de plâtre 2 cm</p>
<p><b>Plancher extérieurs :</b></p> <p>Gravier 5 cm</p> <p>Etanchéité bitumeuse</p> <p>Panneau de liège 4 cm</p> <p>Béton de pente 7 cm</p> <p>Dalle de compression 4 cm</p> <p>Hourdis 16 cm</p> <p>Lame d'air 70 cm</p> <p>PVC 2 cm</p>	<p><b>Plancher intermédiaire :</b></p> <p>Résine 1 cm</p> <p>Dalle de compression 4 cm</p> <p>Hourdis 16 cm</p> <p>Lame d'aire 70 cm</p> <p>PVC 2 cm</p>
	<p><b>Ouvertures extérieurs :</b></p> <p>Fenêtre Simple vitrage 0.6 cm</p> <p>Portes PVC 10 cm</p>

5.4. Les scénarios de simulation :

Scénario 1 : Sans VMC

Tableau 9: Température du confort obtenu sans VMC. Source : Designbuiilder traité par l'auteur

EnergyPlus	Confort - Microbiologie, Labo nord-est											si	Evaluation	
	1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)													
	Mois													
Température d'air (°C)	31,21	32,01	35,39	37,81	41,33	45,76	48,50	48,10	44,25	40,90	35,14	31,96		
Température radiante (°C)	28,02	28,83	32,28	34,71	38,22	42,64	45,37	44,97	41,13	37,78	32,02	28,78		
Température opérative (°C)	29,61	30,42	33,84	36,26	39,77	44,20	46,93	46,54	42,69	39,34	33,58	30,37		
Température Sèche Air Extérieur (°C)	11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89		
Humidité relative (%)	93,67	93,96	94,25	93,91	93,01	91,02	89,38	89,96	91,92	93,40	94,30	94,07		

EnergyPlus	Confort - Microbiologie, Labo nord, nord-est											Evaluation	
	1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)												
	Mois												
Température d'air (°C)	29,76	30,60	33,82	36,52	40,16	44,63	47,16	46,62	42,71	39,18	33,66	30,62	
Température radiante (°C)	26,71	27,57	30,85	33,58	37,22	41,69	44,20	43,65	39,74	36,22	30,68	27,58	
Température opérative (°C)	28,24	29,09	32,34	35,05	38,69	43,16	45,68	45,13	41,22	37,70	32,17	29,10	
Température Sèche Air Extérieur (°C)	11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89	
Humidité relative (%)	93,67	93,92	94,17	94,06	93,07	90,99	89,57	90,50	92,53	94,02	94,36	94,10	

EnergyPlus	Confort - Microbiologie, Labo nord, nord-ouest											Evaluation	
	1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)												
	Mois												
Température d'air (°C)	29,42	30,23	33,38	35,77	39,18	43,49	45,92	45,55	41,76	38,46	33,18	30,23	
Température radiante (°C)	26,36	27,18	30,38	32,81	36,22	40,52	42,94	42,57	38,79	35,49	30,18	27,17	
Température opérative (°C)	27,89	28,71	31,88	34,29	37,70	42,01	44,43	44,06	40,27	36,97	31,68	28,70	
Température Sèche Air Extérieur (°C)	11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89	
Humidité relative (%)	93,75	94,13	94,58	94,95	94,73	93,51	92,39	92,49	93,89	94,72	94,52	94,18	

EnergyPlus	Confort - Microbiologie, Labo nord, ouest											ansuel	Evaluation
	1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)												
	Mois												
Température d'air (°C)	26,92	27,39	29,34	30,50	32,35	34,62	35,98	35,79	33,76	32,06	29,06	27,30	
Température radiante (°C)	23,38	23,84	25,79	26,97	28,85	31,22	32,67	32,47	30,34	28,57	25,51	23,75	
Température opérative (°C)	25,15	25,62	27,57	28,73	30,60	32,92	34,32	34,13	32,05	30,32	27,28	25,52	
Température Sèche Air Extérieur (°C)	11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89	
Humidité relative (%)	93,54	93,90	94,38	94,69	95,28	95,84	96,15	96,05	95,53	95,11	94,16	93,88	

**Remarque et interprétation :**

D’après les résultats obtenus on a remarqué que la température à l’intérieur varie de 25°C à 46 °C, cette température élevée parce que les laboratoires sont totalement fermés pour des raisons de confinement et donc il a causé l’effet de thermos.

**Scénario 2 : Avec VMC**

Tableau 10 : Température du confort obtenu avec VMC. Source : Designbuilder traité par l'auteur

EnergyPlus		Confort - Microbiologie, Labo nord-est										Evaluation	
		1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)										suel	
Mois													
Température d'air (°C)		18,71	18,80	19,62	19,88	19,99	20,00	20,19	20,03	20,00	20,00	19,80	19,23
Température radiante (°C)		20,31	20,57	21,92	22,58	23,32	24,02	24,50	24,34	23,69	23,06	21,91	20,80
Température opérative (°C)		19,51	19,68	20,77	21,23	21,65	22,01	22,35	22,18	21,85	21,53	20,86	20,01
Température Sèche Air Extérieur (°C)		11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89
Humidité relative (%)		45,60	45,12	47,66	50,59	53,05	52,06	49,74	50,83	54,10	55,07	49,99	47,05

EnergyPlus		Confort - Microbiologie, Labo nord, nord-est										Evaluation	
		1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)										suel	
Mois													
Température d'air (°C)		17,96	18,20	19,37	19,81	19,98	20,00	20,22	20,03	20,04	19,99	19,65	18,74
Température radiante (°C)		18,50	18,91	20,74	21,81	22,89	23,87	24,50	24,27	23,39	22,50	20,84	19,24
Température opérative (°C)		18,24	18,55	20,05	20,81	21,43	21,93	22,36	22,15	21,72	21,25	20,25	18,99
Température Sèche Air Extérieur (°C)		11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89
Humidité relative (%)		48,34	47,51	49,70	52,30	54,07	52,00	48,91	50,34	54,67	56,97	52,13	49,41

EnergyPlus		Confort - Microbiologie, Labo nord, nord-ouest										Evaluation	
		1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)										suel	
Mois													
Température d'air (°C)		17,92	18,15	19,33	19,76	19,97	20,00	20,18	20,03	20,04	19,99	19,63	18,69
Température radiante (°C)		18,39	18,80	20,64	21,63	22,70	23,69	24,30	24,13	23,25	22,41	20,73	19,12
Température opérative (°C)		18,16	18,47	19,98	20,70	21,34	21,84	22,24	22,08	21,65	21,20	20,18	18,90
Température Sèche Air Extérieur (°C)		11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89
Humidité relative (%)		48,52	47,67	49,86	52,57	54,78	52,92	50,11	51,25	55,50	57,34	52,37	49,60

EnergyPlus		Confort - Microbiologie, Labo nord, ouest										Evaluation	
		1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)										Mensuel	
Mois													
Température d'air (°C)		18,38	18,49	19,37	19,70	19,95	20,07	20,26	20,16	20,05	19,98	19,62	18,93
Température radiante (°C)		19,30	19,53	20,53	20,99	21,63	22,23	22,61	22,51	21,94	21,45	20,47	19,64
Température opérative (°C)		18,84	19,01	19,95	20,34	20,79	21,15	21,43	21,33	21,00	20,71	20,05	19,28
Température Sèche Air Extérieur (°C)		11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89
Humidité relative (%)		47,16	46,61	50,12	54,11	58,86	58,93	58,26	58,77	61,77	61,24	52,85	48,84

**Remarque et interprétation :**

D’après les résultats obtenus on a remarqué que la température à l’intérieur varie de 18 °C à 22 °C cette température se rapproche aux normes du confort (19-20°C) avec une consommation énergétique annuelle de 133597.85 KWh.



**Scénario 3 : avec isolation**

Afin de minimiser cette consommation énergétique et améliorer le confort thermique, nous avons opté pour un isolant dans les parois extérieures qui est « Laine minérale » et une toiture végétalisée, le double vitrage, le résultat est :

Tableau 11 : Température du confort obtenu avec isolation de la toiture par « toiture végétalisée ». Source : Designbuilder traité par l'auteur

		Confort - Microbiologie Labo nord-est											
EnergyPlus		1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)											
Mois													
Température d'air (°C)		19,01	19,03	19,70	19,92	19,99	20,19	20,40	20,45	20,18	20,00	19,87	19,41
Température radiante (°C)		20,93	20,99	22,03	22,63	23,20	23,94	24,36	24,37	23,76	23,13	22,16	21,18
Température opérative (°C)		19,97	20,01	20,87	21,28	21,60	22,07	22,38	22,41	21,97	21,57	21,01	20,30
Température Sèche Air Extérieur (°C)		11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89
Humidité relative (%)		44,47	44,22	47,24	50,34	53,40	51,68	49,64	49,15	53,00	54,82	49,28	46,31

		Confort - Microbiologie Labo nord, nord-est											
EnergyPlus		1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)											
Mois													
Température d'air (°C)		18,47	18,57	19,50	19,86	19,98	20,19	20,39	20,45	20,17	20,00	19,77	19,07
Température radiante (°C)		19,50	19,61	20,94	21,81	22,58	23,47	23,99	23,99	23,24	22,48	21,25	19,95
Température opérative (°C)		18,99	19,09	20,22	20,84	21,28	21,83	22,19	22,22	21,71	21,24	20,51	19,51
Température Sèche Air Extérieur (°C)		11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89
Humidité relative (%)		46,82	46,34	49,20	52,19	55,18	52,98	50,68	50,15	54,92	57,13	51,29	48,38

		Confort - Microbiologie, Labo nord, nord-ouest											
EnergyPlus		1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)											
Mois													
Température d'air (°C)		18,43	18,52	19,47	19,83	19,98	20,00	20,08	20,02	20,00	19,99	19,75	19,04
Température radiante (°C)		19,42	19,52	20,87	21,70	22,46	23,28	23,75	23,72	23,08	22,41	21,17	19,86
Température opérative (°C)		18,92	19,02	20,17	20,76	21,22	21,64	21,91	21,87	21,54	21,20	20,46	19,45
Température Sèche Air Extérieur (°C)		11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89
Humidité relative (%)		46,96	46,49	49,36	52,37	55,63	54,67	53,01	53,31	56,62	57,40	51,48	48,52

		Confort - Microbiologie, Labo nord, ouest											
EnergyPlus		1 Jan - 31 Déc (Les conditions de zone rapportée pour l'utilisateur)											
Mois													
Température d'air (°C)		18,66	18,71	19,49	19,77	19,96	20,07	20,25	20,10	20,06	19,99	19,72	19,12
Température radiante (°C)		19,84	19,91	20,71	21,17	21,66	22,22	22,55	22,49	22,08	21,62	20,80	20,02
Température opérative (°C)		19,25	19,31	20,10	20,47	20,81	21,14	21,40	21,29	21,07	20,80	20,26	19,57
Température Sèche Air Extérieur (°C)		11,21	11,87	14,22	16,17	19,78	23,58	26,74	27,11	23,79	20,97	15,46	12,89
Humidité relative (%)		46,28	45,88	49,56	53,50	58,51	58,70	58,29	59,05	60,97	60,52	52,05	48,18

**La consommation énergétique annuelle est : 130372.92 KWh**

D'après les résultats obtenus on a remarqué que la température à l'intérieur varie entre 19°C et 22 °C donc les solutions proposées ont rapproché aux températures du confort de laboratoire (19-20 °C).

L'isolation des parois et de la toiture a permis de diminuer la consommation énergétique de 2.41 % par rapport à la consommation sans isolation.

**La consommation annuelle total de bâtiment laboratoire est donc 1564475.04 KWh**

**5.5. Intégration des panneaux photovoltaïques (PV)**

- Pour répondre aux besoins énergétique de VMC calculés au préalable dans la simulation on a intégré une énergie renouvelable est le solaire photovoltaïque.
- Type de panneau utilisé :

On a choisi des PV monocristallin, leur performance 360Wc et leur rendement maximal 19 %, installés en toiture

- Les caractéristiques électriques des panneaux selon STC :

Irradiation 1KW/m<sup>2</sup>.

Température de cellule 25°±2° C

La masse d'air 1.5

Les caractéristiques physiques des panneaux :

Dimensions : 1980×1002×40 mm

Surface : 1.98 m<sup>2</sup>

- Calcul de la superficie disponible :

La surface complète de la toiture de bâtiment laboratoire qui abrite les PV est 964.23 m<sup>2</sup>.

La surface de toiture contient un bord de sécurité de 50 cm de chaque côté, donc la surface disponible sera de 867.1 m<sup>2</sup>.

