



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Telidji – Laghouat

FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

**Mémoire de projet de fin d'étude en vue de l'obtention
du diplôme de master en architecture**

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville

Filière : Architecture

Option : Architecture & Environnement

**Présenté par :
MOSBAH DJABER**

Intitulé

Centre De Recherche Durable En Energies Renouvelables

Dans Une Zone Chaude Et Aride A Boussaâda

Cas d'étude : Confort Thermique Dans Un Laboratoire

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mme. BELMECHRI HABIBA	M.A.B	Présidente
Mr. SOFRANI KHELIFA	M.A.A	Examinateur
Mr. AMIEUR RACHID	M.A.A	Examinateur
Mr. BELHADJ BELKACEM	M.C.B	Encadreur

Promotion : Jan 2018



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Telidji – Laghouat

FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

**Mémoire de projet de fin d'étude en vue de l'obtention
du diplôme de master er architecture**

Domaine : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville

Filière : Architecture

Option : Architecture & Environnement

**Présenté par :
MOSBAH DJABER**

Intitulé

Centre De Recherche Durable En Energies Renouvelables

Dans Une Zone Chaude Et Aride A Boussaâda

Cas d'étude : Confort Thermique Dans Un Laboratoire

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mme. BELMECHRI HABIBA	M.A.B	Présidente
Mr. SOFRANI KHELIFA	M.A.A	Examinateur
Mr. AMIEUR RACHID	M.A.A	Examinateur
Mr. BELHADJ BELKACEM	M.C.B	Encadreur

Promotion : Jan 2018

REMERCIEMENT

Je tiens tout d'abord à remercier dieu le tout puissant et miséricordieux, qui j'ai donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

J'adresse mes remerciements à mon gratitude encadreur monsieur Belhadj Belkacem qui ont ménagé aucun effort tout on long de me cursus universitaire pour j'aider, j'orienter, enrichir mes connaissances et surtout à acquérir et promouvoir des compétences, tout en axant le travail sur la planification et la rigueur.

En outre, je tiens à remercier les respectables membres du jury qui ont bien voulu accepter d'évaluer mon travail.

En fin, je tiens terminé mes études en gardant des souvenirs indélébiles de professeurs sérieux et généreux qui ils ont accompagnés durant toute mon formation.

DEDICACE

Je dédie ce travail aux êtres qui me sont les plus chers au monde.

Ma mère, qui a œuvrée pour ma réussite, 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 père, 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.

À ma chère et fidèle femme.

À Mes Chers Frères, Et Mes Amies.

À toute autre personne que je n'ai pas citée et dont l'aide m'a été précieuse.

À tous les professeurs qui m'ont enseigné et encadré.

DJABER

SOMMAIRE

RÉSUMÉES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : APPROCHE INTRODUCTIVE

<i>Introduction générale</i>	1
<i>Motivation de choix du thème</i>	2
<i>La problématique</i>	2
<i>Les hypothèses</i>	3
<i>Les objectifs</i>	3
<i>Structure du mémoire</i>	4

Chapitre II : APPROCHE THEMATIQUE

<i>I. Introduction</i>	5
<i>II. Généralités sur le centre de recherche</i>	5
<i>III. Les énergies renouvelables</i>	7
<i>IV. Le développement durable</i>	9
<i>V. L'architecture durable</i>	10
<i>VI. L'architecture bioclimatique</i>	11
<i>VII. Haute Qualité Environnemental « HQE »</i>	11
<i>VIII. Analyse des exemples</i>	12
<i>IX. Etude comparative des exemples</i>	30

Chapitre III : APPROCHE CONTEXTUELLE

<i>I. Présentation de la commune de Boussaâda</i>	33
<i>II. L'évolution de la ville de Boussaâda</i>	35
<i>III. Le cadre climatologique</i>	38
<i>IV. Analyse urbaine de la ville de Boussaâda</i>	42
<i>V. Analyse du site d'intervention</i>	43

Chapitre IV : APPROCHE ARCHITECTURALE

<i>I. Programmation</i>	47
<i>II. Démarche conceptuelle</i>	53
<i>III. Description du projet</i>	58

Chapitre V : CONFORT THERMIQUE

<i>I. Introduction</i>	70
<i>III. Le confort thermique dans un laboratoire</i>	70
<i>III. Synthèse</i>	89

CONCLUSION GENERALE	90
----------------------------------	----

BIBLIOGRAPHIE



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Amar Telidji – Laghouat
FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE



RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE : Architecture, Urbanisme et Métiers de la Ville

FILIERE : Architecture

OPTION : Architecture et environnement

THEME : Centre de recherche durable en énergies renouvelables dans une zone chaude et aride à Boussaâda

Cas d'étude : Confort thermique dans un laboratoire

PRESENTE PAR :

- **MOSBAH DJABER**

ENCADRE PAR :

- **BELHADJ BELKACEM**

Résumé :

Ce travail consiste à élaborer une conception architecturale d'un centre de recherche des énergies renouvelables durable dans un climat chaud et aride à la ville de Boussaâda. L'objectif est de répondre aux exigences de confort thermique et visuel, et de bonne qualité d'air aux usagers en combinaison avec une efficacité énergétique et sans compromettre l'environnement naturel et sans épuiser les ressources.

Nous avons essayé de porter des réponses aux problèmes du confort thermique en particulier celui de l'été et de l'hiver tout en favorisant les techniques de construction économique, et l'utilisation des systèmes passifs du rafraîchissement et de chauffages, comme nous avons porté un intérêt particulier à la gestion et la maîtrise de l'énergie, pour vérifier la faisabilité de solutions proposées nous avons procédé par le biais de simulation à l'aide des logiciels qui simulent et calculent la température de l'air intérieur numérique « Energie plus », on a effectué la simulation sur un espace principal dans notre équipement c'est le laboratoire, afin de présenter les résultats obtenus et ses discussions, enfin une synthèse de cette étude.

Mots clés :

Conception architecturale, centre de recherche, énergies renouvelables, durable, environnement, confort thermique, simulation, laboratoire.



People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Amar Telidji University – Laghouat
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE



SUMMARY OF MEMORY OF MASTER

DOMAINE: Architecture, urbanism and professions of the city

FILIERE: Architecture

OPTION: Architecture and environment

THEME: Sustainable research center for renewable energies in a hot and arid zone in Boussaâda

Study case: Thermal comfort in a laboratory

PRESENTED BY:

- **MOSBAH DJABER**

FRAMED BY:

- **BELHADJ BELKACEM**

Abstract:

This work involves developing an architectural design of a sustainable renewable energy research center in a hot and arid climate in the city of Boussaâda. The aim is to meet the requirements of thermal and visual comfort, and good air quality to users in combination with energy efficiency and without compromising the natural environment and without depleting resources.

The last chapter was intended for the case study on thermal comfort, so we organized our work in two parts:

We tried to carry some answers in particular to the problems of the thermal comfort the one of the summer and the winter while encouraging the techniques of economic construction, and the use of the passive systems of the cooling and heating, as we carried a particular interest to the management and the mastery of the energy, to verify the feasibility of solutions proposed to us proceeded by the slant of simulation with the help of the software that simulate and calculate the temperature of air interior numeric" Energy Plus ", we carried out the simulation on a main space in our equipment it is the laboratory, in order to present the results obtained and its discussions, finally a synthesis of this study.

Keywords:

Architectural design, research center, renewable energies, sustainable, environment, thermal comfort, simulation. laboratory.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة عمار ثليجي بالأغواط

كلية الهندسة المدنية و الهندسة المعمارية

قسم الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: هندسة معمارية، عمران و مهن المدينة

الشعبة: هندسة معمارية

التخصص: هندسة معمارية و بيئة

عنوان المذكرة : مركز بحوث دائم للطاقات المتجددة في منطقة حارة و جافة بمدينة بوسعادة

حالة الدراسة : الراحة الحرارية في مختبر

تقديم الطالب : - مصباح جابر

الأستاذ المؤطر : - بلحاج بلقاسم

الملخص:

ينطوي هذا العمل على تحقيق تصميم معماري لمركز بحوث دائم للطاقات المتجددة في مناخ حار وجاف بمدينة بوسعادة. الهدف من ذلك هو تلبية متطلبات الراحة البصرية و الحرارية، و جودة الهواء الجيدة للمستخدمين هذا بالتوافق مع كفاءة استخدام الطاقة ودون التأثير على البيئة الطبيعية و دون استنزاف الموارد.

حاولنا أن نعطي بعض الأجوبة حول مشاكل الراحة الحرارية بشكل خاص في فصل الصيف و الشتاء بمساعدة تقنيات البناء الاقتصادية، و استعمال الأنظمة السلبية للتبريد و التدفئة، كما قمنا بالاهتمام بالترسيب و التحكم في الطاقة، و من أجل التحقق من امكانية الحلول المقترحة أجرينا بالموازاة مع ذلك محاكاة رقمية بمساعدة برنامج يحاكي و يحسب درجة حرارة الهواء الداخلي « Energie plus »، كما قمنا بالمحاكاة على مساحة رئيسية في مشروعنا هو المختبر، لتقديم النتائج التي تم الحصول عليها ومناقشتها، وأخيرا ملخص لهذه الدراسة.

الكلمات المفتاحية:

تصميم معماري، مركز بحث، الطاقات المتجددة، دائم، البيئة، الراحة الحرارية، المحاكاة، المختبر.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les différents plans	19
Tableau 2 : Programme du centre EDF	21
Tableau 3: Stratégie bioclimatique du centre EDF.....	22
Tableau 4 : Tableau comparative des programmes	30
Tableau 5 : Tableau comparative des fonctions	30
Tableau 6 : Tableau comparative des techniques.....	31
Tableau 7 : Programme de base tiré de l'analyse des exemples.....	32
Tableau 8 : Programme quantitatif du projet.....	47
Tableau 9 : Programme qualitatif du projet.....	49
Tableau 10 : Normes du confort thermique	73
Tableau 11 : Température minimale selon la nature du travail	73
Tableau 12 : Les matériaux utilisés	75
Tableau 13 : Les données climatiques de Boussaâda	75
Tableau 14 : Matériaux de construction utilisée "cas hiver initial"	81
Tableau 15 : Résultats de simulation - cas hiver initial.....	82
Tableau 16 : Détail de la serre.....	83
Tableau 17 : Matériaux de construction utilisée "cas hiver amélioré "	83
Tableau 18 : Résultats de simulation - cas hiver amélioré	84
Tableau 19 : Matériaux de construction utilisée "cas hiver initial "	85
Tableau 20 : Résultats de simulation « cas été initial ».....	86
Tableau 21 : Détail de brise soleil	87
Tableau 22 : Matériaux de construction utilisée "cas été amélioré "	87
Tableau 23 : Résultats de simulation « cas été amélioré »	88

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Structure du mémoire.....	4
Figure 2 : Institut national de l'énergie solaire en France	5
Figure 3 : Le centre de recherche et ses partenaires	6
Figure 4 : Energie solaire photovoltaïque et thématique	7
Figure 5 : Schéma de principe de fonctionnement de l'énergie géothermique	8
Figure 6 : Schéma de principe de fonctionnement de la transformation des déchets	8
Figure 7 : Les dimensions de développement durable	9
Figure 8 : Principes du développement durable	10
Figure 9 : Principes de base d'une conception bioclimatique	11
Figure 10 : Démarche HQE	11
Figure 11 : Les cibles de la démarche HQE	12
Figure 12 : Siège de l'agence andalouse de l'énergie (Espagne)	12
Figure 13 : La situation et Plan de masse du projet	13
Figure 14 : Les deux niveaux au sous-sol	13
Figure 15 : Plan de RDC	13
Figure 16 : Les étages	14
Figure 17 : Coupe longitudinale	14
Figure 18 : L'atrium principal	14
Figure 19 : Cylindres de lumière	15
Figure 20 : La peau bio performante	15
Figure 21 : Les panneaux industrialisés	16
Figure 22 : Les panneaux de l'intérieur	16
Figure 23 : Centre EDF Paris	17
Figure 24 : Centre de recherche EDF PARIS	17
Figure 25 : Plan de situation	17
Figure 26 : Plan de masse	18