- Pour savoir combien de module peuvent recevoir ce toit on va déterminer les dimensions occupées par les PV

Avec (Lm=1.98 m) et (lm=1.002m)( longueur et largeur)

Soit Lp la largeur du panneau incliné

$$Lp = Lm \times \cos \theta$$

θ : angle d'inclinaison, dans notre cas est 46°

$$Lp = 1.98 \times \cos 46^\circ Lp = 1.375 \text{ m}$$

La surface Sp occupé par un PV :

$$Sp = Lp \times lm Sp = 1.375 \times 1.002 Sp = 1.378 \text{ m}^2$$



Figure 76 :Panneau solaire monocristallin de 360 watts coût .Source : Auteur

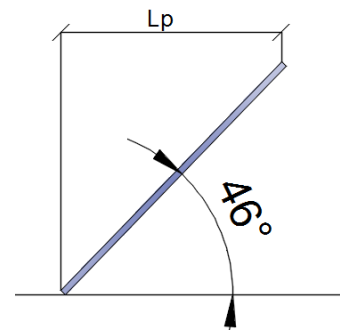


Figure 77 :Schéma de disposition d'un panneau photovoltaïque sur le toit .Source : Auteur

- Dimensionnement de l'entraxe entre deux capteurs :

L'entre-axe entre deux rangées est défini par la formule suivante :

$$d + b = h \left( \cos\beta + \frac{\sin\beta}{\tan\alpha} \right)$$

Où : h : hauteur entre panneau et la toiture

$\alpha$  : hauteur solaire minimale (généralement prise le 21 décembre soit un angle de  $16^\circ$ )

$\beta$  : angle d'inclinaison des capteurs ( $46^\circ$ )

Donc l'entre-axe est :

$$1.375 \left( \cos 46^\circ + \frac{\sin 46^\circ}{\tan 16^\circ} \right)$$

$$b = 4.404 - 1.375 = 3.02 \text{ m}$$

- Cette toiture peu recevoir 180 modules, dont chaque PV peut produire  $1\text{KW}/\text{m}^2$  par jour, donc chaque module peut produire 1.378 KW

Donc la production de l'énergie totale par les PV est :248.04 KW

On doit calculer la production d'énergie totale par les PV en KWh

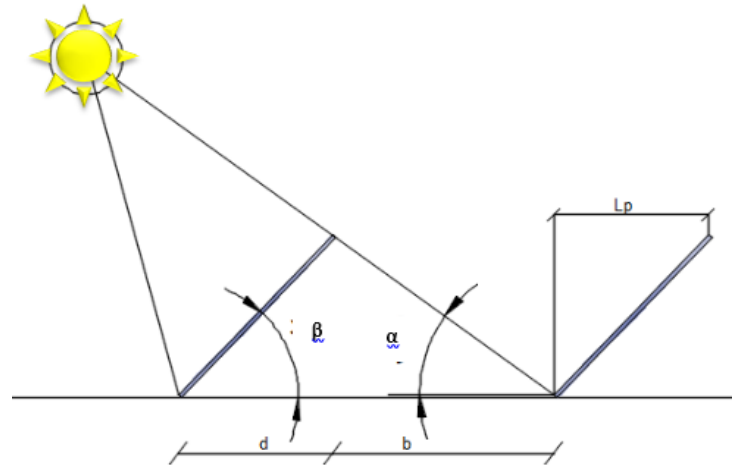


Figure 78 :Schéma de calcul entre axes .Source : Auteur

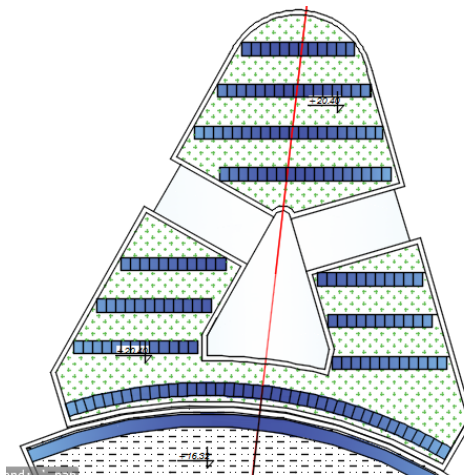


Figure 79 : Disposition des panneaux photovoltaïques sur le toit .Source : Auteur

$$E(KWh) = P(KW) \times t(h)$$

La durée d'ensoleillement quotidienne du mois le plus défavorable =6h

Donc la production d'électricité quotidienne par les PV est 1488.24 KWh

La production d'électricité annuelle :543207.6 KWh

Les PV peuvent couvrir 34.72 % de la consommation énergétique des laboratoires.

---

## Conclusion

Ce chapitre montre en premier lieu toutes les étapes de l'aménagement et la conception de notre projet, de l'analyse de site à la simulation. Nous avons tiré les aspects positifs et négatifs du site afin de concevoir le projet qui répond aux attentes et besoins de l'environnement et même des usagers. Nous avons pris en considération l'intégration du bâtiment dans sans plan d'aménagement (système pavillonnaire éclaté de l'université), les contraintes naturelles et artificielles du site, telle que l'orientation et l'emplacement de chaque pole selon sa fonction et ses espaces, et l'optimisation de la ventilation naturelle entre ces pôles par la création des percé avec des accès qui permet au vent de circuler à l'intérieur du site.

Ensuite nous nous intéresserons aux aspects bioclimatiques et environnementaux appliqués sur notre projet.

Nous sommes arrivées à intégrer des démarches de durabilité et d'architecture bioclimatique dans le but de respecter l'environnement et ses ressources naturels ainsi que le confort de nos usagers et même de confort de chaque activité dans notre projet a deux échelles (aménagement de la parcelle et du projet)

Enfin nous avons fait une simulation de la partie la plus sensible du projet qui est la partie des laboratoires afin d'assurer un confort aux chercheurs en prenant en considération l'exigence de l'activité, tout en réduisant la consommation énergétique par l'intégration de l'énergie renouvelable solaire.

# **CONCLUSION GENERALE**

### Conclusion générale :

Ce mémoire est une contribution modeste à la recherche conceptuelle qui cherche à profiter des potentiels naturels du site et les éléments offerts par le climat et qui peuvent être utilisés comme sources d'énergie (vents, lumière du jour, ensoleillement ...), et donc limiter l'impact du bâtiment sur son environnement par une démarche bioclimatique.

Le choix de type d'équipement à concevoir s'est fait en fonction de plusieurs paramètres notamment la crise sanitaire actuelle où la seule solution pour sauver l'humanité est d'innover un vaccin efficace ce qui nous a poussé à proposer une installation de laboratoires qui permet aux chercheurs d'innover dans le domaine de la biologie médicale. Et après l'analyse des besoins de l'innovation, nous avons lié cette installation à une autre qui favorise la collaboration et l'échange dans ce domaine. Nous avons donc conçu « un centre d'innovation de biologie médicale » au sein de l'université Saad DAHLEB pour les raisons citées ci-dessus ainsi qu'à partir de cet équipement on va développer la culture d'innovation chez les étudiants et créer une structure qui accueille le partenariat entre l'université représentés par les étudiants et les chercheurs, et l'industrie pharmaceutique.

Et afin de construire un bâtiment peu énergivore nous avons opté pour des dispositifs passifs et actifs de l'architecture bioclimatique en fonction des besoins des activités en matière de confort thermique tel que l'adaptation de la ventilation naturelle par la création des atriums et la VMC pour les laboratoires tout en assurant 34.72 % de leur consommation énergétique par une énergie renouvelable qui est l'énergie solaire.

Comme toute œuvre humaine, nous avons rencontré quelques difficultés qui sont liées en premier lieu à la complexité du fonctionnement des laboratoires et en deuxième lieu à l'absence d'un équipement pareil en Algérie.

Pour conclure ce travail n'est qu'une prise de conscience et un processus de réflexions qui a abouti à une solution discutable et qui appartient à tout le monde de développer. Nous espérons que ce modeste travail aura contribué à apporter une attention sur la tendance de l'architecture bioclimatique et aura contribué à sensibiliser et éveiller les esprits en ce qui concerne le secteur de l'énergie et de la préservation de l'environnement

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### Bibliographie

✓ **Ouvrage**

1. Alain Liébard et André De Herde, 2006, Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, éditions du Moniteur, paris.
2. Alain Rey, 2017, dictionnaire ROBERT, France.
3. Conception des laboratoires d'analyse biologique, 2018, Institut national de recherche et de sécurité, France.
4. Edouard Fournier, 2019, Les Lanternes: Histoire de l'Ancien Eclairage de Paris.
5. G Alexandroff J M Alexandroff, 1982, Architectures et climats. France.
6. GIVONI, 1978, L'Homme l'architecture et le climat, éditions du Moniteur, paris.
7. Manuel d'Oslo, 2005, Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), 3e édition, France.
8. OLGAY Vicor, 1963, Design with climate. Bioclimatic approach to architectural Regionalism. Princeton University Press. France.
9. Petit, Jérôme, Prudent, Guillaume, 2010, Changement climatique et biodiversité dans l'outre-mer européenne. Antarctique.
10. Samuel Courgey, Jean-Pierre Oliva, 2006, La conception bioclimatique des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation.

✓ **Site web**

1. <https://Www.actu-environnement.com>
2. [www.citation-celebre.com](http://www.citation-celebre.com) .
3. <https://www.youtube.com/watch?v=i6xFK3RUi5A>
4. [www.SlideToDoc.com](http://www.SlideToDoc.com)
5. [www.e-rt2012.fr](http://www.e-rt2012.fr).
6. [www.eurabo.be](http://www.eurabo.be)
7. [www.energieplus-lesite](http://www.energieplus-lesite) .
8. [www.mondedesgrandesecoles.fr](http://www.mondedesgrandesecoles.fr) .
9. [www.arclynn.com](http://www.arclynn.com) .



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

10. [www.produits.xpair.com](http://www.produits.xpair.com) .
11. [www.gaz-analytique.com](http://www.gaz-analytique.com) .
12. [www.devicemed.fr](http://www.devicemed.fr) .
13. [www.Archdaily.com](http://www.Archdaily.com)
14. [www.bing.com](http://www.bing.com) .
15. Google earth, consulté en 2021.
16. <https://www.guidebatimentdurable.brussels> .
17. <https://conseils-thermiques.org/contenu/bioclimatisme.php> .
18. [www.kp1.fr/produits/poutre-pap](http://www.kp1.fr/produits/poutre-pap)

### ✓ MEMOIRES ET THESES

1. LOUNIS LYNDA, 2021, Etude bioclimatique d'un équipement tertiaire en ALGERIE mémoire master architecture .université de TIZI-OUZOU.
2. MAZARI MOHAMED, 2012, étude et évaluation du confort thermique des bâtiments à caractère public : cas de département d'architecture de Tamda (TIZI-OUZOU) .université de TIZI-OUZOU.
3. NAILIBASM, SEMMADSELMA, 2017, Conception d'une bibliothèque régionale à basse consommation énergétique(BBC) dans la wilaya de Blida .université de BLIDA.

### ✓ Articles

1. Anne de Béthencourt et M. Jacky chorin ,2013,Le Conseil Economique social et Environnemental (CESE) se prononce les 8 et 9 janvier 2013 sur la transition énergétique et l'Efficacité énergétique.
2. AU SUJET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE -VERS DES BÂTIMENTS MOINS ÉNERGIVORES TOUIL, MERGHACHE ,2017 <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/10385>
3. BELKHAMSA SARAH ,2012/2012, ECO-CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE, Cours Master Pro Beaux Arts de Tunis.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

4. Dr TedrosAdhanomGhebreyesus, Directeur général de l’OMS, le 18 et le 19 mai 2020, Allocution à la Soixante-treizième Assemblée mondiale de la Santé la Soixante-treizième Assemblée mondiale de la Santé - la première assemblée à se tenir virtuellement.
5. Le Conseil Economique social et Environnemental Jour mondial de l'architecture 2015 sur le thème du climat, UIA Architecture et climat COP21, 2015.
6. Manzano-Agugliaro, 2015, Examen des stratégies d'architecture bioclimatique pour atteindre le confort thermique.
7. Systèmes de management environnemental, ISO 14001, 2015.

## Liste des figures

Figure 1: Schéma de démarche de l'architecture bioclimatique.....	8
Figure 2: Habitat organique de David Wright .....	9
Figure 3: Schéma des stratégies d'une conception bioclimatique.....	11
Figure 4: Schéma des paramètres du confort thermique.....	14
Figure 5: Diagramme psychométrique de GIVONI.....	21
Figure 6: Schéma de fonctionnement de VMC simple flux.....	22
Figure 7: Schéma de fonctionnement de VMC double flux.....	23
Figure 8: Schéma explicatif d'une VMC double flux avec un puits canadien.....	23
Figure 9: Schéma explicatif d'une VMC double flux thermodynamique. ....	24
Figure 10: Schéma des composants d'un centre d'innovation de biologie médicale.....	28
Figure 11: Situation de Blida.....	35
Figure 12 : Situation de la commune d'Ouled Yaich.....	36
Figure 13: Situation du site par rapport à l'université .....	36
Figure 14: Schéma de grands axes d'accessibilités au POS C8 .....	36
Figure 15: Schéma d'accessibilité et accès au site.....	37
Figure 16: schéma d'analyse séquentielle.....	37
Figure 17: Plan d'aménagement de l'université Saad DAHLEB.....	38
Figure 18: Types des patios existants à l'université .....	38
Figure 19: Exemple d'élément central .....	38
Figure 20: Exemples des types d'escaliers intérieurs et extérieurs existants.....	38
Figure 21: Types des pergola existants.....	39
Figure 22: Les verrières pyramidales.....	39
Figure 23: les fenêtres des bâtiments à proximité de site .....	39
Figure 24: Les fenêtres des pavillons à l'intérieur de l'université.....	39
Figure 25: Les brises soleil.....	39
Figure 26: Les types des traitements de façades.....	39
Figure 27: Carte de plantation des arbres .....	41
Figure 28: Carte d'emplacement des espaces verts.....	41
Figure 29: Délimitation du site d'intervention.....	41