LISTE DES FIGURES

Figure 27 : Volumétrie du centre EDF	18
Figure 28: Façade du centre EDF	19
Figure 29: Organigramme fonctionnel du centre EDF	20
Figure 30 : Structure du centre EDF	22
Figure 31 : Halle d'essais.....	23
Figure 32: Médiathèque.....	23
Figure 33 : La façade principale du projet	23
Figure 34 : Plan de masse du projet	24
Figure 35 : Plan d'implantation	24
Figure 36 : Espace de circulation	24
Figure 37 : Plan de RDC	25
Figure 38 : Plan du 2 étages	25
Figure 39 : Les panneaux photovoltaïques et la toiture jardin	26
Figure 40 : Position du soleil en été	26
Figure 41 : Position du soleil en hiver	26
Figure 42 : Cheminées de ventilation.....	27
Figure 43 : La ventilation naturelle	27
Figure 44 : Les panneaux muraux	27
Figure 45 : Utilisation du bois	28
Figure 46 : Murs rideaux	28
Figure 47 : Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables	28
Figure 48 : Organigramme de l'URAER	29
Figure 49 : Les espaces principales de l'URAER	29
Figure 50 : Les entités principales de notre projet	32
Figure 51 : Localisation de la commune de Boussaâda	33
Figure 52 : Les communes limitrophes de Boussaâda	33

LISTE DES FIGURES

Figure 53 : La ville de Boussaâda dans son contexte naturelle environnant	34
Figure 54 : Carte Hydrographique du Hodna	34
Figure 55 : Boussaâda de l'époque remanie	35
Figure 56 : Boussaâda avant colonisation	35
Figure 57 : L'impasse Fermée.....	36
Figure 58 : Rue de mosquée d'Ennakhla.....	36
Figure 59 : première période coloniale	36
Figure 60 : Hôtel Beau Séjour.....	36
Figure 61 : Dernière période coloniale	37
Figure 62 : Boussaâda après colonisation	37
Figure 63 : Classification du climat en Algérie	38
Figure 64 : La température de Boussaâda – 2016	38
Figure 65 : L'ensoleillement de Boussaâda – 2016	39
Figure 66 : La pluviométrie de Boussaâda – 2016.....	39
Figure 67 : La pluviométrie de Boussaâda – 2016	39
Figure 68 : L'humidité relative de Boussaâda 2003/2013	39
Figure 69 : Les vents à Boussaâda	39
Figure 70 : Les vents à Boussaâda	40
Figure 71 : Vitesse moyenne des vents de l'année 2003/2013	40
Figure 72 : Le diagramme bioclimatique de GIVONI sur l'année à Boussaâda	41
Figure 73 : Les différentes zones et les servitudes de la ville de Boussaâda	42
Figure 74 : Les repères principaux de la ville de Boussaâda	42
Figure 75 : La situation du site d'intervention	43
Figure 76 : Le voisinage du site	44
Figure 77 : Les dimensions du terrain.....	44
Figure 78 : Coupe : A-A.....	45

LISTE DES FIGURES

Figure 79 : La pente du terrain (coupe A-A).....	45
Figure 80 : Coupe : B-B	45
Figure 81 : La pente du terrain (coupe B-B)	45
Figure 82 : L'ensoleillement et les vents.....	46
Figure 83 : Largeurs minimales de passage entre 2 postes de travail	52
Figure 84 : Laboratoire de recherche	52
Figure 85 : Organigramme spatiale d'un centre de recherche.....	53
Figure 86 : Synthèse de l'analyse du site	54
Figure 87 : 1er étape de la genèse du projet	55
Figure 88 : 2eme étape de la genèse du projet.....	55
Figure 89 : 3eme étape de la genèse du projet.....	56
Figure 90 : 4eme étape de la genèse du projet.....	56
Figure 91 : 5eme étape de la genèse du projet.....	57
Figure 92 : 6eme étape de la genèse du projet.....	57
Figure 93 : 7eme étape de la genèse du projet.....	58
Figure 94 : Plan de masse.....	59
Figure 95 : Plan RDC	61
Figure 96 : Plan 1 ^{er} étage	62
Figure 97 : Plan 2eme étage	63
Figure 98 : Coupe A-A.....	64
Figure 99 : Façade nord du projet	64
Figure 100 : Façade sud du projet	64
Figure 101 : Façade est du projet	65
Figure 102 : Façade ouest du projet	65
Figure 103 : Vue en plan	65
Figure 104 : Vue globale du projet.....	66

LISTE DES FIGURES

Figure 105 : Entré principale du projet.....	66
Figure 106 : Vue en arriéré du projet	66
Figure 107 : Entré d'accueil.....	67
Figure 108 : Vue présente les capteurs solaires thermiques	67
Figure 109 : Système de patio adopté au projet	67
Figure 110 : Le patio	68
Figure 111 : La conception du plan de masse	68
Figure 112 : La serre en été.....	69
Figure 113 : La serre en hiver	69
Figure 114 : Les serres	69
Figure 115 : Intégration des panneaux photovoltaïques et la toiture ventilée	69
Figure 116 : Les paramètres influents le confort thermique	71
Figure 117 : La ventilation de la serre en hiver	72
Figure 118 : La ventilation de la serre en été	72
Figure 119 : La ventilation de la serre dans la nuit d'été	72
Figure 120 : Fonction de la toiture ventilée	73
Figure 121 : Logiciel Energie plus	74
Figure 122 : Situation du laboratoire thermique.....	74
Figure 123 : Coupe transversale.....	74
Figure 124 : L'interface de présentation les résultats de la simulation et l'insertion le fichier de climat	75
Figure 125 : Insertion les données de location	76
Figure 126 : Insertion les paramètres d'hiver et d'été	76
Figure 127 : régulation des matériaux.....	76
Figure 128 : Construction des matériaux.....	77
Figure 129 : Détermination les zones.....	77
Figure 130 : Édification les zones "laboratoire"	77

LISTE DES FIGURES

Figure 131 : Édification les fenêtres, les portes, et la serre	78
Figure 132 : Construction les brises soleil	78
Figure 133 : Insertion les données de ventilation.....	78
Figure 134 : Définition les attribuées de diagramme	79
Figure 135 : Identification le rapport en DXF.....	79
Figure 136 : Modélisation d'un laboratoire par Energie plus.....	79
Figure 137 : Transformation les résultats de simulation en Excel	80
Figure 138 : Insertion le diagramme de température.....	80
Figure 139 : Le diagramme de température	80
Figure 140 : Modélisation des laboratoires – cas initial.....	81
Figure 141: Diagramme de température - cas hiver initial.....	82
Figure 142 : Modalisation des laboratoires – cas améliore	83
Figure 143 : Diagramme de température - cas hiver amélioré	84
Figure 144 : Modélisation cas été initial	85
Figure 145 : Diagramme de température - cas été initial	86
Figure 146 : Modélisation cas été ameliore.....	87
Figure 147 : Digramme de température - cas été amélioré.....	88

Chapitre I :

APPROCHE
INTRODUCTIVE

Chapitre I : APPROCHE INTRODUCTIVE

❖ Introduction générale

Le développement durable est un concept qui vise la conciliation entre le développement socio-économique permanent et la protection de l'environnement, c'est-à-dire l'intégration de la dimension environnementale dans un développement qui vise à satisfaire les besoins des générations présentes et futures [1].

Dans les dernières années le monde a connu un développement très rapide et une grande révolution technologique dans tous les domaines, ce qui mène le monde à un besoin d'énergie d'une façon grossissante et créant une crise d'énergie mondiale.

Cette énergie est non renouvelable, comme elle a joué un rôle très négatif sur l'environnement : des écosystèmes détraqués, la pollution d'air et de l'eau, surexploitation des ressources, une terre dont les ressources deviennent insuffisantes et l'apparition de plus en plus de phénomènes météorologiques extrêmes qui ont contribué à des changements climatiques.

Et pour faire face à ces problèmes à venir, il convient donc de mettre en œuvre plusieurs politiques : économiser l'énergie, augmenter l'efficacité énergétique, promouvoir et développer rapidement des énergies de remplacement, communément appelées les « nouvelles énergies renouvelables ». L'Algérie a connu de nouvelles visions dans ce domaine à travers l'élaboration d'un programme national des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique pour une meilleure exploitation du vaste potentiel énergétique que représentent les ressources renouvelables existantes en Algérie.

Cette démarche constitue un des grands axes de la politique énergétique et environnementale du pays parce qu'elle encourage à concevoir des bâtiments dans un concept écologique par l'utilisation des techniques innovantes pour l'économie d'énergie et la protection de l'environnement.

Pour cela, il est nécessaire de créer des lieux de recherches dans le cadre des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, donc notre travail c'est de faire la conception d'un projet du centre de recherche en énergies renouvelables dans la ville de Boussaâda.

❖ Motivation de choix du thème

Notre choix d'équipement a été basé sur un nombre de critères qu'on a jugé très importants à savoir :

- La recherche scientifique.
- L'organisation des séminaires scientifiques.
- La relation avec la nature et l'environnement et qui participe à l'interprétation; la valorisation de ces ressources naturelles.
- La production et alimentation en électricité pour l'exploitation subjective.

❖ La problématique

Bien que les hydrocarbures soient des ressources fiables et efficaces, ils constituent une polémique à cause de leurs impacts économiques, sociaux, écologiques ;

- Economique

- Le caractère non durable des énergies fossiles.
- La dépendance économique inimaginable aux hydrocarbures.

- Sociale

- L'inégalité du partage de ces richesses entre les générations actuelles et celles futures.

- Ecologique

- La violation de l'environnement par l'exploitation abusée des ressources fossiles illustrée par la pollution sous ses différentes formes :
 - Potentialisation du réchauffement climatique communément appelé « effet de serre ».
 - Les effets néfastes sur la couche d'Ozone aboutissant à un affaiblissement de la protection contre les rayons solaires.
 - La dégradation de la santé humaine et l'extinction animale.

L'ensemble de ces aspects nous conduit à poser les problématiques suivantes :

- ✓ *Comment élaborer un projet du centre de recherche sans perdre les traditions et les notions sociales de la ville de Boussaâda ?*
- ✓ *Comment peut-on concevoir une conception qui adopte les concepts de l'architecture durable ?*
- ✓ *Comment assurer les besoins des confort intérieur avec un minimum d'impacts environnementales ?*
- ✓ *Comment peut-on réaliser un projet qui va combiner la recherche et la sensibilisation pour l'énergie renouvelable ?*

❖ Les hypothèses

En vue de répondre aux les problématiques posées nous avons construit les hypothèses selon les aspects suivantes :

- Aspects socioéconomiques, urbains contextuels

- Une conception qui respecte l'environnement et intégrée dans le cadre social de la ville de Boussaâda.

- Aspects liés à la durabilité et aux énergies

- Utilisation des ressources renouvelables locales.
- L'intégration de l'énergie solaire permet de répondre aux besoins des utilisateurs, et procure le confort nécessaire.
- Réduction les facteurs d'énergie (par ex: l'eau chaude sanitaire)
- Production l'énergie de l'électricité par panneaux photovoltaïques et capteurs thermiques, tout en assurant une certaine indépendance d'énergie dans le projet par rapport à réseaux électriques publics.

- Aspects liés aux matériaux utilisés et leurs apports sur le confort

- La maîtrise des déperditions thermiques et la construction avec des matériaux de construction durables et locales.
- Amélioration le confort thermique à l'intérieur du bâti dans un climat chaud et aride.

❖ Les objectifs

Notre étude vise essentiellement aux les objectifs principaux d'une conception de durabilité :

- Aspects socioéconomiques, urbains contextuels :

- Renforcer la sécurité énergétique, la compétitivité économique et la qualité de l'environnement.
- Introduction de l'aspect gestion et qualité dans la politique énergétique et climatique communale.

- Aspects liés à la durabilité et aux énergies

- Chercher les ambiances intérieures et comment intégrer le concept passif.
- Evaluer de niveau de confort visuel à l'intérieur conçue à la région de Boussaâda tout en mettant l'accent sur l'influence de la position de l'ouverture sur le confort visuel des occupants.
- Pour atteindre et maintenir l'approvisionnement en énergie et son utilisation optimale, à travers toute la chaîne.
- Minimiser les coûts de l'énergie / déchets sans affecter la production et sa qualité pour réduire la dépendance aux importations.

- Aspects liés aux matériaux utilisés et leurs apports sur le confort

- L'utilisation des matériaux de construction locaux avec l'intégration des systèmes passifs traditionnels.

❖ Structure du mémoire

Le schéma suivant illustre la structure du mémoire :

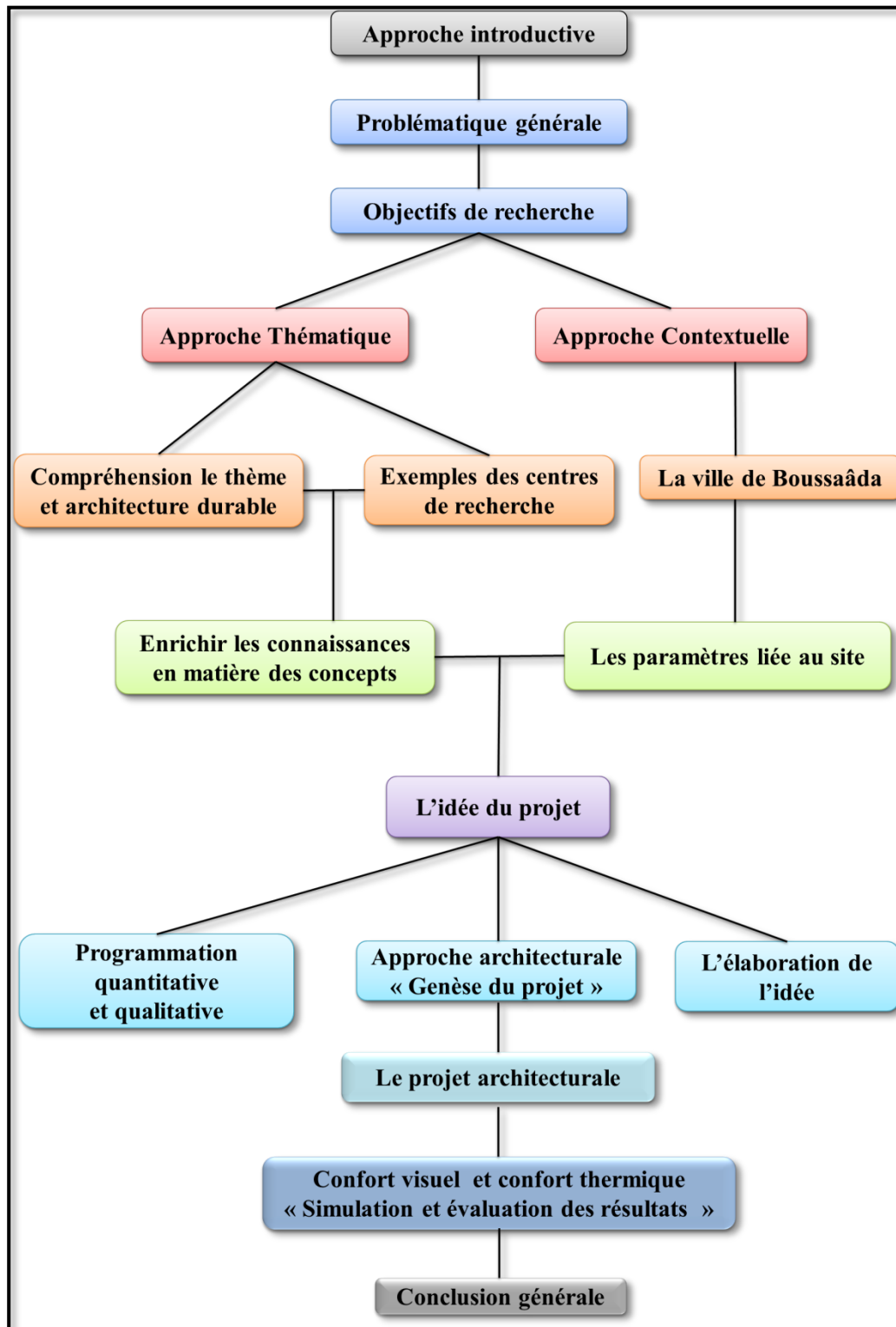


Figure 1 : Structure du mémoire

Chapitre II :

APPROCHE
THEMATIQUE

Chapitre II : APPROCHE THEMATIQUE

I. Introduction

L'approche thématique présente une source de compréhension de l'évolution et développement du thème et d'inspiration créative de l'architecture.

D'autre part, une analyse thématique permettant de maîtriser les aspects fonctionnels et de confort de ce type de projet, ainsi que l'évolution de son rôle dans les domaines économiques, socioculturels et urbains, c'est le but principal de la recherche thématique.

II. Généralités sur le centre de recherche

1. Définition

Est un organisme public qui a pour mission de développer et de coordonner les recherches scientifiques dans tous les domaines. Dépendant du ministère de l'enseignement supérieur de la recherche scientifique, cet établissement est à caractère civil et d'une autonomie financière [2].

2. Qu'est-ce qu'on fait dans un centre de recherche ?

Le centre de recherche est un organisme d'étude et d'investigation qui exerce des activités dans tous les champs de connaissance : scientifique, technologique et sociale.

Au sein de ces structures, on produit le savoir et on développe de façon privilégiée la collaboration entre spécialistes éminents de différentes disciplines particulièrement avec

l'université ouvrant, aussi de nouveaux champs d'enquête d'action notamment mono disciplinaire, pluridisciplinaire mais aussi interdisciplinaire.

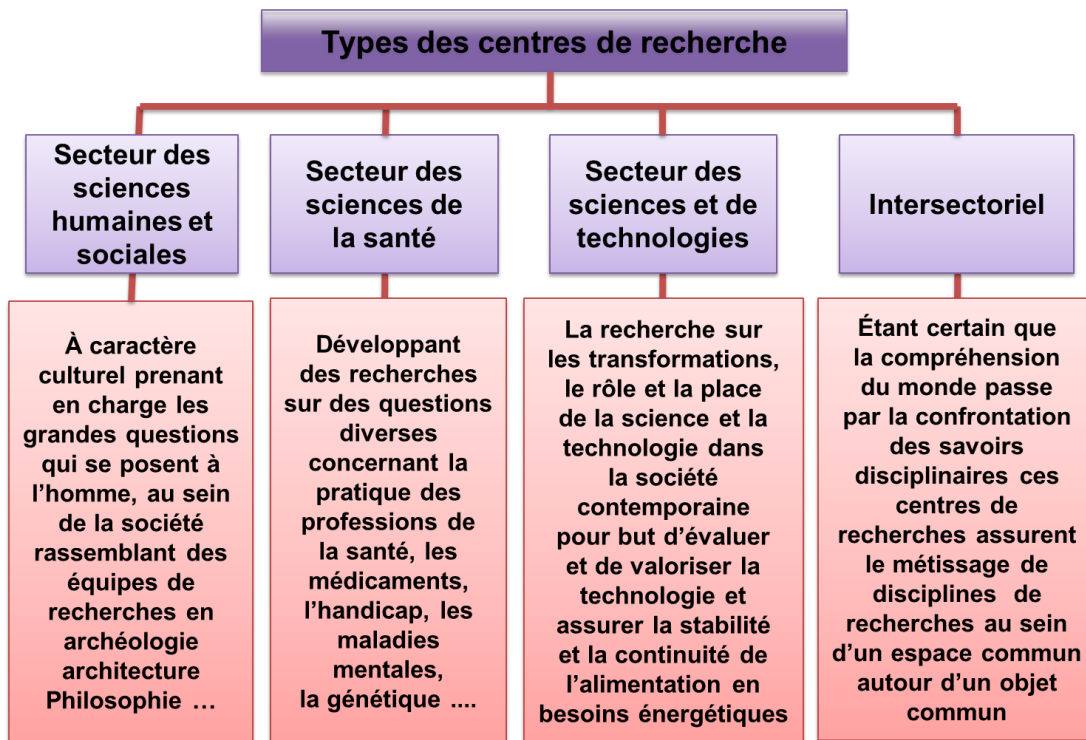
Au niveau de cette centre de recherche , on concourt à la mise en place des conditions favorables à la confrontation des secteurs scientifiques en s'impliquant au cote des universitaire, et en assurant une coordination opérationnelle à travers des actions ciblant la diffusion des savoirs, en direction du grand public proposant des formations et des encadrement dans les établissements d'enseignement supérieur.

L'entreprise étant un principal partenaire des unités de recherches, ces derniers ont comme mission la valorisation économique, et le transfert de technologie et du savoir-faire développe dans leurs laboratoires vers les secteurs socio-économiques, répondant ainsi aux besoins d'innovations industrielles et aux problèmes techniques [2].



Figure 2 : Institut national de l'énergie solaire en France [3]

3. Types des centres de recherche



4. Où se font ces centres de recherche ?

Le caractère disciplinaire de l'unité de recherche doit être pris en considération comme facteur principale dans le choix de l'emplacement, qui doit fournir les conditions fondamentales relatifs aux domaines d'étude, exemple : centre de recherche de l'énergie solaire doit se trouver dans zone ensoleillée.

Préférentiellement, ces unités doivent être portées à proximité des partenaires nécessaires à l'accomplissement des missions confiées. Des laboratoires proches géographiquement des espaces universitaires permettent d'une part la fluidité du transfert des différents éléments de recherche, et d'autre part facilite le déplacement des masses étudiantes qui bénéficient des connaissances approfondies et des compétences.

Le partenaire industriel sollicitant des travaux d'expertise, et d'orientation auprès de l'unité de recherche pour valoriser le transfert technologie ouvrant à l'alimentation, au développement et à la maintenance des bases industrielles.



Figure 3 : Le centre de recherche et ses partenaires [2]

III. Les énergies renouvelables

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

Le pétrole ainsi que tous les combustibles fossiles ne sont pas des énergies renouvelables, les ressources étant consommées à une vitesse bien supérieure à la vitesse à laquelle ces ressources sont naturellement créées [4].

1. Type des énergies renouvelables

a. Energie solaire

Le soleil nous provoque 2 types d'énergies :

▪ **Energie solaire photovoltaïque**

C'est une énergie électrique renouvelable produite à partir du rayonnement solaire. La cellule photovoltaïque est un composant électronique qui est la base des installations produisant cette énergie. Elle fonctionne sur le principe de l'effet photoélectrique.

Bien adapté à l'électrification de sites isolés tels que refuges montagnards, relais hertziens, bergeries, maisons isolées non-raccordée à un réseau électrique.