Figure 30: Coupes topographiques du terrain.....	41
Figure 31: Photo satellitaire du site d'intervention.....	41
Figure 32: Température moyenne maximale et minimale à Blida .....	42
Figure 33: Ensoleillement à Blida.....	42
Figure 34: Les précipitations à Blida.....	42
Figure 35 : Les vents dominants à Blida.....	43
Figure 36: Rayonnement solaire à Blida.....	43
Figure 37: humidité relative à Blida.....	43
Figure 38: Schéma de synthèse de l'analyse de site. ....	44
Figure 39: Diagramme de GIVONI de Blida représente les mois du confort et d'inconfort.....	46
Figure 40: Diagramme de GIVONI de Blida représente les stratégies de chauffage et de rafraichissement.....	46
Figure 41: Stratégie de chauffage solaire passif.....	47
Figure 42: Stratégie de stockage de chaleur.....	47
Figure 43 : Dessin schématique de double vitrage.....	47
Figure 44: Stratégie de ventilation naturelle .....	47
Figure 45 : Stratégie d'isolation de la chaleur d'été.....	47
Figure 46: Stratégie de végétations. ....	48
Figure 47: stratégie de minimisation des gains de chaleur par la couleur de matériau de construction .....	48
Figure 48: Schéma d'utilisation des brises soleil . ....	48
Figure 49: Schéma de synthèse des recommandations de l'analyse bioclimatique.....	49
Figure 50: Schéma des grands principes d'implantation.....	50
Figure 51: Schéma d'hierarchisation des zones. ....	50
Figure 52: Schéma des deux axes pénétrons. ....	51
Figure 53: Schéma de logique d'implantation.....	51
Figure 54: Schéma d'affectation des grandes entités.....	51
Figure 55: Etapes 01. ....	54
Figure 56: Etape 02.....	54
Figure 57: Etape 03. ....	55

Figure 58: Etape 04. ....	55
Figure 59: Etape 05 . ....	55
Figure 60: Distribution du programme dans le projet.....	56
Figure 61: Plan de structure. ....	57
Figure 62: Schéma d'implantation du projet selon le climat.....	59
Figure 63: Schéma de mobilité. ....	60
Figure 64: schéma de la végétation.....	62
Figure 65: Schéma de gestion des déchets.....	63
Figure 66: Schéma d'énergie.....	64
Figure 67: Schéma des techniques de récupération des eaux pluviales.....	65
Figure 68: Schéma d'orientation du bâti.....	66
Figure69: protection solaire verticale .....	66
Figure 70: Terrasse végétalisé avec protection solaire verticale .....	66
Figure 71:Façade double peaux.....	66
Figure 72: Schéma et images de protection par façade incliné.....	67
Figure 73:Protection par éléments horizontaux pour atrium.....	67
Figure 74: Schéma de ventilation naturels par atrium.....	67
Figure 75: vue en plan de l'espace étudier+16.32m.....	69
Figure 76: panneaux solaire monocristallin de 360 watts cout.....	73
Figure 77:Schémas de disposition d'un panneau photovoltaïque sur le toit.....	73
Figure 78:Schéma de calcul entre axe.....	74
Figure 79:Disposition des panneaux photovoltaïques sur le toit.....	74

## Liste des tableaux:

Tableau 1: Les stratégies bioclimatiques passives et les dispositifs architecturaux relatifs au confort thermique .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 2 : Les stratégies bioclimatiques actives et les dispositifs architecturaux relatifs au confort thermique. ....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 3: Les stratégies bioclimatiques passives et les dispositifs architecturaux relatifs à l'efficacité énergétique .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 4 : Les stratégies bioclimatiques actives et les dispositifs architecturaux relatifs à l'efficacité énergétique .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 5: Les types de végétation .....	40
Tableau 6 : température du confort intérieur dans la région de Blida.....	45
Tableau 7: Fonction principale de projet et leurs espaces.....	53
Tableau 8: Simulation d'ombrage.....	61
Tableau 9: Température du confort obtenu sans VMC.....	70
Tableau 10: Température du confort obtenu avec VMC.....	71
Tableau 11: Température de confort obtenue avec isolation des parois par "la laine minérale" et la toiture par "toiture végétalisée" .....	72

# **ANNEXES**

## Annexe 1

### Les branches de la biologie médicale

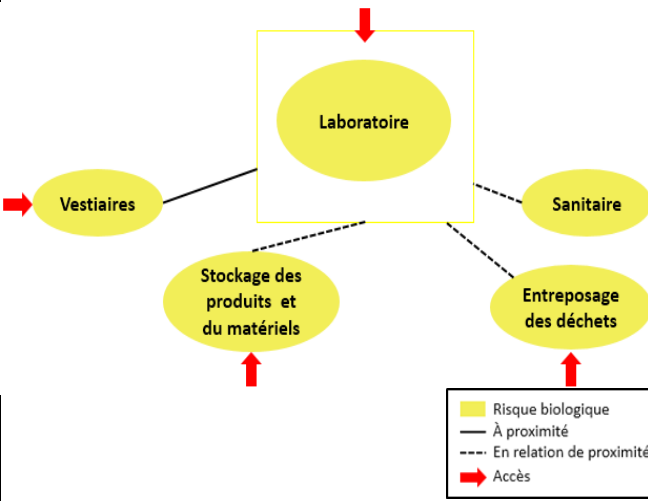
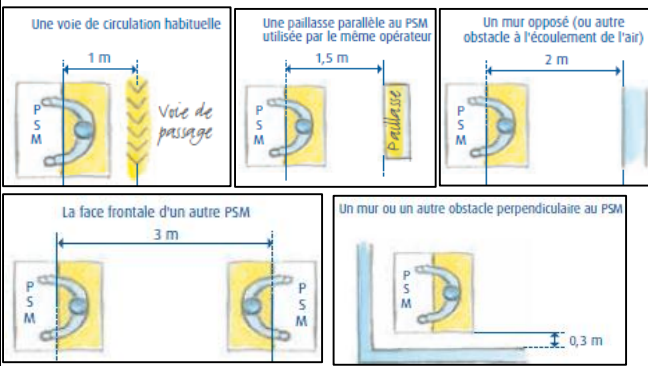
- **Biologie des agents infectieux ou microbiologie médicale** : est une branche de la médecine s'attelant à la recherche des microbes dans les prélèvements d'origine humaine dans le but de diagnostiquer des pathologies infectieuses associées. Les branches de la microbiologie médicale sont : Bactériologie, Virologie, Parasitologie et Mycologie.
- **Biochimie clinique** : est une science, partie de la chimie, qui étudie les phénomènes de la vie, le biote et ses molécules, en empruntant des méthodes chimiques. Les études biochimiques désignent la partie de la chimie qui étudie la composition et les phénomènes chimiques des êtres vivants, elle tourne autour de l'enzymologie, la toxicologie et l'hormonologie.
- **Biologie interventionnelle** : désigne les disciplines de la biologie médicale qui ont pour objet, non plus de diagnostiquer, mais de traiter soit en modifiant in vitro les produits biologiques prélevés dans une optique de réimplantation in vivo. Par exemple : la biologie de la reproduction, la thérapie cellulaire ou la thérapie génique ex vivo, soit en modifiant directement le vivant. Par exemple : la thérapie génique in vivo.
- **Immunologie** : est une science qui étudie les immunités biologiques en médecine. Elle étudie les différents aspects permettant à un organisme de reconnaître et de réagir contre une substance immunogène ou à un autre organisme (micro-organisme le plus souvent).
- **Hématologie biologique** : est la spécialité médicale qui étudie le sang, les organes hématopoïétiques et leurs maladies (diagnostic des pathologies du sang).
- **Biologie moléculaire** : est la science qui traite de l'ADN au niveau moléculaire, et de la synthèse des protéines chez les organismes vivants(ARN). Cette discipline étudie les mécanismes biologiques, en fonction des structures des constituants cellulaires et étudie les interactions existantes entre ceux-ci.



## Annexes

- **Cytogénétique** :est une discipline de la génétique spécialisée dans l'étude des chromosomes, de leurs anomalies génomiques et des maladies liées aux défauts chromosomiques au niveau de la cellule c'est-à-dire sans la nécessité d'extraire l'ADN.
- **Cytologie** : est la branche de la science qui étudie les cellules, à un niveau structurel, à la fois dans leur état normal et pathologique en médecine (étude des cellules isolées).




### Les caractéristiques communes des laboratoires de biologie médicale

Caractéristiques	Explications	Schémas
<p><b>Accès</b></p>	<p>Selon l'organisation du travail et afin de limiter le croisement des flux propres et sales, il peut être envisagé plusieurs accès :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Un accès sur l'accueil.</li> <li>Un accès pour le personnel qui passe par les vestiaires avant d'entreprendre le travail.</li> <li>Un accès pour les véhicules de livraison des produits.</li> <li>Un accès pour l'évacuation des déchets.</li> </ul>	 <p><i>Figure 1: Schéma fonctionnel d'un équipement de laboratoire.</i> Source :Auteur</p>
<p><b>La superficie</b></p>	<p>La superficie d'un laboratoire se détermine en fonction de plusieurs paramètres :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le nombre de personne.</li> <li>Le volume occupé par le matériel et l'ameublement.</li> <li>Les espaces de circulation.</li> </ul>	 <p><i>Figure 2: Les espaces de circulation et fonction des différentes situations de travail.</i> Source : Conception des laboratoires d'analyse biologique, INRS (2018)</p>

## Annexes

<p><b>Plafond et murs</b></p>	<p>La hauteur sous plafond doit être suffisante pour :</p> <p>Contenir le plus haut appareil, en tenant compte des systèmes de ventilation associés (une hauteur de plafond de 3m est généralement suffisante).</p> <p>Permettre le passage de canalisations et de chemins de câbles</p> <p>Les plafonds, les murs et les gaines techniques doivent être étanches, résistants aux produits de nettoyage et de désinfection.</p>	 <p><i>Figure 3 : Plafonds et murs des laboratoires.</i> Source : <a href="http://WWW.arclynn.com">WWW.arclynn.com</a></p>
<p><b>Sols</b></p>	<p>La dalle des laboratoires doit être suffisamment résistante pour supporter tous les automates (figure d'automate) pouvant parfois avoir une charge au sol très élevée. 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. Il est souhaitable d'installer des revêtements plastifiés à joints thermo soudés plutôt que du carrelage.</p>	 <p><i>Figure 4: Porte permettant une bonne visibilité des personnes dans les laboratoires.</i> Source : <i>Conception des laboratoires d'analyse biologique, INRS (2018)</i></p>

## Annexes

<b>Eclairage</b>	<p>Le recours à la lumière naturelle pour l'éclairage et la possibilité de vue sur l'extérieur tendent à procurer l'environnement le plus approprié à un bon équilibre physiologique et psychologique des individus qui y travaillent. En revanche les fenêtres devront rester fermées pendant les manipulations.</p> <p>L'éclairage est adapté à la nature et la précision du travail. Une luminosité importante est nécessaire pour les tâches délicates, une luminosité plus faible est demandée, par exemple, pour les observations au microscope.</p>	 <p>Figure 5: Fenêtres dans les laboratoires. Source : Conception des laboratoires d'analyse biologique, INRS (2018)</p>
<b>Ventilation</b>	<p>Les laboratoires sont des locaux à pollution spécifique et doivent donc être équipés de dispositifs de ventilation mécanique. L'air des laboratoires ne doit pas alimenter ni contaminer l'air des autres pièces de l'équipement.</p>	 <p>Figure 6: Dispositifs de ventilation mécanique dans les laboratoires. Source : WWW.produits.xpair.com</p>
<b>Insonorisation</b>	<p>Les opérations comme la centrifugation, l'agitation ou les extractions sont connues pour être bruyantes. Les automates pouvant être également bruyants, il est alors important de traiter les laboratoires d'un point de vue phonique. Les niveaux de bruit ambiant acceptables se situent en dessous de 55 dB</p>	 <p>Figure 2: Caisson d'insonorisation des laboratoires. Source : www.gaz-analytique.com</p>

## Annexes

<b>Température et humidité</b>	<p>Les laboratoires doivent être isolés de façon thermique de manière à maintenir une température permettant le travail des opérateurs. La température optimale dépend du type de travail effectué. Un travail physique léger assis ou debout nécessitera une température moyenne autour de 19-20°C. La température doit également être maîtrisée pour le bon fonctionnement des appareils ainsi que pour le stock « tampon » de produits chimiques pouvant être entreposé dans les laboratoires. En effet, une température élevée favorise les surpressions dangereuses dans les flacons et les pertes par évaporation au niveau des bouchons. La plupart des produits chimiques doivent être conservés entre 5 et 25°C.</p> <p>Il est souhaitable que le degré d'humidité relative se trouve entre 30% et 70% dans les limites des températures précitées.</p>
<b>Alimentation en électricité et en fluide</b>	<p>La distribution électrique doit être modulable afin de s'ajuster à l'évolution de l'emplacement et du nombre des appareils. Les sorties électriques doivent être facilement accessibles et situées de manière à éviter toute pénétration de liquides. L'arrivée d'eau, et de fluides en général, doivent être prévue en fonction des manipulations effectuées. Les connections seront réalisées au moyen de raccords auto obturables pourvus de détrompeur et aux couleurs normalisées.</p>

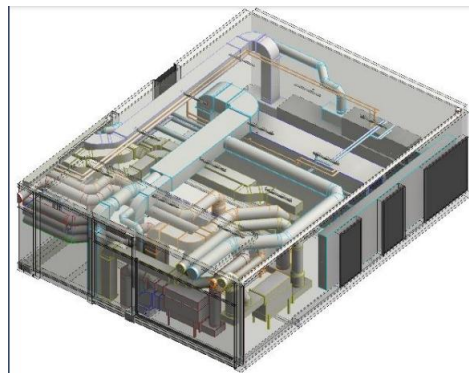


Figure 8: Dispositif de la distribution des fluides. Source : [www.devicemed.fr](http://www.devicemed.fr)

## Caractéristiques spécifiques de chaque type de laboratoires

### ➤ Microbiologie

Fonctionnalité :

Les recherches de microbiologie doivent être effectuées dans des laboratoires isolés

Dans le cas de plusieurs salles de microbiologie, elles pourront s'ouvrir sur un espace commun servant de zone tampon avec le reste des laboratoires.