▪ **Energie solaire thermique**

Le soleil nous réchauffe naturellement, mais il est possible de capter cette chaleur afin de l'utiliser à des fins particulières. Pour ce faire, on utilise différents types de capteurs. Cela va de la bâche pour piscine d'extérieur (composée de bulles plastiques de couleur sombre) jusqu'au capteur vitré pour chauffe-eau solaire, en passant par la serre ou le châssis du jardinier, ou la simple véranda.



Figure 4 : Energie solaire photovoltaïque et thermique [5]

b. Energie éolienne

L'énergie du vent est une énergie mécanique que l'on peut capter de plusieurs manières. Simplement avec une voile, l'énergie du vent peut être utilisée pour propulser un voilier. Il y'a l'éolien qui fournissent de l'électricité ou bien un travail mécanique.

c. Energie hydraulique

L'eau de rivières, les chutes d'eaux, et l'eau des barrages fournissent une énergie transformable en électricité.

d. Energie géothermique

Permet à la fois de chauffer et de rafraichir grâce à un système de climatisation.

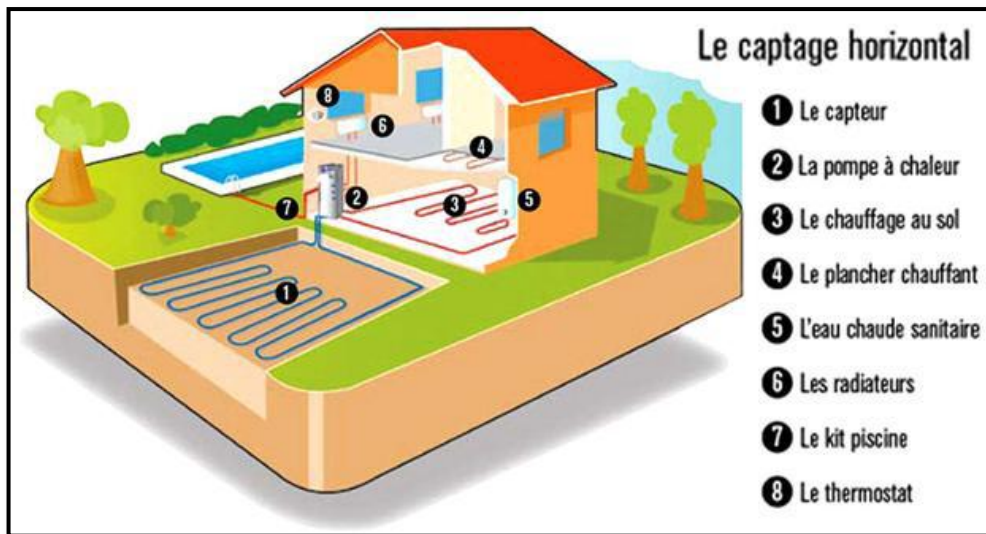


Figure 5 : Schéma de principe de fonctionnement de l'énergie géothermique [6]

e. Energie de la biomasse

Cette énergie transforme les déchets organiques en énergie.

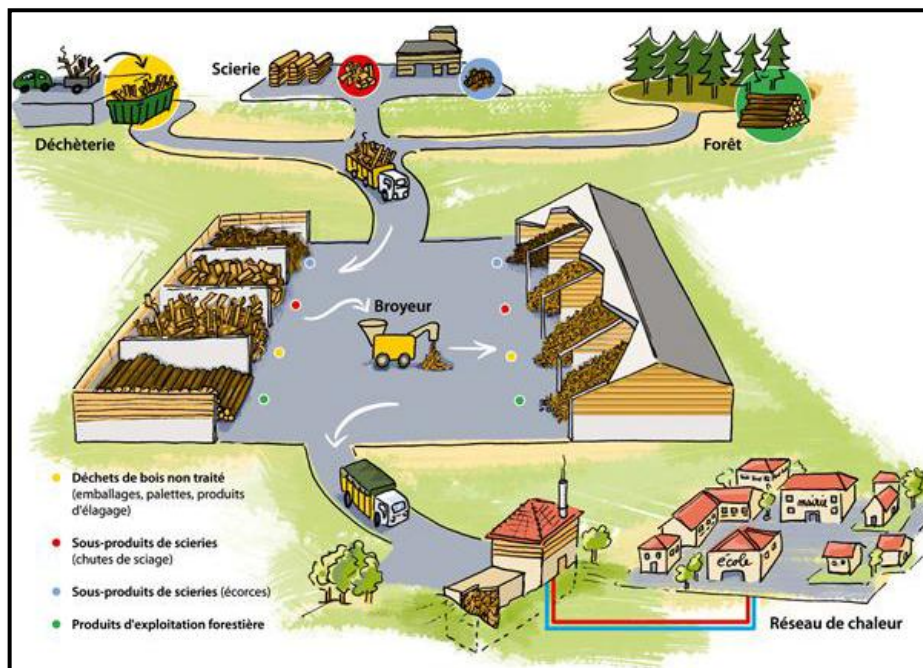


Figure 6 : Schéma de principe de fonctionnement de la transformation des déchets [6]

2. Centre de recherche des énergies renouvelables

C'est un espace qui s'engage à la recherche, l'expérimentation sur les énergies renouvelables, Il s'intéresse également à l'amélioration du cadre réglementaire, il vise à développer les politiques favorables pour l'énergie renouvelable qui a son tour soutiendra la croissance de l'industrie dans ce domaine.

Le centre de recherche doit représenter un retour aux fondements du design, il doit être aménagé de façon de faciliter le travail manuel et intellectuel et d'assurer le confort.

IV. Le développement durable

1. Définition du développement durable

Le développement durable peut être défini comme une approche stratégique et politique fondée sur la notion de solidarité dans un espace-temps donné, ayant comme objectif un triple dividende (efficacité économique, équité sociale et prudence environnementale) [7].

Autrement dit un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins.

Deux concepts sont inhérents à cette notion :

- Le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité ;
- L'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir [8].

2. Stratégie du développement durable

La stratégie de développement durable a pour but de concilier, d'harmoniser trois pôles de développement : l'économique, le social et l'écologique.

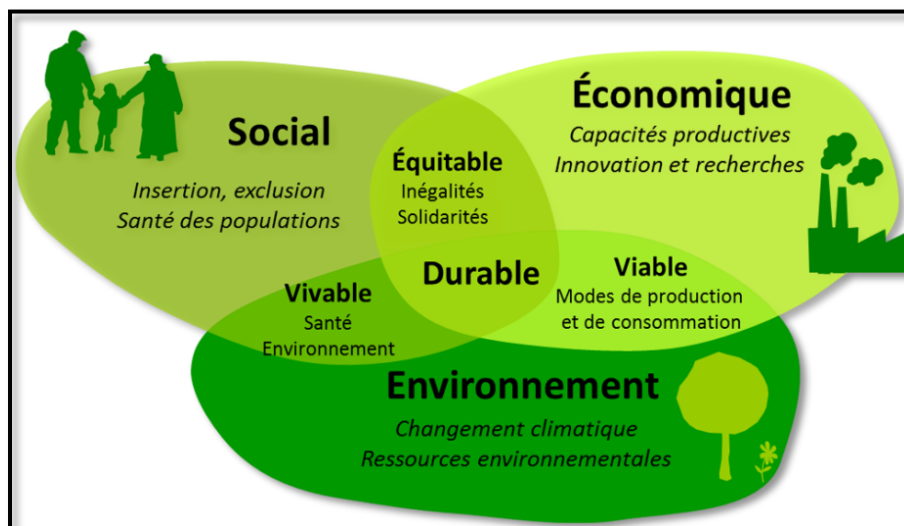


Figure 7 : Les dimensions de développement durable [9]

3. Les principes du développement durable

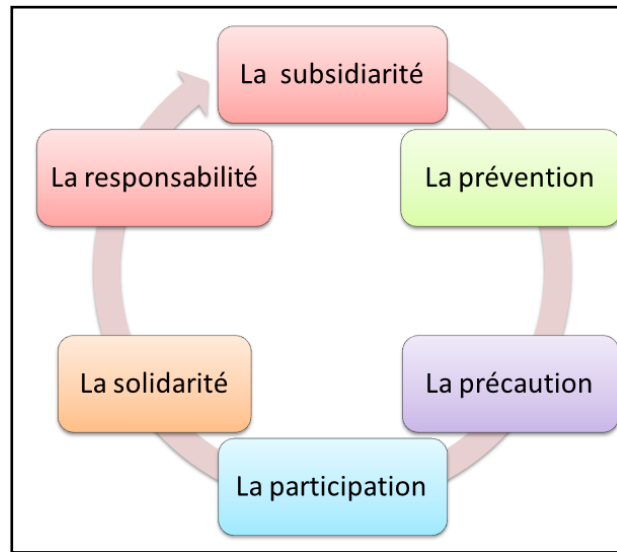


Figure 8 : Principes du développement durable [10]

4. Le rôle des architectes dans le développement durable

L'architecte doit prendre appui sur tous les plans du développement durable par :

- **Le social** : prendre en compte les modes de vie en constante évolution et les intégrer dans nos processus de conception.
- **L'environnement** : assurer l'éco-efficience ; garantir la prise en charge des impératifs de sécurité et sanitaire d'un projet afin de ne faire courir aucun risque à ses usagers et à l'environnement.
- **L'économie** : développer une approche en termes de « cout globale » intégrant les couts externes ; et prendre en compte les bénéfices collectifs.

V. L'architecture durable

C'est un mode de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie [11].

- Lignes directrices de l'architecture durable

On peut distinguer :

- Le choix des matériaux, naturels et respectueux de la santé de l'homme ;
- Le choix de la disposition des pièces pour favoriser les économies d'énergie en réduisant les besoins énergétiques ;
- Le choix des méthodes d'apports énergétiques ;
- Le choix du cadre de vie offert ensuite à l'homme.

L'architecture durable vise à rationaliser la consommation des énergies fossiles et faire appel à l'énergie renouvelable [11].

VI. L'architecture bioclimatique

Cette expression vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours à l'énergie non renouvelable, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction [12].

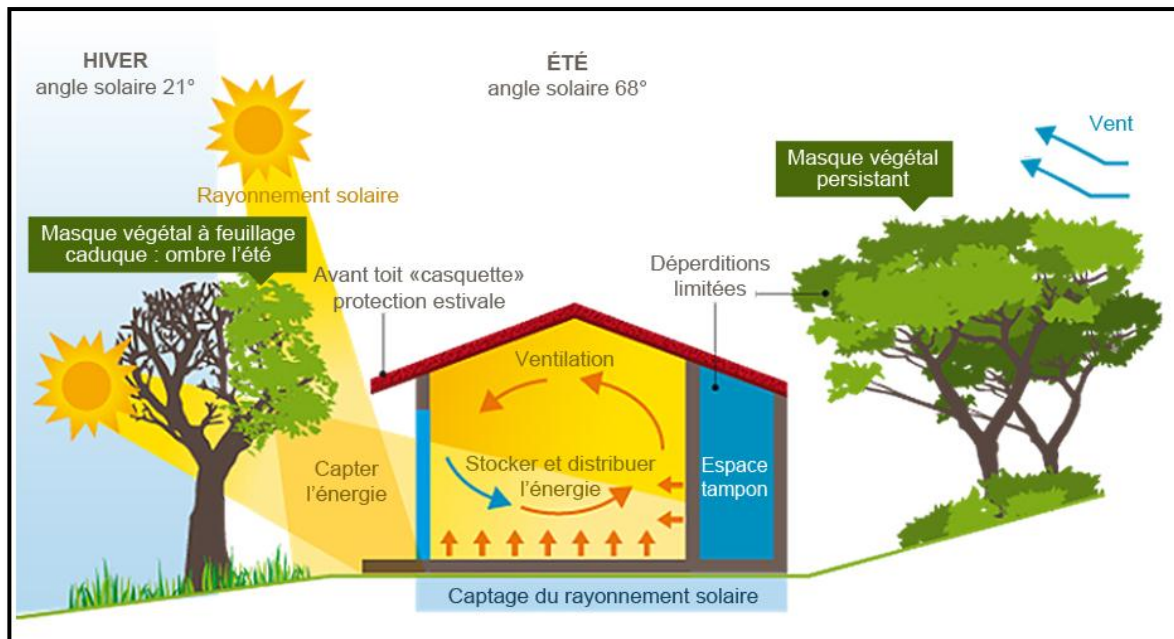


Figure 9 : Principes de base d'une conception bioclimatique [13]

VII. Haute Qualité Environnemental « HQE »

La HQE est la nomination de l'approche française de l'architecture écologique promue par les membres de l'association HQE qui regroupe des professionnelles de la construction vise à définir un consensus technique sur la HQE.