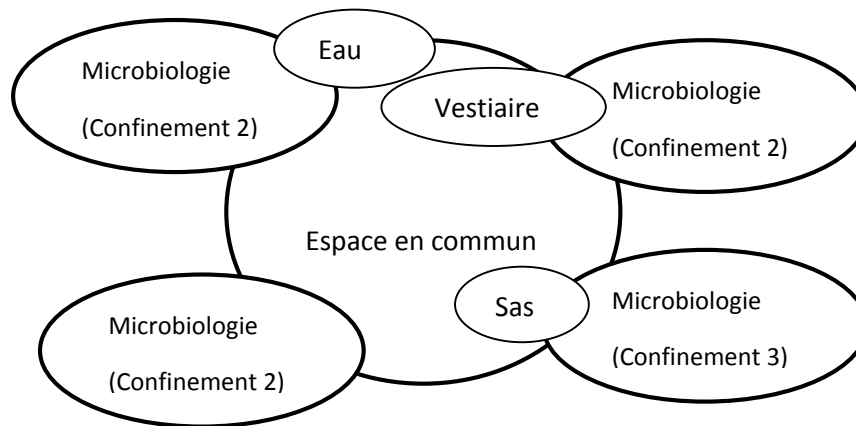


Figure 3: Schéma fonctionnel de plusieurs laboratoires de microbiologie Source : Conception des laboratoires d'analyse biologique, INRS (2018).

4 zones peuvent être délimitées au sein de laboratoire de microbiologie :

- Zone contenant un poste de sécurité microbiologique (PSM).
- Zone de paillasse.
- Zone calme et sombre dédiée à l'observation au microscope.
- Zone propre pour travail sur ordinateur.

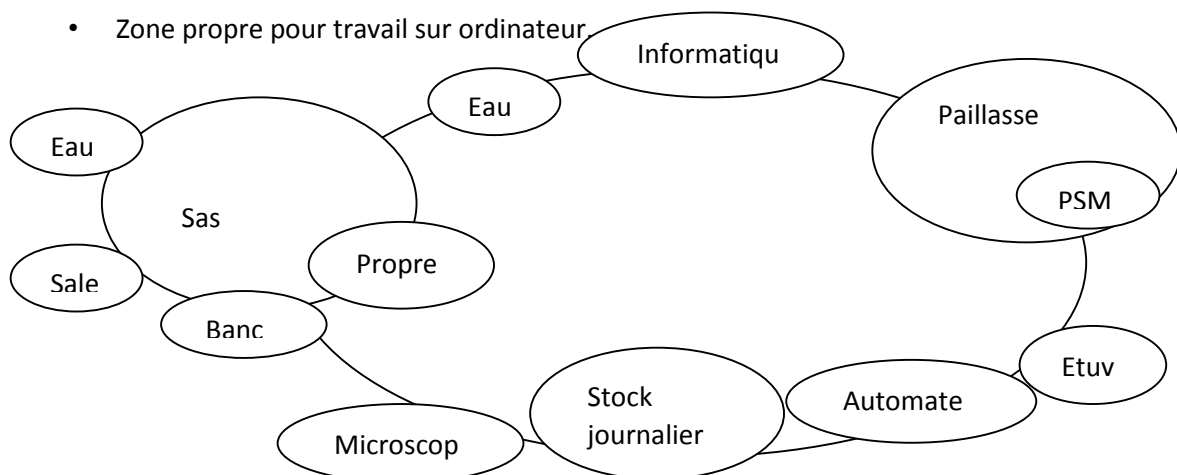


Figure 10: Schéma fonctionnel d'un laboratoire de microbiologie au niveau de confinement 3. Source : Conception des laboratoires d'analyse biologique, INRS (2018).

### Exigences :

- Un système de filtration d'air
- Un système de renouvellement d'air

- Un dispositif permettant de produire et d'entretenir une atmosphère appauvrie en oxygène et/ou enrichie en dioxyde de carbone.

➤ **Biochimie, Immunologie, hématologie**

**Fonctionnalité :**

Les laboratoires de biochimie, immunologie, hématologie doivent répondre au niveau de confinement 2.

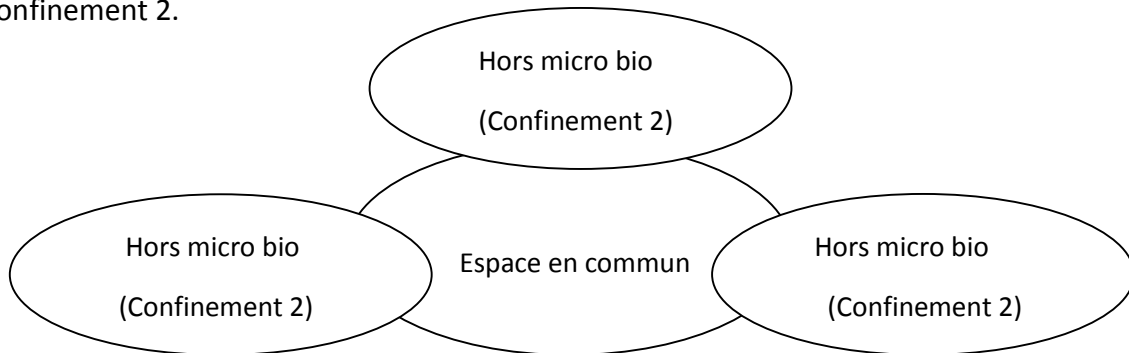


Figure 11: Schéma fonctionnel de plusieurs laboratoires hors microbiologie .Source : Conception des laboratoires d'analyse biologique, INRS (2018), schématisé par l'auteur.)

Deux zones peuvent être délimitées au sein de laboratoire hors microbiologie :

- Une zone de manipulation des échantillons.
- Une zone propre pour travail sur ordinateur.

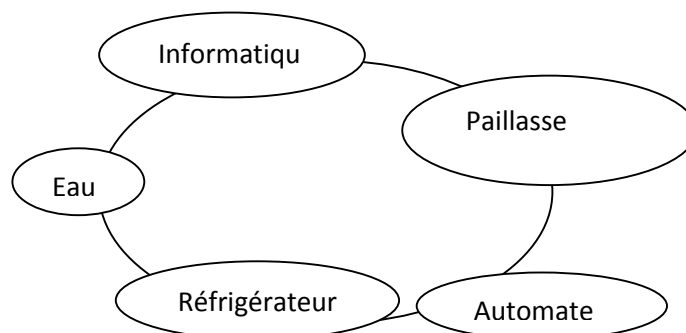


Figure12 : Schéma fonctionnel d'un laboratoire hors microbiologie . Source : Conception des laboratoires d'analyse biologique, INRS (2018), schématisé par l'auteur.

➤ **Biologie moléculaire et cytogénétique et biologie interventionnelle**

**Fonctionnalité :**

Les laboratoires de la biologie moléculaire nécessitent réglementairement trois zones :

- Préparation des réactifs.
- Préparation des échantillons.
- Etapes d'amplification.
- C'est trois zones sont distribuées de façons à assurer obligatoirement une

- Circulation cohérente et monodirectionnelle.

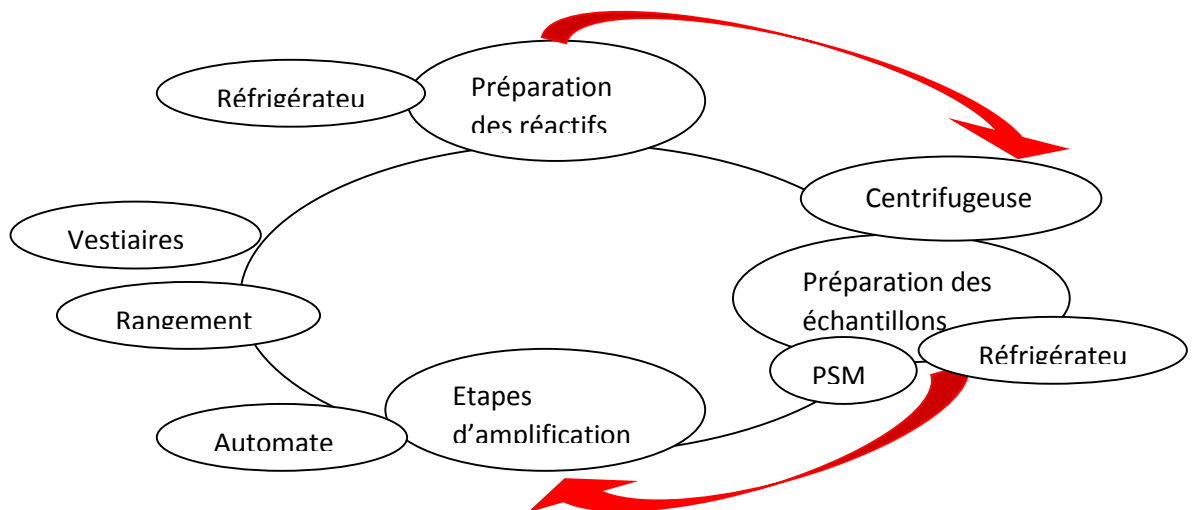


Figure 13 :Schéma fonctionnel d'un laboratoire de biologie moléculaire . Source :Conception des laboratoires d'analyse biologique, INRS (2018),schématisé par l'auteur

### Exigences :

Un espace aménagé pour revêtir et enlever les vêtements et les équipements de protection.

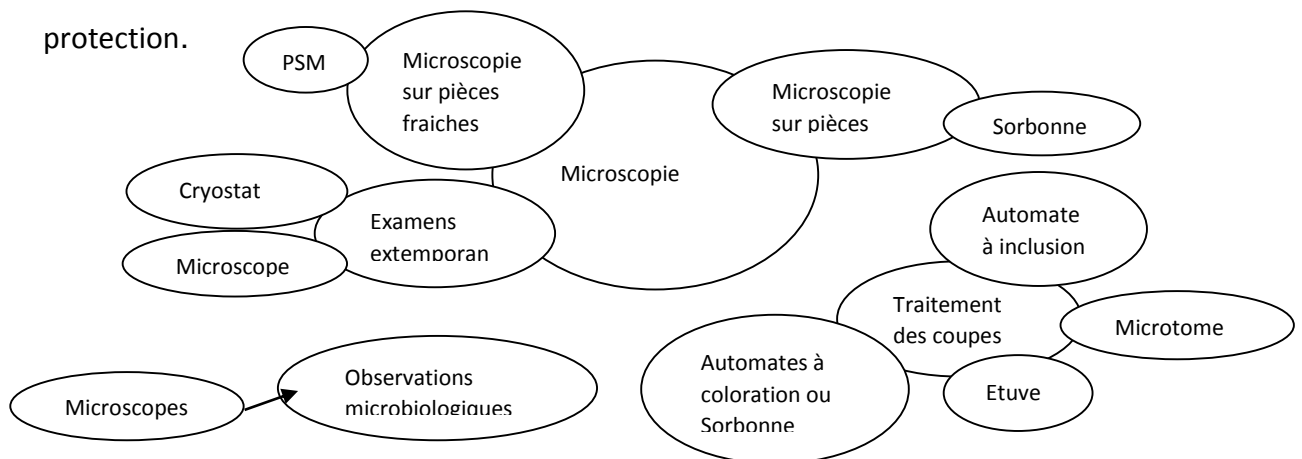


Figure 14: Schéma fonctionnel d'un laboratoire d'anatomie et de cytologie . Source : Conception des laboratoires d'analyse biologique, INRS (2018).

### ➤ Anatomie et Cytologie

#### Fonctionnalité :

Laboratoire de d'anatomie et de cytologie doivent avoir trois zones :

- Zone de macroscopie.
- Zone de microscopie.
- Zone de traitement des coupes

### **Exigences :**

Doit être suffisamment spacieuse pour contenir une paillasse avec une longueur suffisante pour recevoir le matériel, des meubles de rangements, des conteneurs à déchets solides dégageant des vapeurs chimiques.

Chaqu'une de ses trois zones citer à des exigences :

Zone de macroscopie :

- Doit avoir un espace de macroscopie sur des pièces fraîches et un autre espace pour les pièces formolées et un espace pour les examens extemporanés et cytologiques frais.

Zone de traitement des coupes :

- Doit avoir un espace d'inclusion, espace de coupes des blocs paraffine et un espace de coloration et de montage des lames.
- Un éclairage compris entre 500 et 5000 lux est recommandé pour permettre une bonne vision des détails.

Zone de microscopie :

- Cette zone doit pouvoir être rendue aveugle pour certaines observations devant s'effectuer dans le noir (microscope à fluorescence).
- Une luminosité autour de 300 lux permet de ne pas perturber la lecture des lames au microscope.

### ➤ **Autopsie vétérinaire**

### **Exigences :**

Dans tous les cas, les labos d'autopsie doivent être suffisamment spacieux pour contenir :

- Un appareil d'euthanasie.
- Des meubles de rangement.
- Un conteneur pour garder les animaux.

L'accès des animaux se fait par une entrée distincte

Le sol doit avoir une légère pente descendante au départ de la table d'autopsie vers le système d'évacuation.

Un éclairage de 5000 lux est recommandé au-dessus de la table d'autopsie pour faciliter la vision des détails.



## Annexe 2

## Programme surfacique :

Fonctions mère	Espace		Surface (m <sup>2</sup> )	Nombre	
Pôle d'innovation	Labos microbiologie	Laboratoire Privé	Confi 2	43.8	2
			Confi 3	47	2
		Laboratoire collectif		101.3	1
		Salle sombre		30	2
		vestiaire		9.5	2
		Laverie		16	3
		Bureau		12	1
	Labos immunologie, hématologie, biochimie	Laboratoire Privé		28	2
		Laboratoire collectif		94.2	1
		Vestiaire		9.5	2
		Laverie		16	2
		Bureau		12	1
	Labos biologie moléculaire, cytogénétique	Laboratoire Privé		38	2
		Laboratoire collectif		147	1
		Vestiaire		9.5	2
		Laverie		16	1
		Bureau		12	1
	Labos biologie interventionnelle	Laboratoire privé		28	1
		Laboratoire collectif		101	1
		Vestiaire		9.5	2
		Laverie		16	1
	Cytologie	Laboratoire Privé		38	2
		Laboratoire collectif		147	1
Vestiaire		9.5	2		
Laverie		16	1		

## ANNEXES

		Bureau	12	1
Autopsie vétérinaire		Laboratoire Privé	25	2
		Laboratoire Collectif	94.7	1
		Vestiaire	9.5	2
		Laverie	16	1
		Bureau	12	1
Labo standard		Laboratoire Privé	21.64	3
		Laboratoire Collectif	101	1
		Vestiaire	9.5	2
		Laverie	16	1
rayonnage			150.27	1
Salle de lecture			350	1
Espace de créativité			50	2
Espace de premier secours			20	4
Entreposage de déchets			30	4
Stockage			40	1
Locaux technique				
		Locale de maintenance	25	1
		Groupe électrogène de secours	32	1
		Réservoir gaz	15	1
Sanitaire			15	10
Atrium			205.6	1
Hébergement	Chambre		17.5	18
	Kitchenette		4	1
	Sanitaire		2	1
	Buanderie		25	2
<b>Pôle d'évènement</b>	Salle de conférence		300	2
	Annexes	Scène	15	2
		Arrière scène	22	2
		Loge	15	4

## ANNEXES

	Halle d'accueil		215	1
<b>Pôle d'administration</b>	<b>Administration (centre)</b>			
	Bureau collectif		82	1
	Bureaux privés	Bureau de directeur	25	1
		Bureau de secrétariat	15	1
		Bureau d'archive	15	1
		Bureau de sécurité	15	1
		Bureau de maintenance	15	1
		stockage	20	1
		Salle de réunion	35	1
	Espace de consommation	8	1	
	Espace de détente	45	1	
	Sanitaire	20	4	
	<b>Administration (événement)</b>			
	Bureau directeur		10	1
	Bureau finance		10	1
	Salle réunion		15	1
	Espace impression		20	1
Sanitaire		20	2	
<b>Espaces communs</b>	Salles exposition permanente		150	1
			120	1
	Salle exposition temporaire		70	1
	Espace de consommation	Restaurant	140	1
		stockage	65	1
		cafète	100	1
		stockage	45	1

## ANNEXES

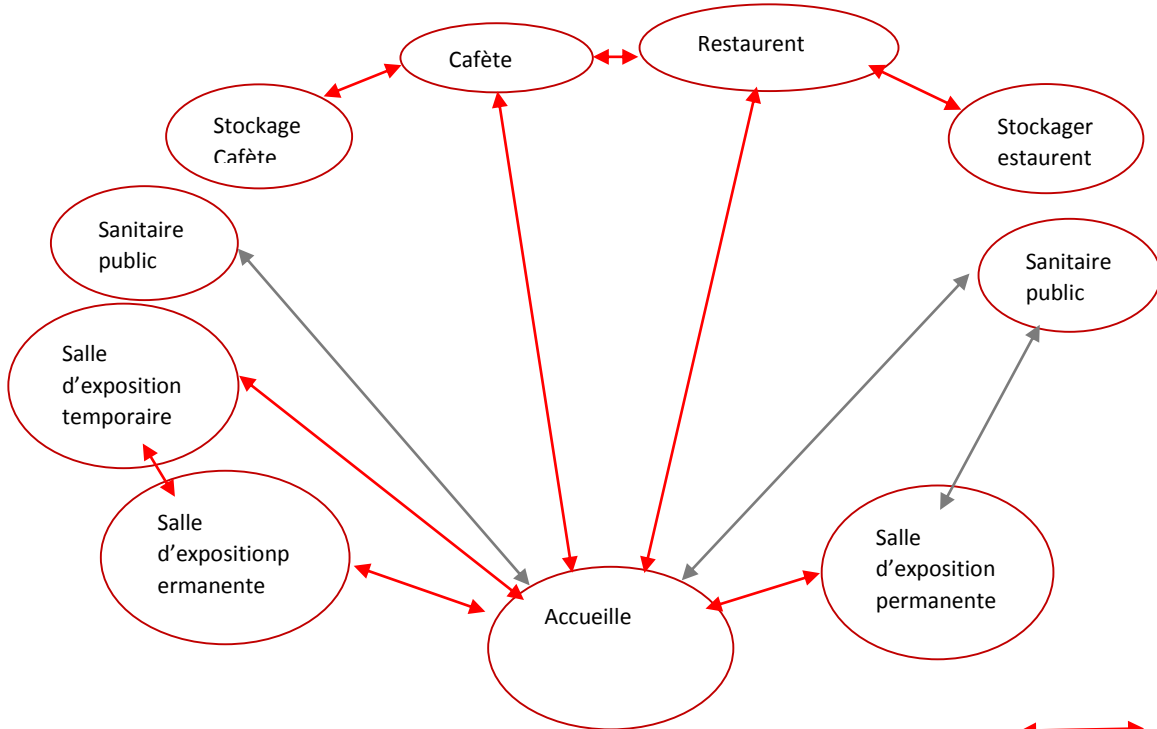
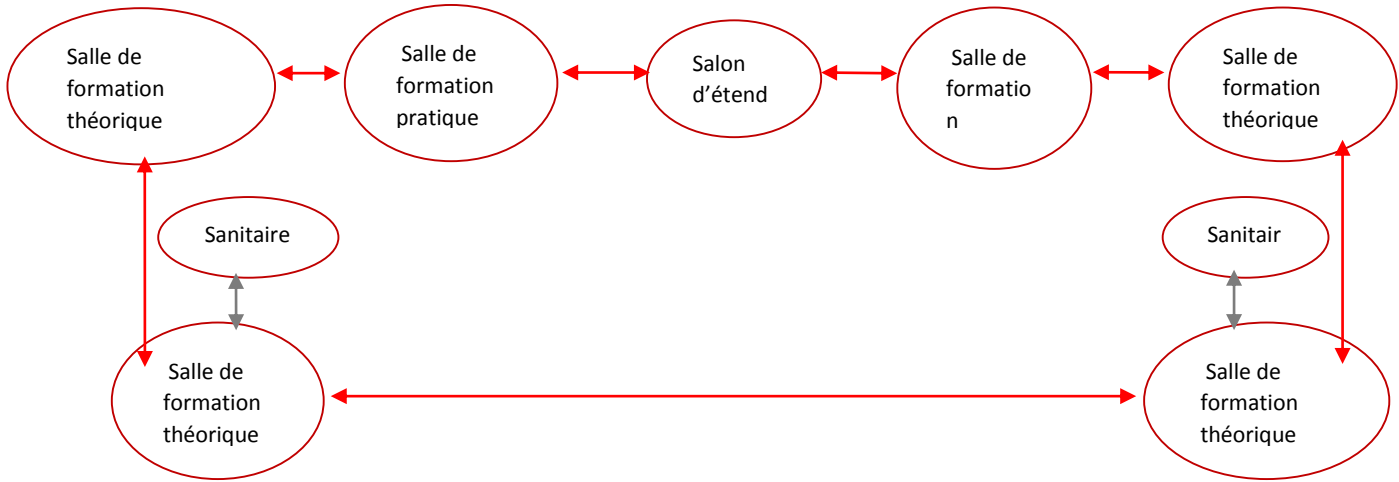
	Ateliers de formation théoriques	45	4
	Ateliers de formation pratiques	90	2
	Espace de travail public	250	1
	Espace de travail privé	350	1
	Salon de détente	100	1
	Sanitaire	24	4
	Atrium	80	1