La qualité environnementale des bâtiments consiste à maîtriser les répercussions sur l'environnement extérieur et à créer un environnement intérieur sain et confortable [7].



Figure 10 : Démarche HQE [14]

- Les 14 cibles de la démarche HQE

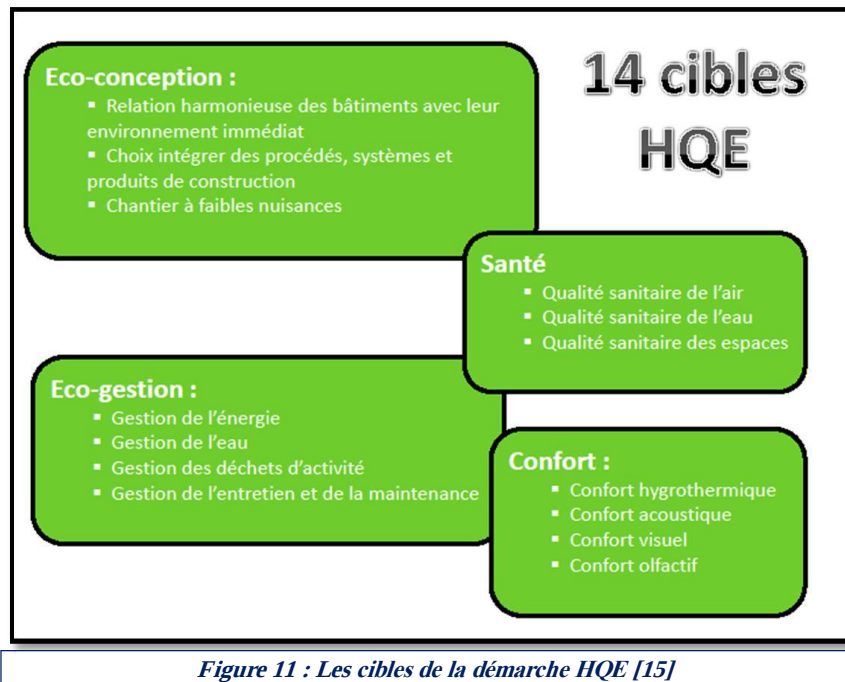


Figure 11 : Les cibles de la démarche HQE [15]

VIII. Analyse des exemples

Exemple 1 : Siège de l'agence andalouse de l'énergie (Espagne)

1. Présentation

Le siège de l'Agence Andalous de l'Énergie a été conçu par l'architecte Ruiz-Larrea, d'une surface de 11000 m² s'étend sur sept niveaux coiffés d'une toiture technique, c'est un organisme qui produit et échange l'énergie avec l'extérieur d'une manière optimale.



Figure 12 : Siège de l'agence andalouse de l'énergie (Espagne) [16]

2. La situation

Le siège de l'Agence Andalousse de l'Énergie situé sur l'île de la Cartuja en Espagne.

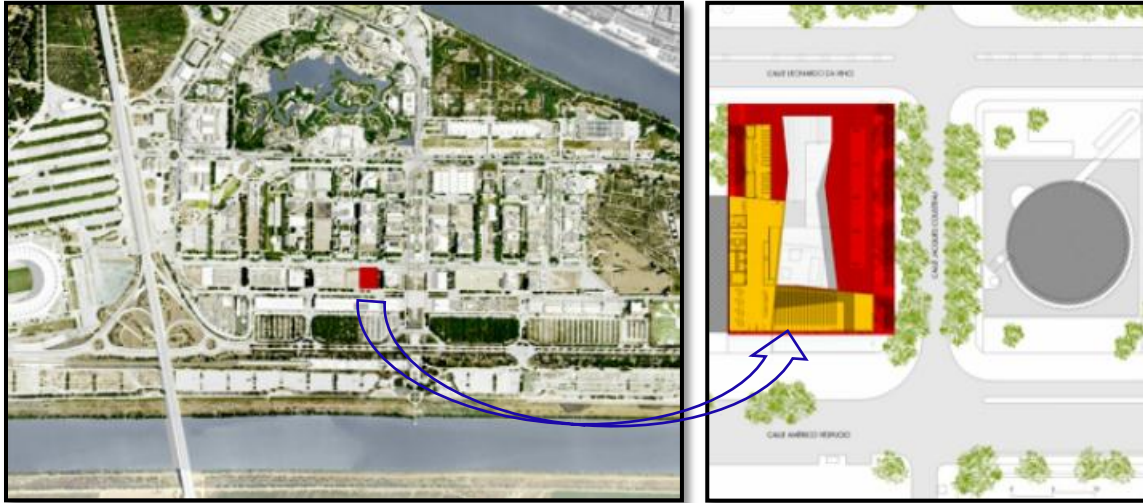


Figure 13 : La situation et Plan de masse du projet [17]

3. Le programme

2 niveaux au sous – sol :

L'un occupé par parking,

L'autre aux installations lourdes,

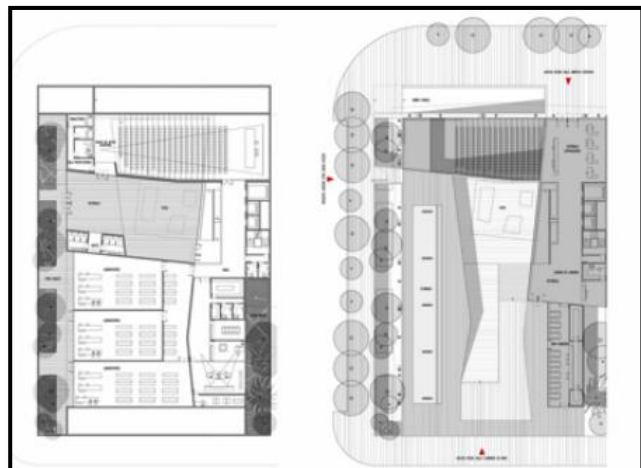


Figure 14 : Les deux niveaux au sous-sol [16]

Le rez-de-chaussée :

L'accueil du public,

Hall d'exposition temporaire une bibliothèque,

Une salle polyvalente de 250 places,



Figure 15 : Plan de RDC [16]

Les étages : sont affectés aux bureaux.

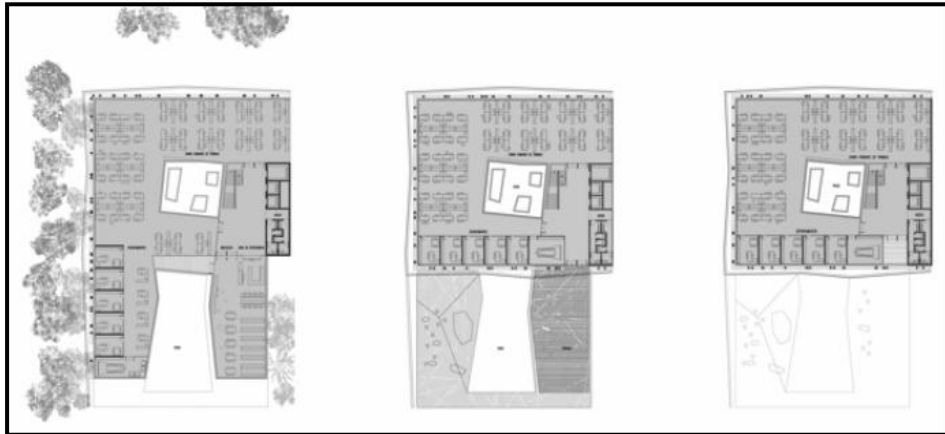


Figure 16 : Les étages [16]

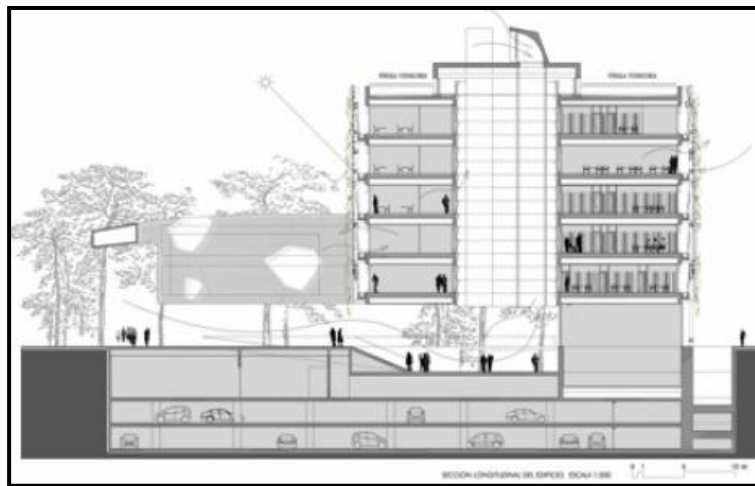


Figure 17 : Coupe longitudinale [16]

- ✓ Les bureaux sont répartis autour d'un atrium principal de 10×10 m de côté qui traverse le bâtiment de rez-de-chaussée jusqu'à la sous toiture sur une hauteur de 20 m.
- ✓ Le quatrième étage est destiné à l'administration Andalous de l'environnement.
- ✓ Le cinquième étage est muré en réserve pour l'usage ultérieur.
- ✓ La toiture constitue un sixième étage ouvert au ciel réservé aux installations techniques légères et aux laboratoires.



Figure 18 : L'atrium principal [18]

4. Un ouvrage bioclimatique

- ✓ L'ouvrage s'inscrit dans une enveloppe construite à partir de la façade géodésique qui absorbe et dissipe le rayonnement solaire.
- ✓ Le bâtiment recelé de nombreuses installations dédiées à la maîtrise des énergies :
 - **Échangeurs de chaleur** qui refroidissent de manière naturelle l'air extérieure.
 - **Cheminées solaires** qui permettent l'extraction de l'air réchauffé.
 - **Puits de lumière** qui réduisent le recours à la lumière électrique.
 - **Réseau de colonnes de ventilation** qui accomplissent à la fois des fonctions structurelles et de réfrigération.
- ✓ Permet au bâtiment une production de 75% de sa consommation énergétique, avec des sources d'énergie renouvelable.

5. La technique de construction

- ✓ Trois double **cylindres de lumière** traversent l'édifice de haut en bas assurent la lumière naturelle dès qu'on s'éloigne des façades vitrées.
- ✓ **La peau bio performante** qui enveloppe l'édifice se retourne en toiture de sorte que la cinquième façade prolonge au le quatre autres sans rupture.
- ✓ **L'éclairage zénithal** arrête le rayonnement solaire thématique toute en laissant passer la lumière naturelle.
- ✓ Un jeu de miroirs placé sur toute la hauteur de l'étage technique un ensemble de seize prismes appelée **moucharabiés** diffuse la lumière autour de l'agence.



Figure 19 : Cylindres de lumière [18]



Figure 20 : La peau bio performante [18]

- ✓ Des panneaux industrialisés nommés pixels sont réalisés sur une trame de 1×1m, les panneaux en aciers inox sont de trois types. Dans la partie haute de la façade sud sont placés les capteurs thermiques.

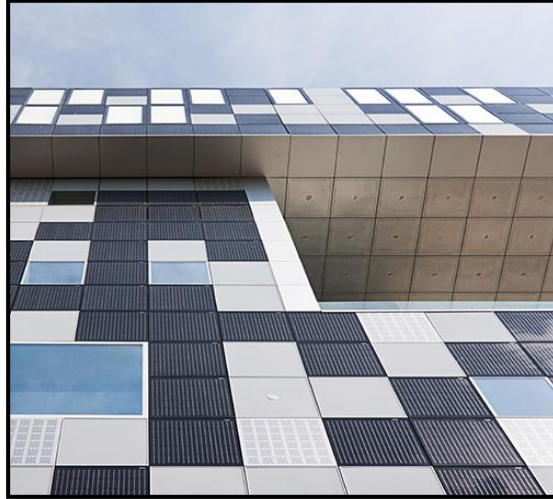


Figure 21 : Les panneaux industrialisés [18]

- ✓ Une première isolation en laine de chanvre de 10 cm placée au dos des pixels pleins. Une deuxième isolation est constituée de 4 cm de polyuréthane.
- ✓ Les deux autres types de panneaux sont soit pleins soit perforés afin d'assurer la bonne ventilation de vide intérieur.
- ✓ Les bords vitrés constituent la quatrième type de pixel.

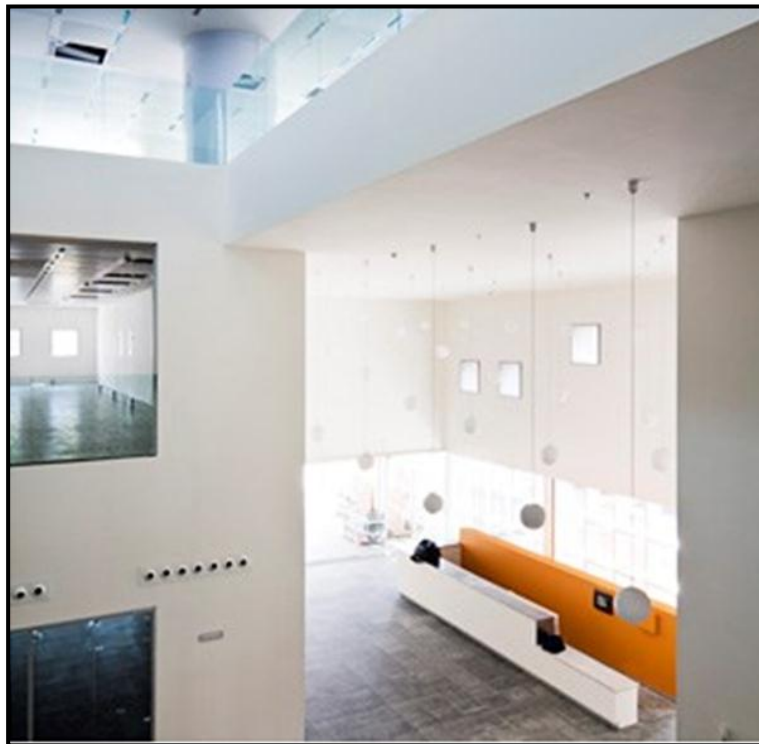


Figure 22 : Les panneaux de l'intérieur [18]

Exemple 2 : Le centre de recherche EDF Lab Paris-Saclay (France)

1. Fiche Technique

- **Situation** : Quartier de la Vauve (Ecole polytechnique) / Palaiseau
- **Architecte** : Francis Soler
- **Date de construction** : Mars 2015
- **Surface** : 50 000 m²
- **Nombre d'étage** : R+3
- **Capacité d'accueil** : 1 450 dont 1 100 postes permanents (salariés et doctorants) et 350 postes temporaires.



Figure 23 : Centre EDF Paris [19]

2. Présentation

Le Centre R&D d'EDF est le plus grand Centre de recherches au monde.

Le projet rassemble un ensemble de 4 bâtiments circulaires couvrant tous les aspects quotidiens «une vie autour de la Recherche».



Figure 24 : Centre de recherche EDF PARIS [19]

3. Aspect urbain

a. Situation

- EDF est implantée au cœur d'un territoire en pleine mutation et qui regroupe déjà des universités et des grandes écoles.
- Un environnement de travail propice à la créativité et à l'innovation au service des métiers du groupe EDF.

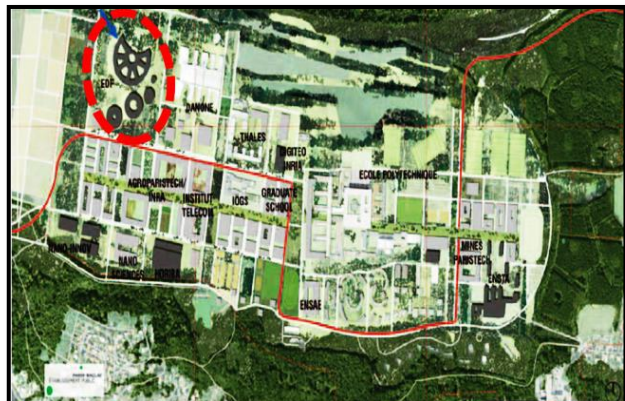


Figure 25 : Plan de situation [20]

b. Plan de masse



Figure 26 : Plan de masse [21]

La séparation des accès :

- Le restaurant et la salle de conférence sont ouverts au public.
- Les espaces de recherches et hall d'essais sont privé.

3. Aspect architectural

a. Volume

Le projet est constitué de bâtiments de forme circulaire et de taille variable, inspirés d'un mouvement d'horlogerie.

« Le cercle représente, sur de telles échelles, la distance la plus courte pour aller d'un point à un autre, facilitant les échanges entre chercheurs » Francis Soler



Figure 27 : Volumétrie du centre EDF [22]

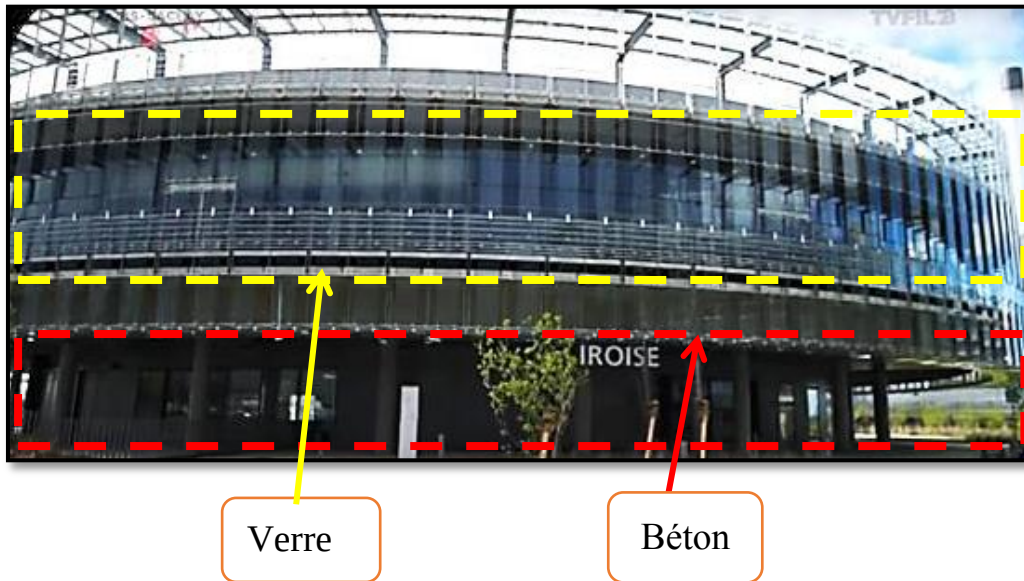
b. Façade

- Les façades associent de grandes baies vitrées donnant, toutes, sur une coursive.

- La forme circulaire rend la façade dynamique



Figure 28: Façade du centre EDF [23]

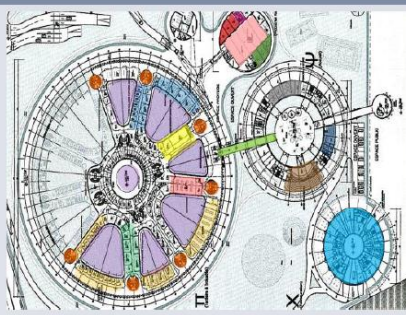


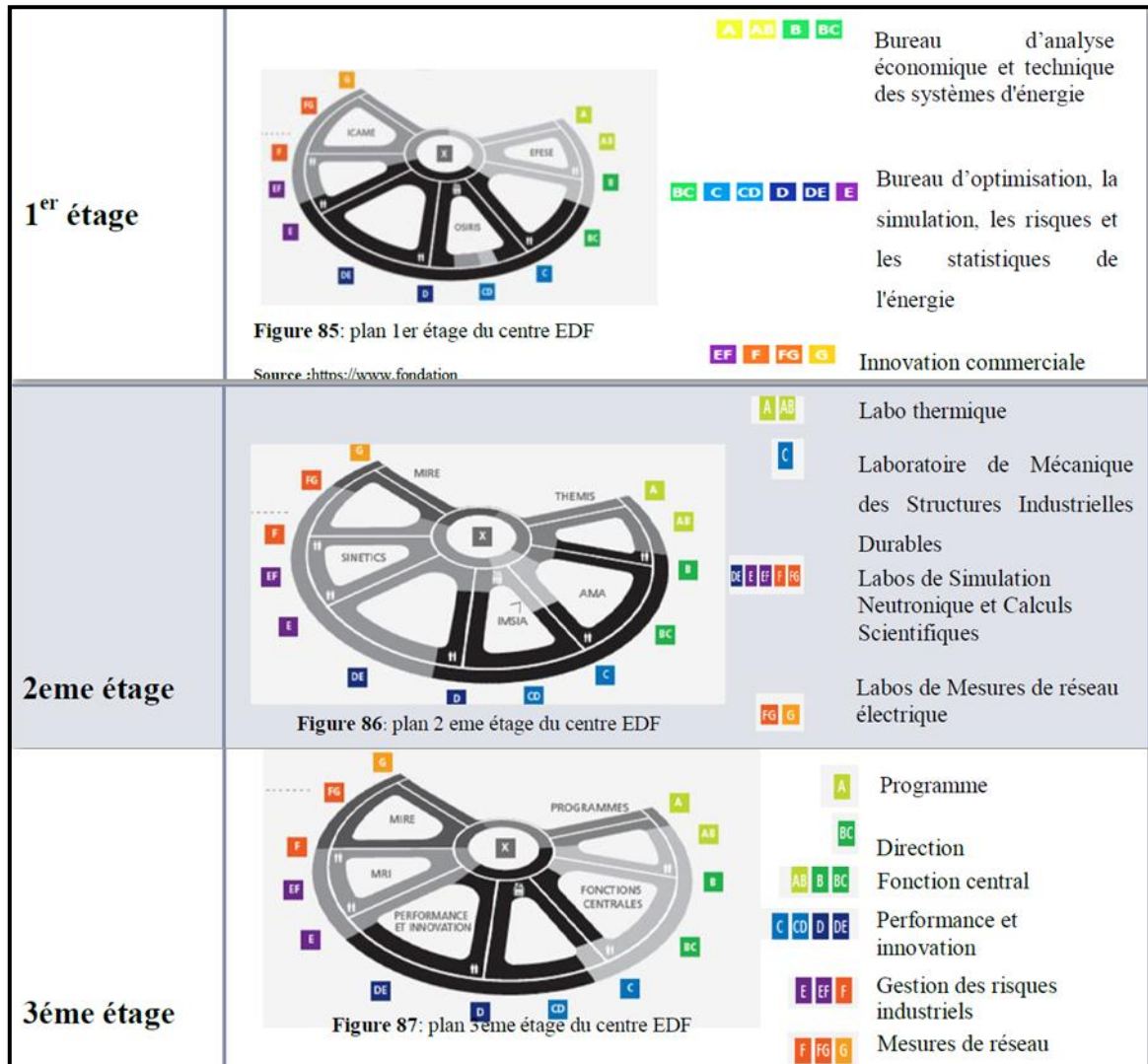
4. Aspect technique et fonctionnelle

a. L'organisation spatiale et fonctionnelle

■ Analyse des plans

Tableau 1 : Les différents plans [21]