**Surface totale du projet : 6676.45 m<sup>2</sup>**

**Annexe 3**

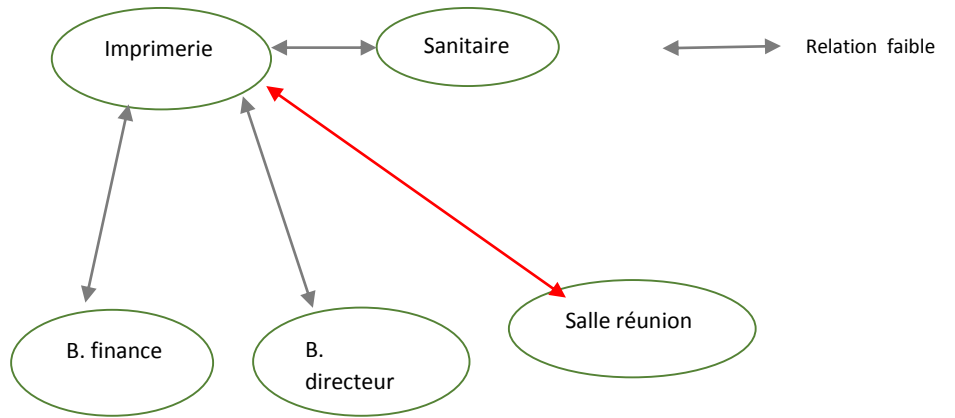
**Organigrammes spatiaux :**

➤ **Organigramme spatiaux du pole de collaboration:**

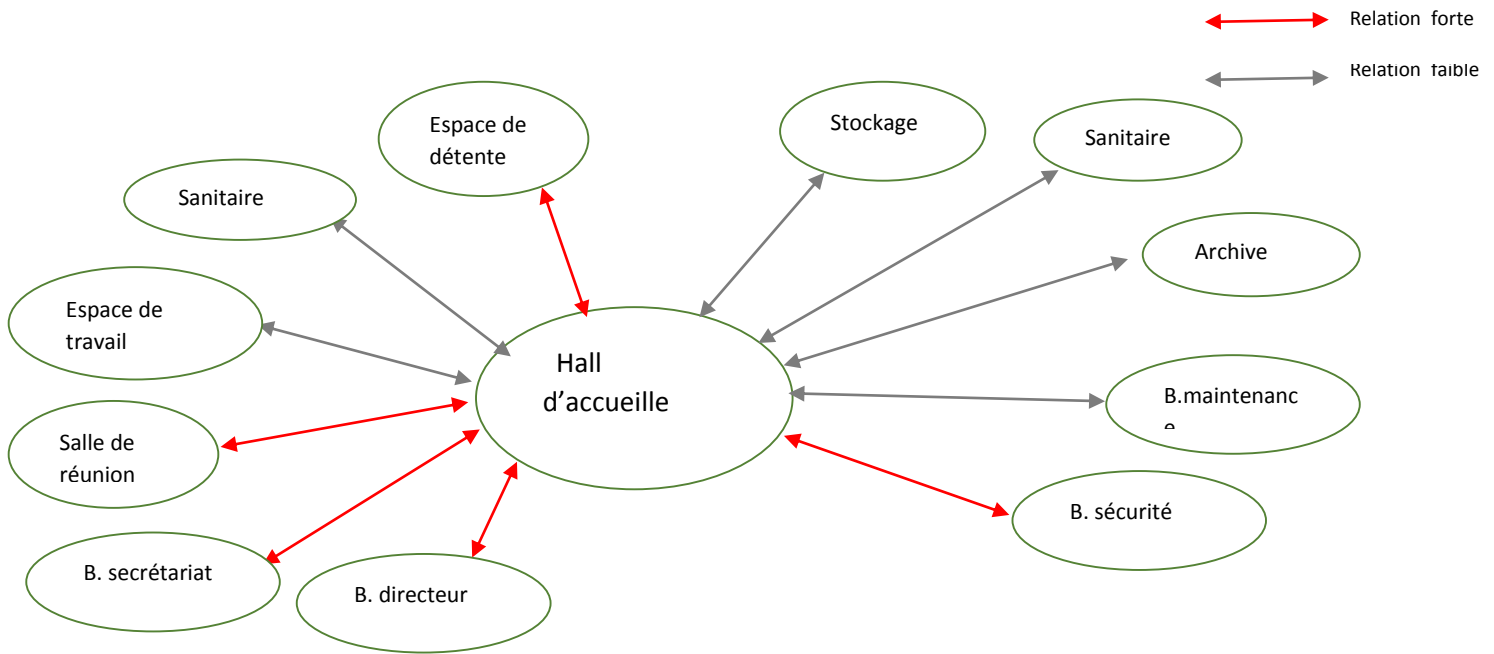


Relation forte  
 Relation faible

➤ **Organigramme spaciaux du pôle d'administration :**

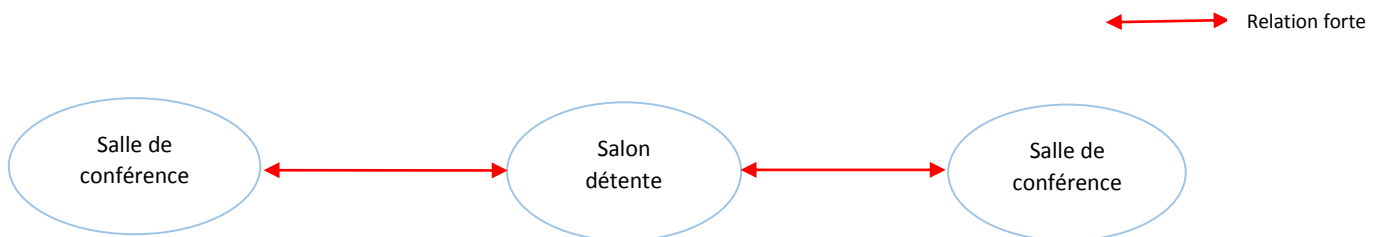


R+1

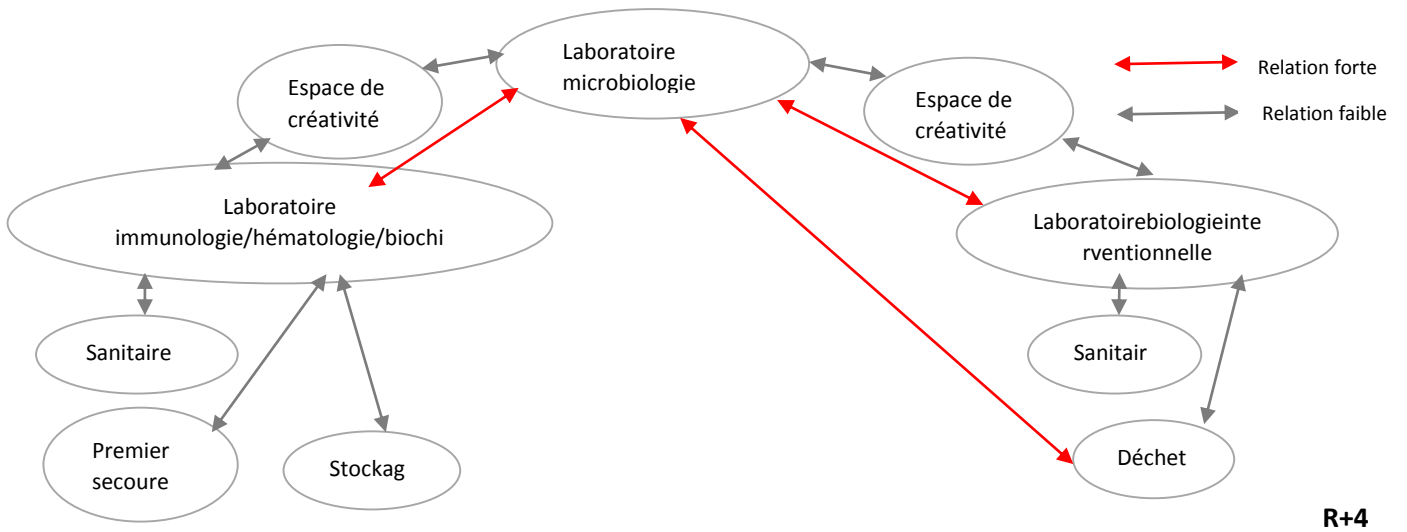


RDC

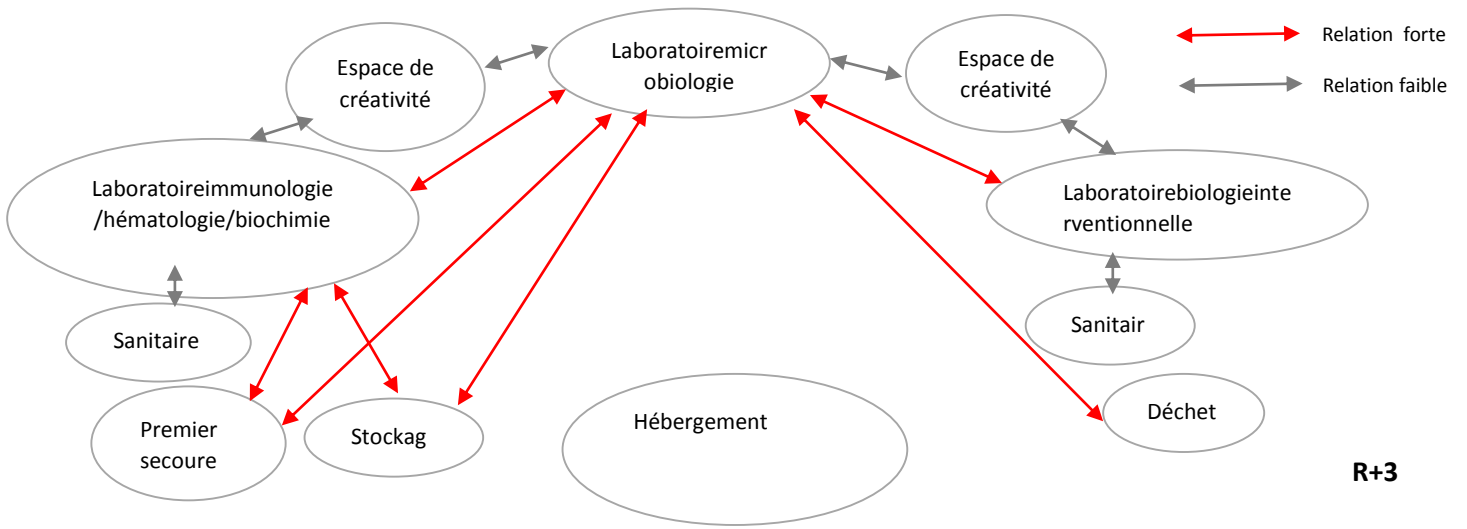
➤ **Organigramme spacial du pôle d'événement :**



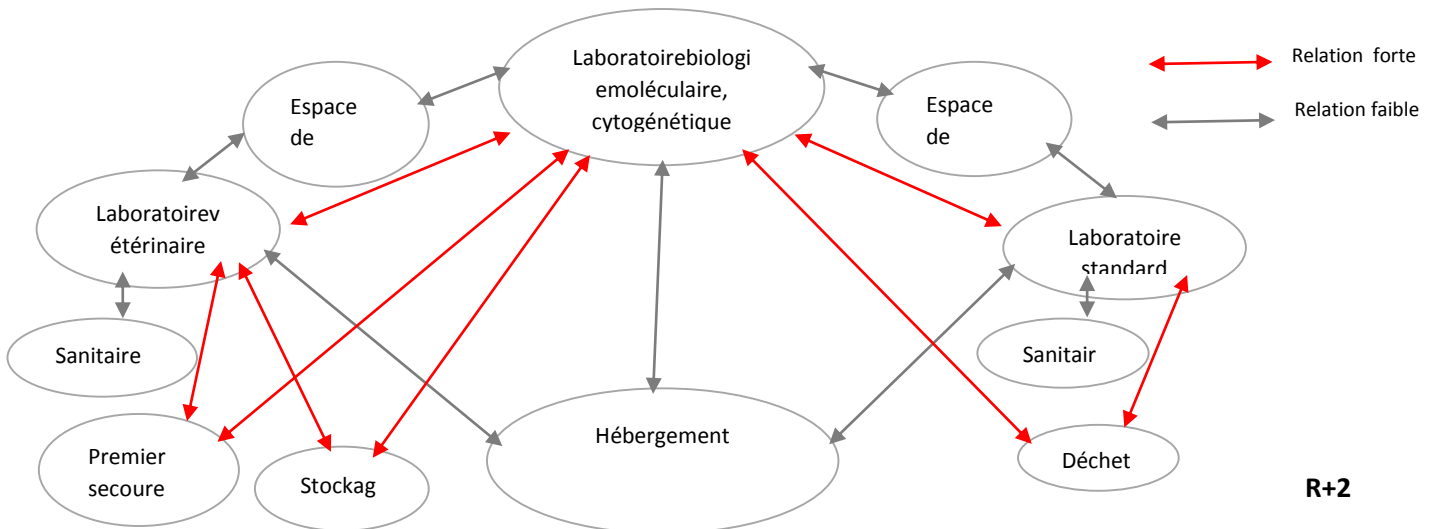
➤ **Organigramme spacial du pole d'innovation :**



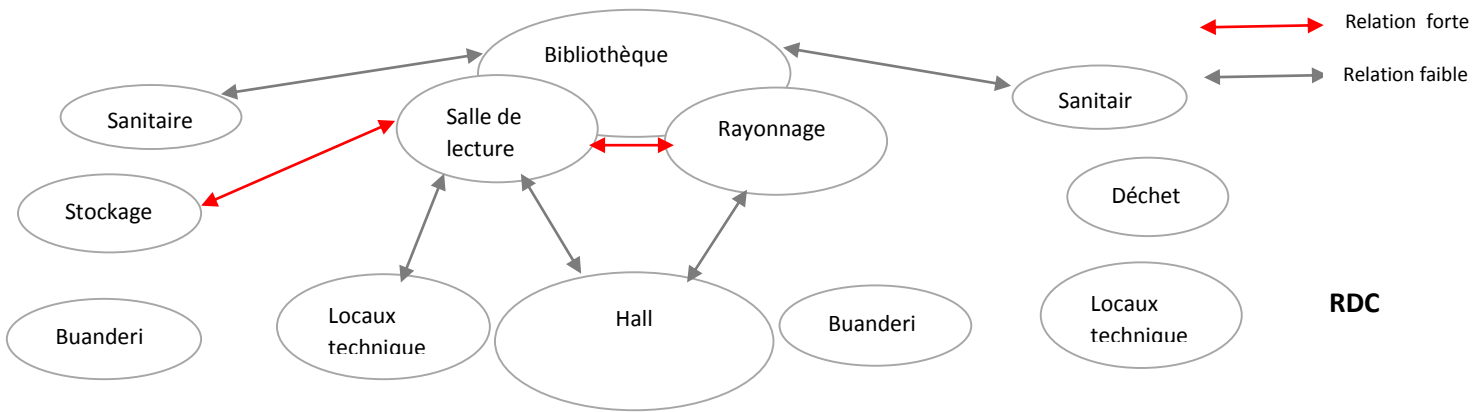
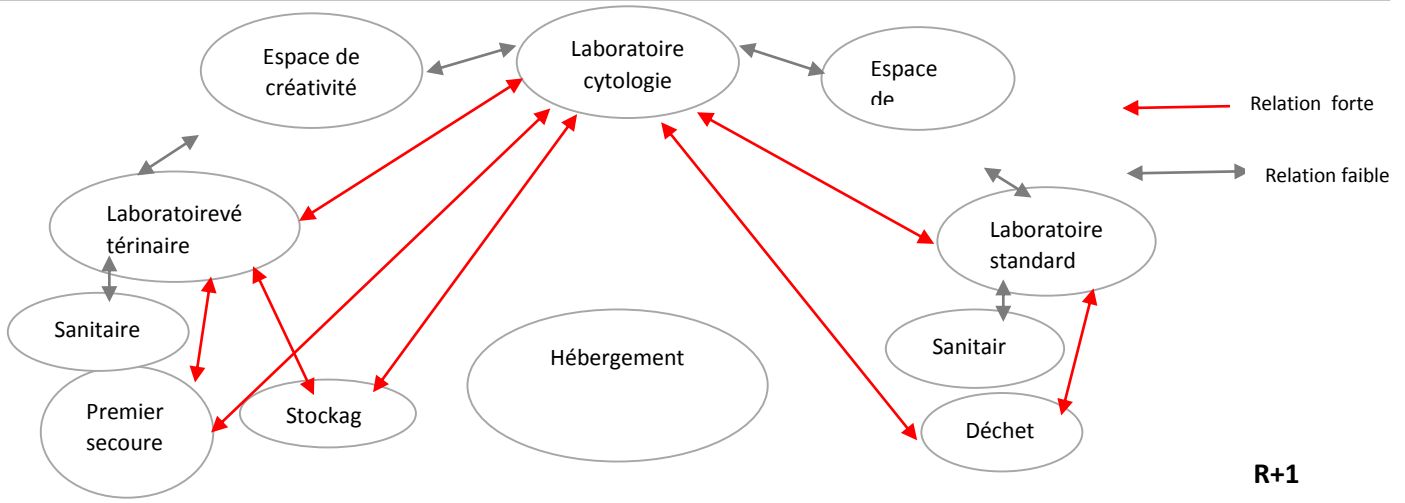
R+4