Niveau	plan
RDC	 Figure 84: plan RDC de centre EDF - Hall d'essais - Bureaux - Espaces d'archives - Laboratoires - Auditorium - Espace de réception - Un business - Espace couvert - Restaurant - Escalier - Patio - Labo thermique - Cafeteria - Espace d'exposition - Labos de Simulation Neutronique et Calculs Scientifiques - Labos de Mesures de réseau



■ Organigramme fonctionnel

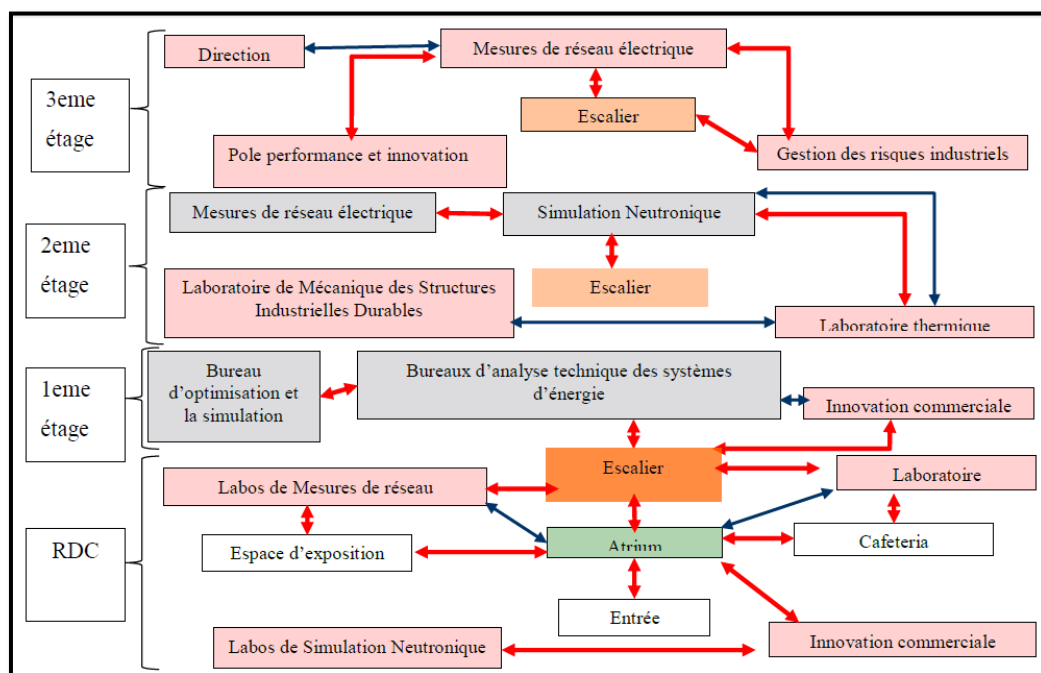


Figure 29: Organigramme fonctionnel du centre EDF

■ **Programme**

Tableau 2 : Programme du centre EDF

Niveau	Fonction	Espace
Sous-sol niveau -2	Stationnement	Parking salariés
Sous-sol niveau -1	Stationnement	Parc véhicules R&D
		Parking salariés
Rez-de-chaussée	accueil	Hall d'accueil
	Recherche	Labo thermique
		Innovation commerciale
		Labo Simulation Neutronique Technologie de l'Information et Calculs Scientifiques
		Labo Mesures de réseau électrique
	Culture	Espace d'exposition
		Médiathèque
		Auditorium
	service	Cafeteria
		Restaurant
1er étage	Administration	bureau d'analyse économique et technique des systèmes d'énergie
		bureau d'optimisation, la simulation, les risques et les statistiques pour les marchés de l'énergie
	recherche	Innovation commerciale
2eme étage		Laboratoire de Mécanique des Structures
	recherche	Industrielles Durables
		Simulation Neutronique Technologie de l'Information et Calculs Scientifiques
		Mesures de réseau électrique
3eme étage	Administration	Bureaux de directeur
	Recherche	Gestion des risques industriels
		Mesures de réseau électrique
		Pole performance et innovation

b. Structure



Figure 30 : Structure du centre EDF [24]

- Dalle en porte à faux avec des poteaux en retrait
- Matériaux : béton, verre

c. stratégie bioclimatique

Tableau 3: Stratégie bioclimatique du centre EDF

	Techniques	illustration
Système passif	une ventilation naturelle	
	six patios	
	Un triple vitrage	
Système actif	une pompe à chaleur	
	un principe de dalle active rayonnante qui utilise l'inertie thermique du béton des planchers.	
	cellules solaires photovoltaïques	

d. Ambiance intérieur



Figure 31 : Halle d'essais



Figure 32: Médiathèque



Figure 32 : Espace de travail



Figure 33 : Salle de réunion

Exemple 3 : Le centre d'excellence de technologies de construction durable et de l'énergie renouvelable (Canada)

1. Présentation

Un des bâtiments les plus durables du monde, Situé sur le campus Penticton du Collège Okanagan, Canada, ce projet qui s'étend sur 7 085 m², a ouvert ses portes aux étudiants en juin 2011, avec une structure qui est autant une leçon en soi.



Figure 33 : La façade principale du projet [25]



Figure 34 : Plan de masse du projet [17]

Conçu en tenant compte 2 fonctions essentielles :

- ✓ Il est très adaptable, afin de faciliter la modernisation des technologies.
- ✓ Il favorise l'innovation en conception, et développement de bâtiments écologiques.



Figure 35 : Plan d'implantation [25]

2. Le programme

Ce projet, accueillant 800 étudiants (500 places supplémentaires, 300 revenant d'espaces loués à Penticton), comprend :

- ✓ 14 salles de cours et laboratoires.
- ✓ 5 boutiques de commerce.
- ✓ Amphithéâtre pour 300 étudiants.



Figure 36 : Espace de circulation [25]

- ✓ 5 bureaux open-space.
- ✓ 7 salles de réunion.
- ✓ Restaurant et Cuisine centrale.
- ✓ Gymnase
- ✓ Salle de fitness.

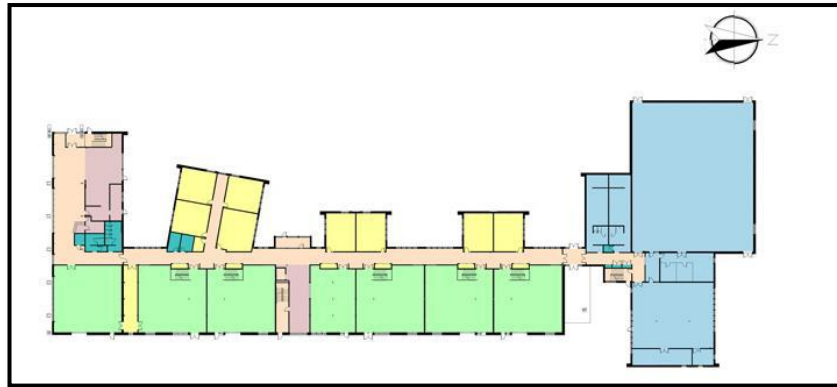


Figure 37 : Plan de RDC [25]

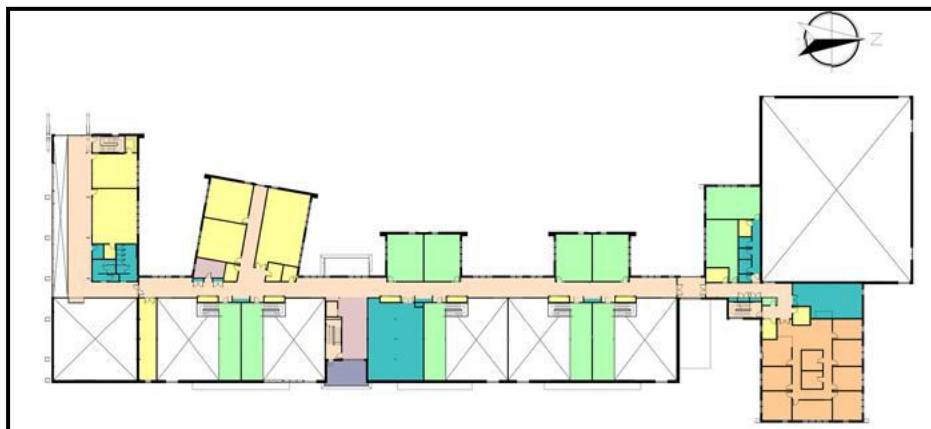


Figure 38 : Plan du 2 étages [25]

3. Technique de construction durable

- Des détecteurs de soleil, éclaircissant les zones sombres de l'immeuble.
- Les panneaux photovoltaïques pour produire de l'électricité.
- Des panneaux solaires à tubes sous vide assurent le chauffage de l'eau et répondent aux besoins du bâtiment en eau chaude.
- Puits de lumière tubulaire qui permettent à la lumière naturelle de pénétrer les espaces ci-dessous.
- La toiture jardin qui anime la vue Sur la terrasse et renouvèle l'air qui l'entoure.



Figure 39 : Les panneaux photovoltaïques et la toiture jardin [25]

- Les brise soleil, un système d'ombrage et de persiennes de ventilation qui réduit l'éblouissement et la surchauffe en été et permet un gain solaire en hiver.



Figure 40 : Position du soleil en été [25]

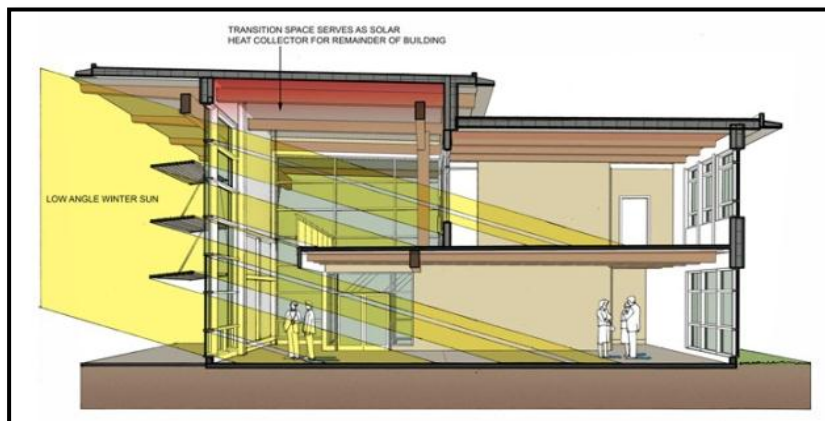


Figure 41 : Position du soleil en hiver [25]

- Cinq cheminées de ventilation d'une hauteur de 14 mètres longent le bâtiment et utilisent l'effet de tirage naturel de l'air chaud léger pour faire circuler l'air dans tout le bâtiment.