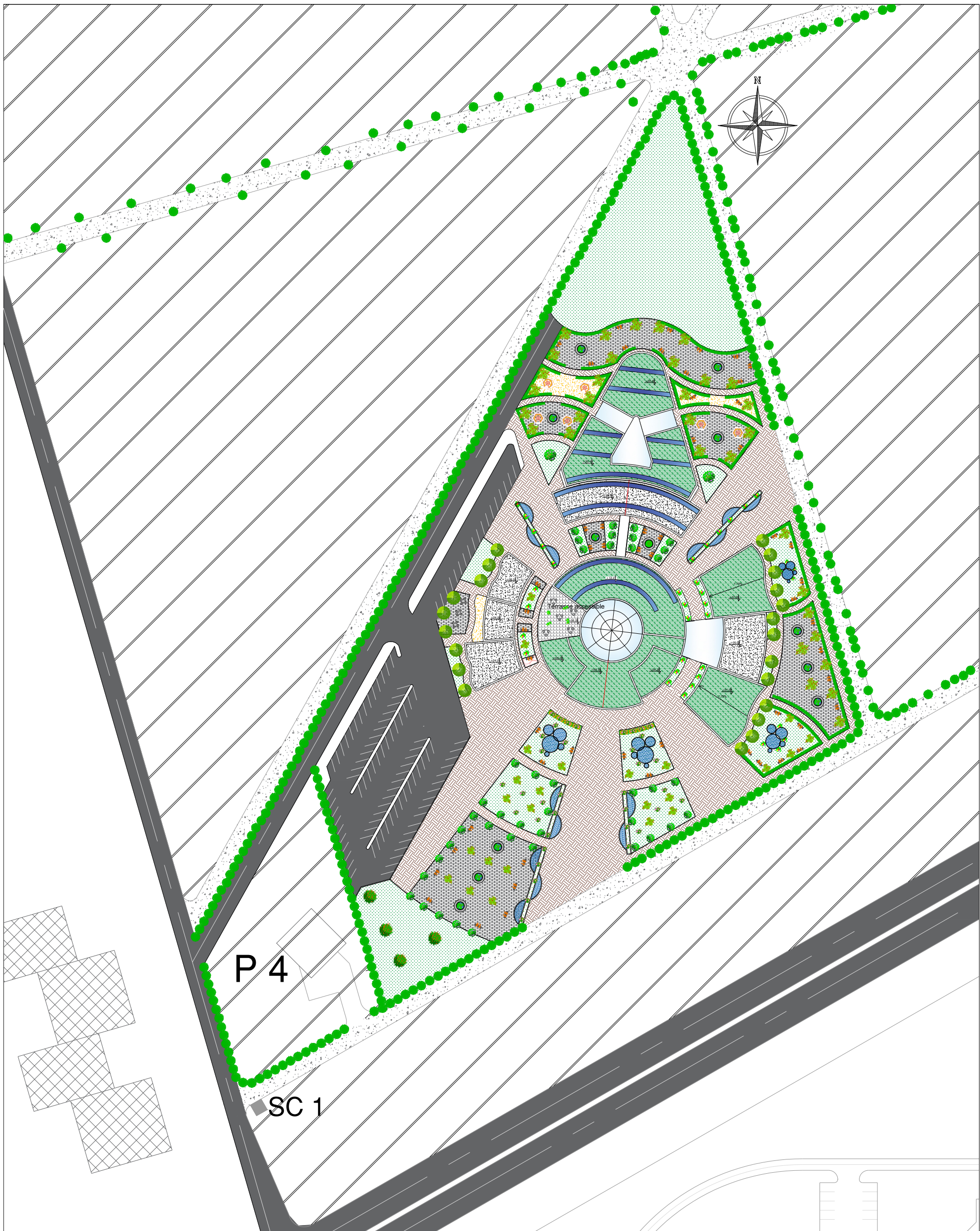
R+3



R+2

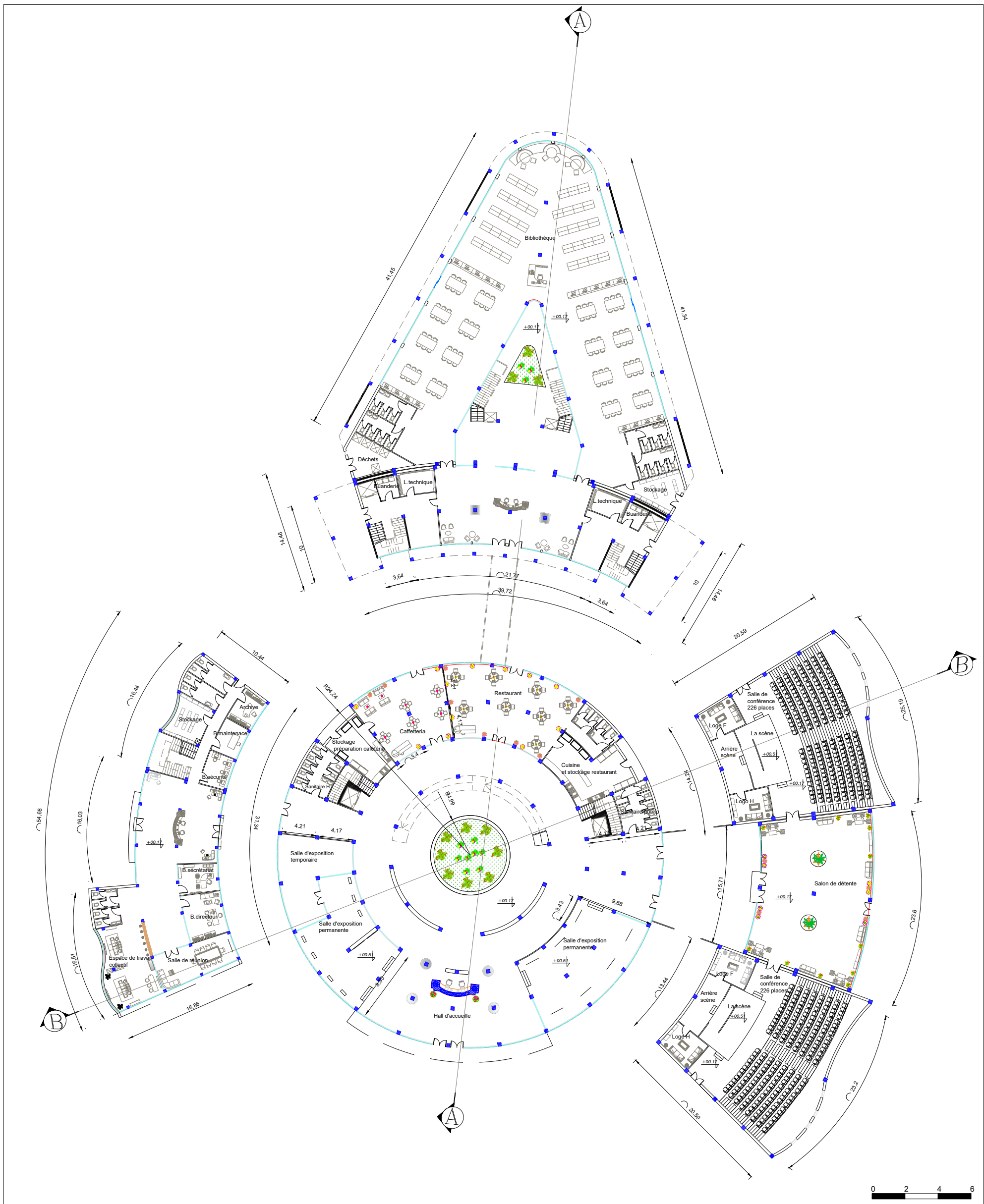






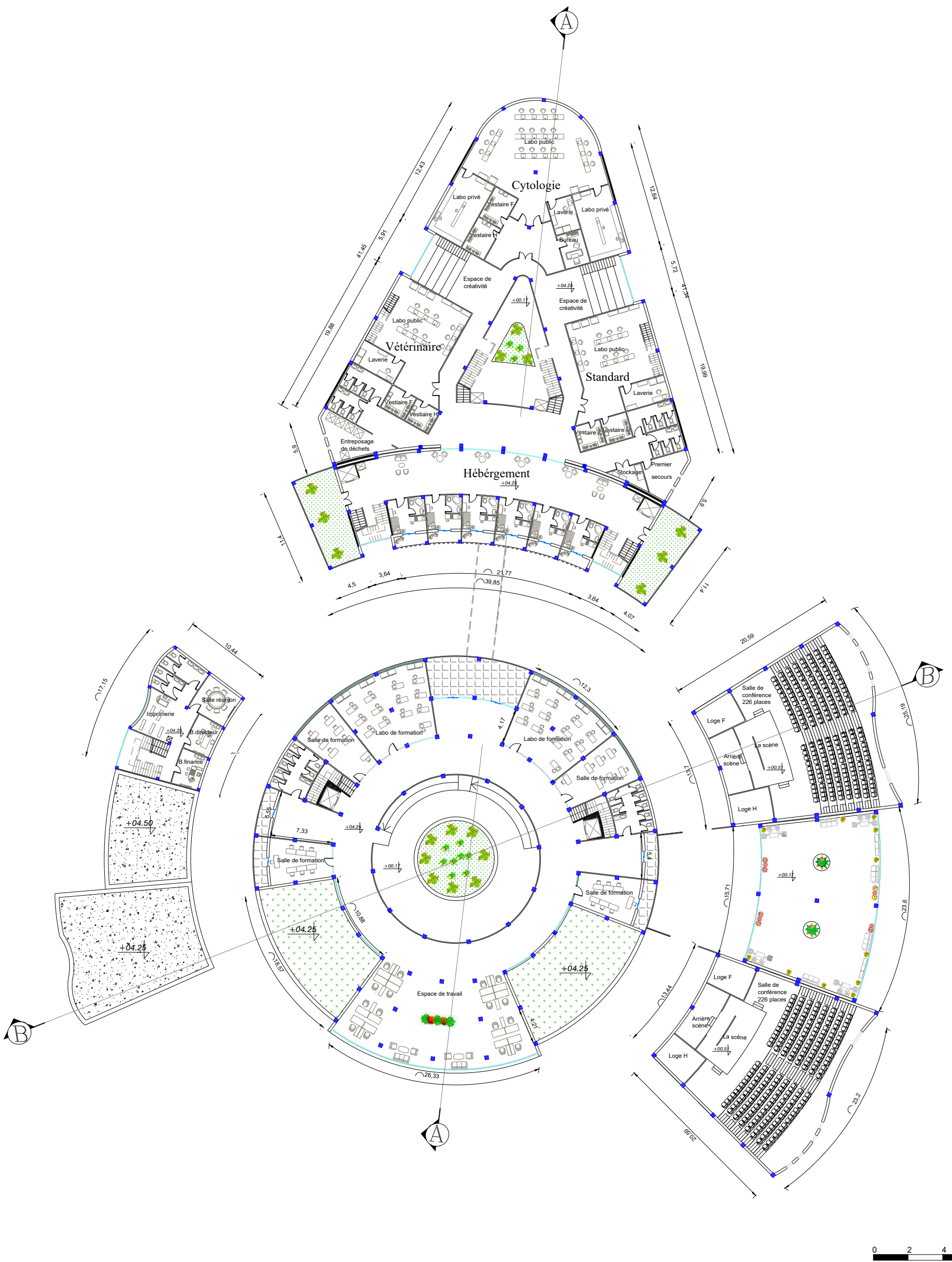
Plan de masse



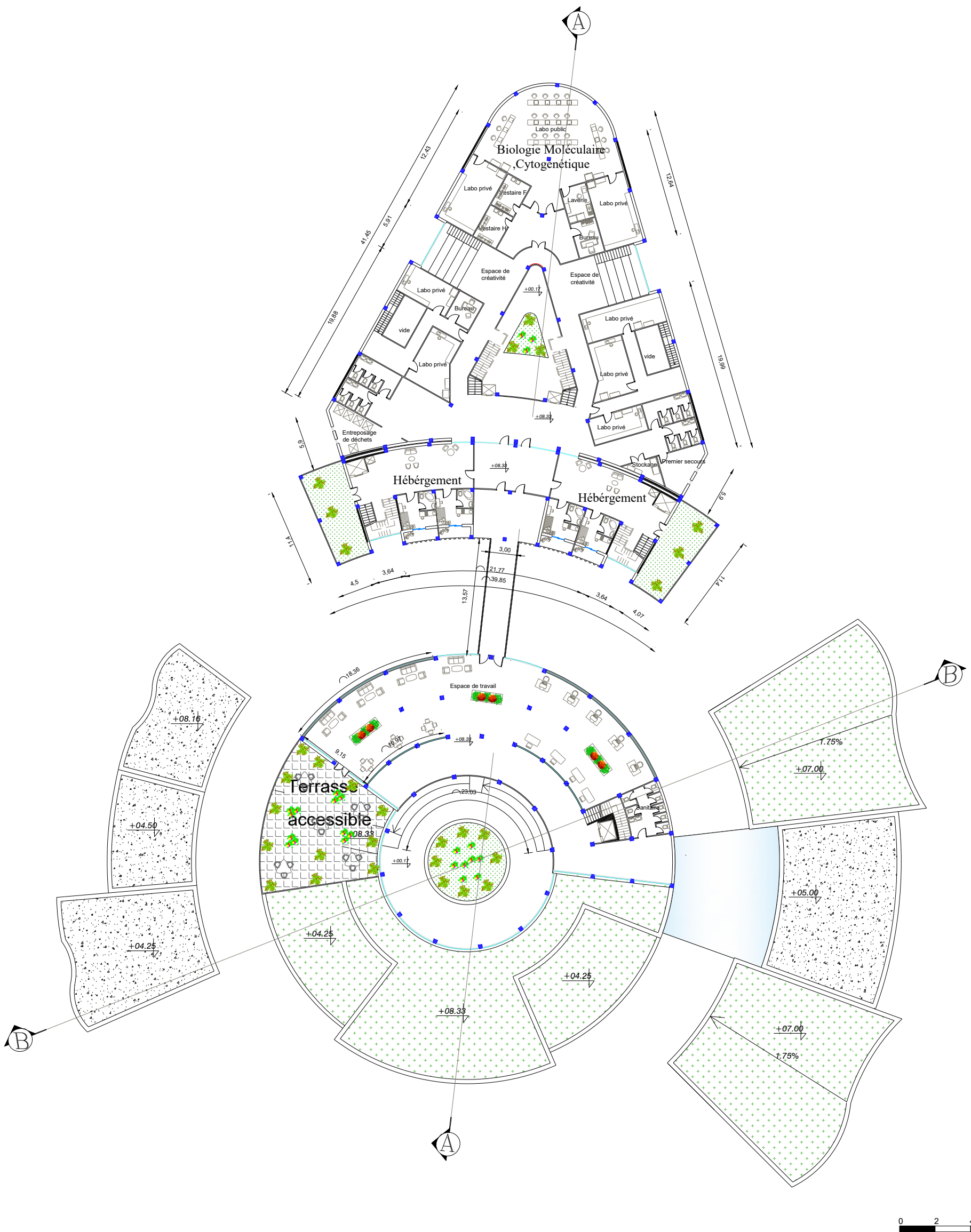


Plan RDC

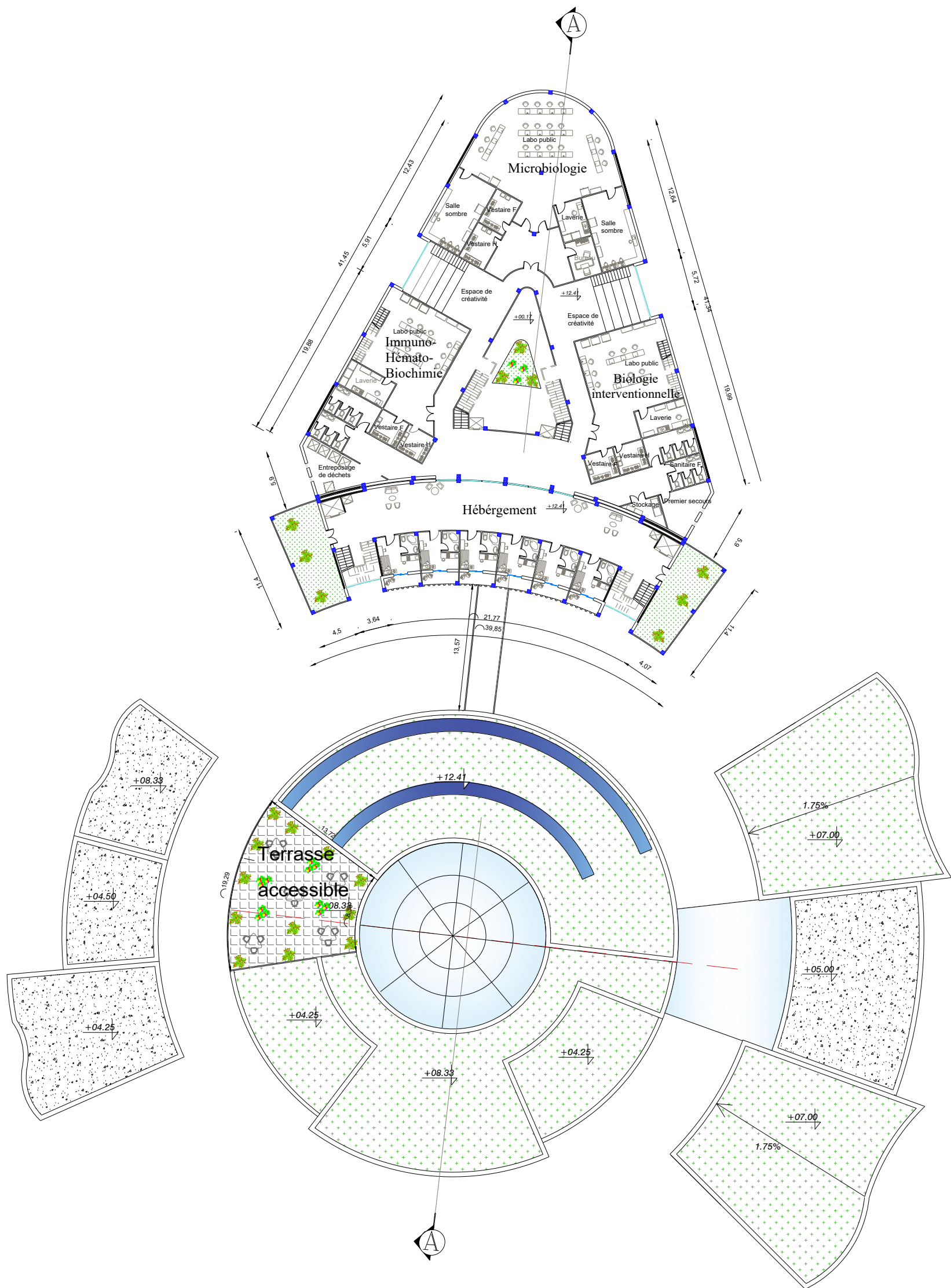




Plan R+1

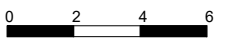
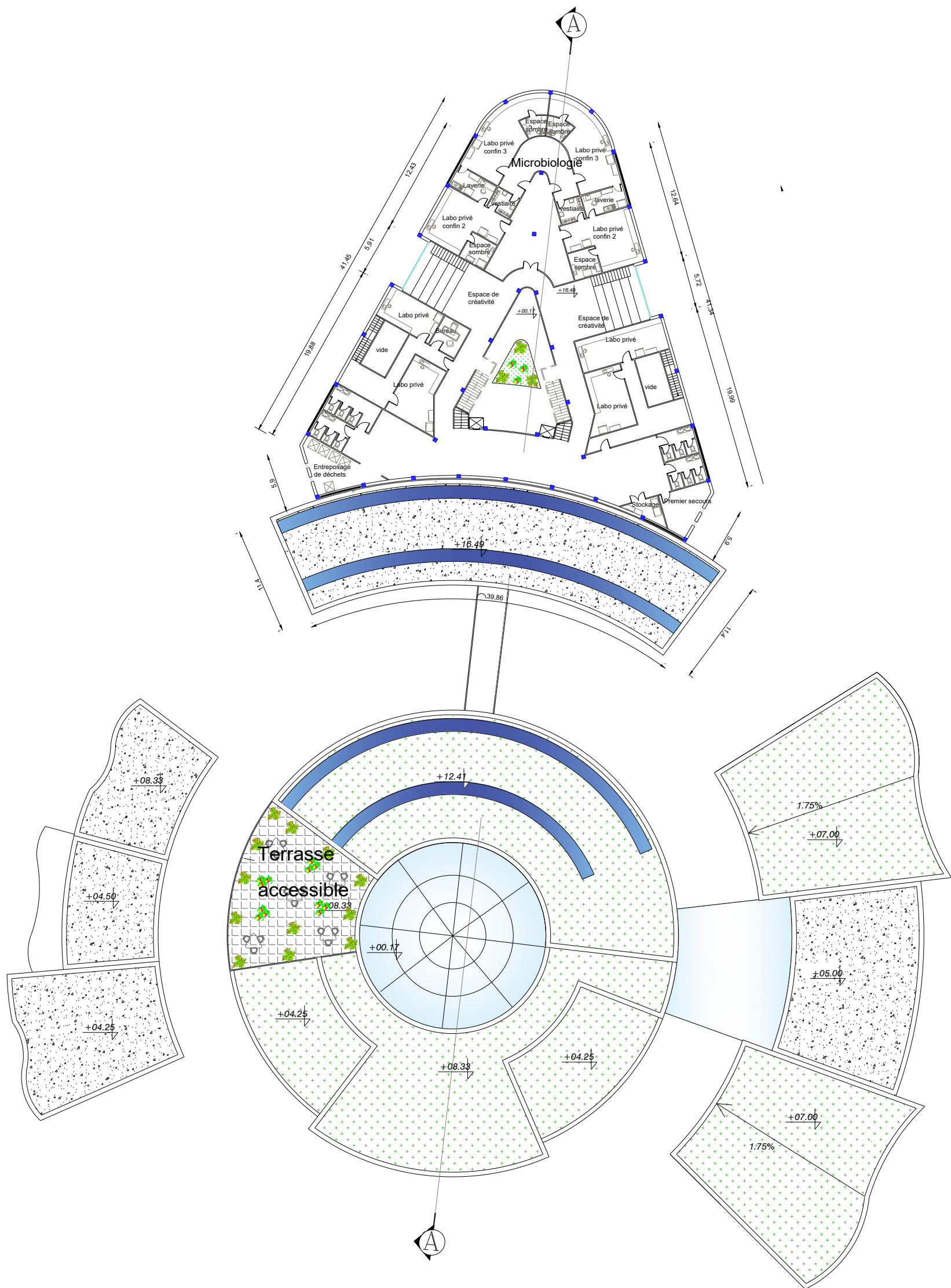


Plan R+2

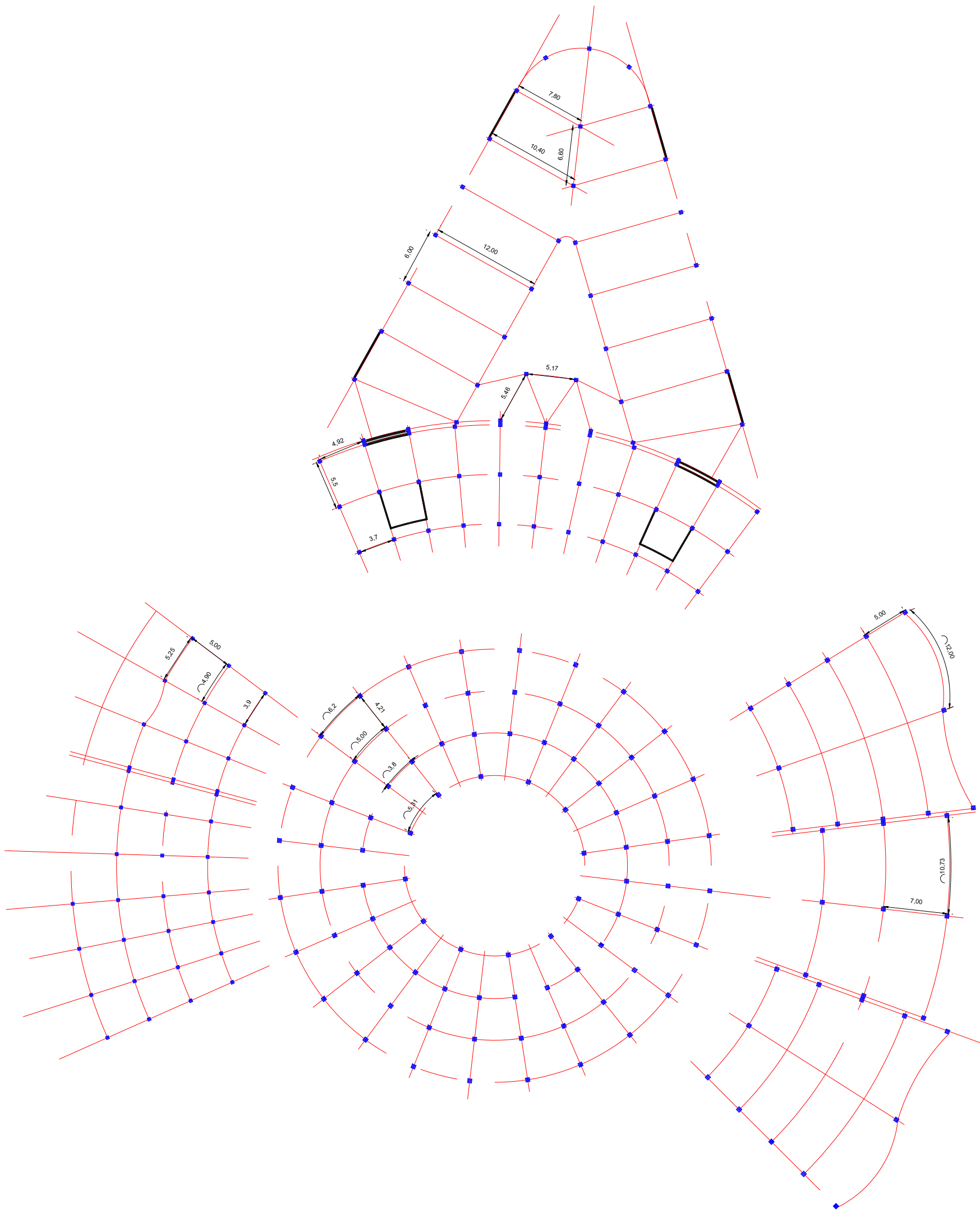


Plan R+3





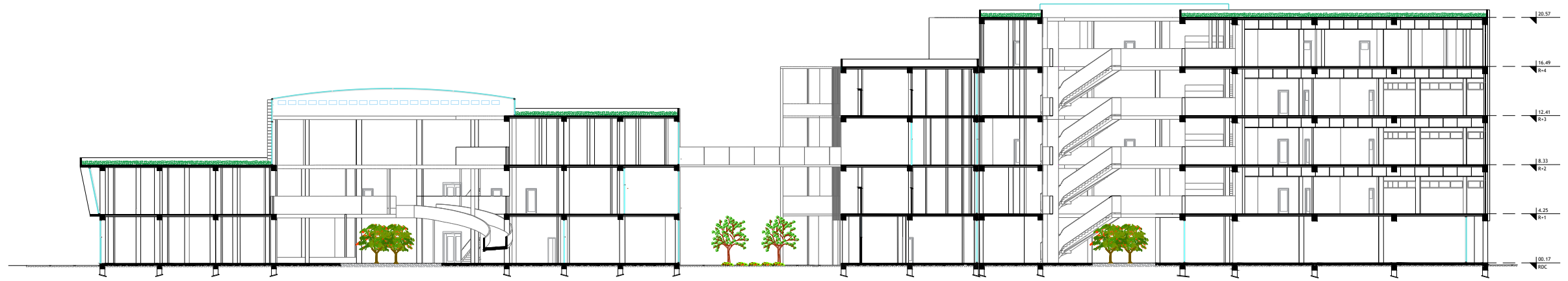
Plan R+4



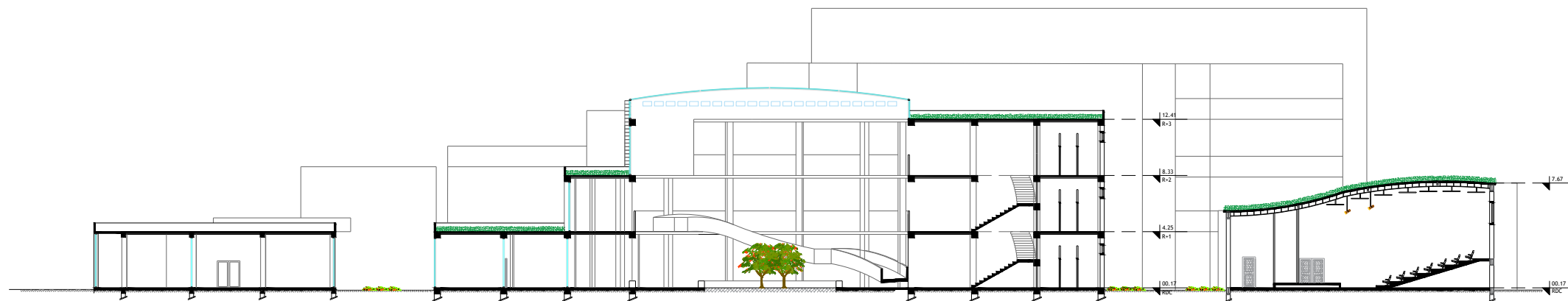
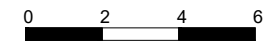
Plan de structure



# Les coupes



## Coupe A-A



## Coupe B-B