Figure 42 : Cheminées de ventilation [25]

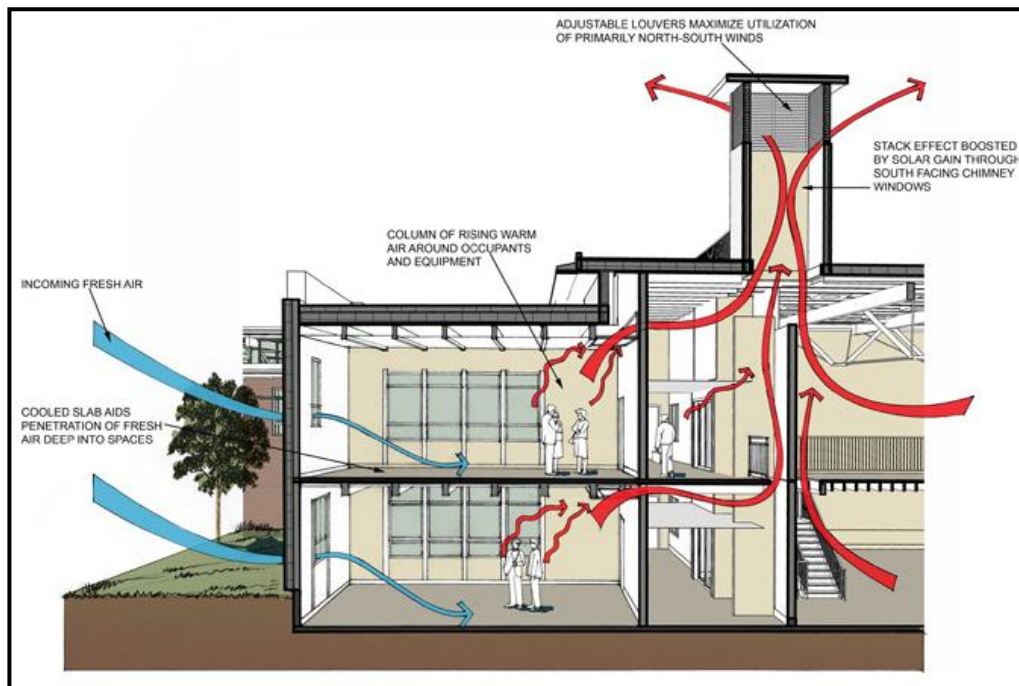


Figure 43 : La ventilation naturelle [25]

- Dans le gymnase, un système avant-gardiste de panneaux muraux préfabriqués en béton composite et lamellé-collé est équipé de systèmes de chauffage et de refroidissement rayonnants, ce qui améliore l'efficacité du chauffage.



Figure 44 : Les panneaux muraux [25]

- Murs rideaux pour favoriser une conservation optimale de l'énergie et l'utilisation du bois.



Figure 45 : Utilisation du bois [25]



Figure 46 : Murs rideaux [25]

Exemple 4 : Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables

1. Présentation

Inaugurée en 1999, l'Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables (URAER), rattachée au centre de développement des énergies renouvelables (CDER) est situé dans la belle ville de Ghardaïa (600 km d'Alger) et 1 kilomètre de l'aéroport. Surface de l'équipement : 6000 m².

Les moyens considérables mis dans la formation et la recherche dans le domaine des énergies renouvelables, comme le développement de l'équipement des laboratoires spécialisés ont permis à Algérie d'être un associé digne de confiance et expérimenté dans le domaine des énergies renouvelables.



Figure 47 : Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables [26]

2. L'objectif

L'ambition de l'URAER est de devenir une plate-forme internationale d'expérimentation et un nœud de communication de toutes les réalisations régionales dans le domaine des énergies renouvelables. L'unité à travers ces programmes de recherches essaie de contribuer à la maîtrise et au développement de ces technologies.

3. L'organigramme

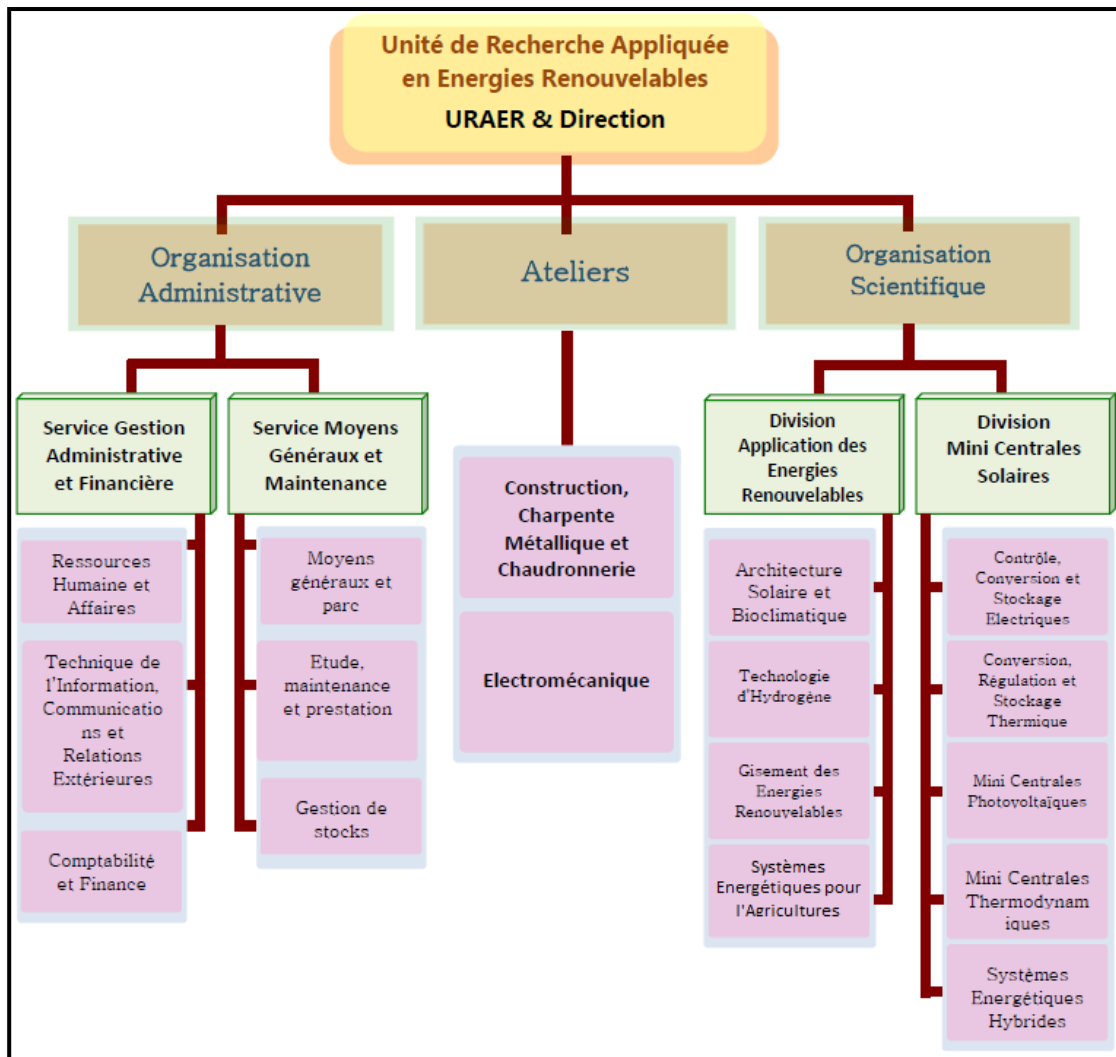


Figure 48 : Organigramme de l'URAER [26]

4. Le programme

Hall d'accueil ; Bureau de directeur ; Salle de réunion Bureaux des gestionnaires financières et de comptabilité ; Ateliers de recherche ; Salles de cours ; Laboratoire ; Bancs d'essais ; Espace de documentation ; Locaux techniques.



Figure 49 : Les espaces principaux de l'URAER [26]

IX. Etude comparative des exemples

1. Tableau comparative des programmes

Tableau 4 : Tableau comparative des programmes				
LE PROJET	Siège de l'agence andalouse de l'énergie	Le centre de recherche EDF Lab Paris-Saclay	Le centre d'excellence de technologies	Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables
LE PROGRAMME				
SITUATION	Site universitaire	Site universitaire	Site universitaire	Site universitaire
NOMBRE D'ACCUEIL ET SURFACE	1000 étudiants 11 000 m ²	1450 postes 50 000 m ²	800 étudiants 7 085 m ²	6000 m ²
LES DOMAINES DE RECHERCHES	L'énergie Renouvelable	Recherche et formation dans domaine d'énergie renouvelable	L'énergie Renouvelable et Construction durable	Energie Renouvelable
GABARIT	R+6	R+3	R+2	R+1
FORME	Compact	Eclaté	Compact	Compact
FAÇADE	- Les Panneaux industrialisés - Mur rideau	- Mur rideau	- Mur rideau - Utilisation du bois	- Construction ordinaire
RÉSUMÉ	- Notre institut doit avoir une superficie entre 6000 et 11000 m ² et servir à l'échelle nationale et accueillant un nombre de 800 étudiants.			

2. Tableau comparative des fonctions

Tableau 5 : Tableau comparative des fonctions				
LE PROJET	Siège de l'agence andalouse de l'énergie	Le centre de recherche EDF Lab Paris-Saclay	Le centre d'excellence de technologies	Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables
LA FONCTION				
FONCTION D'ACCUEIL	-l'accueil du public -hall d'exposition temporaire	Hall d'accueil	espace d'attentes	Hall d'accueil
RÉSUMÉ	- Réception espace d'accueil -hall d'exposition.			
FONCTION ADMINISTRATIVE	- Bureaux des gestionnaires administratives - Salle de réunion - Gestionnaires des espaces de recherche	- Bureaux de directeur -Bureaux	5 Bureaux open-space	- Bureau de directeur -Salle de réunion Bureaux des gestionnaires
RÉSUMÉ	- Les différents bureaux de gestionnaires (5-10). 15 m ² bureaux des enseignants - Bureau d'information scientifique et Technique - Salle de réunion			
FONCTION RECHERCHE ET FORMATION	- 16 Salle des cours - laboratoires une salle polyvalente de 250 places -25 Atelier de recherche	- Laboratoires thermique - Bureau d'analyse économique et technique des systèmes d'énergie - Pole performance et innovation - Salle de réunion et de formation	-8 salles de cours - 6 Laboratoires -Amphithéâtre pour 300 étudiant -Ateliers de recherche	- Ateliers de recherche - Salles de cours - Laboratoire - Bancs d'essais
RÉSUMÉ	- Salles des cours (08-20) - Laboratoires (06 -20) - Une salle polyvalente (plus de200 places) - Amphithéâtre - Atelier de recherche (08-20)			

3. Tableau comparative des techniques

Tableau 6 : Tableau comparative des techniques

LE PROJET	Siège de l'agence andalouse de l'énergie 	Le centre de recherche EDF Lab Paris-Saclay 	Le centre d'excellence de technologies 	Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables 
LA TECHNIQUE	▪ Un ouvrage bioclimatique. ▪ Un nouveau système de façade Géodésique . ▪ Des installations techniques : - échangeur de chaleur (tube enterrés) - Puits de lumière. - Cheminée solaire (l'extraction de l'air réchauffé) - Des panneaux industrialisés et des capteurs thermiques - Collons de ventilation - Toiture technique	▪ Un triple vitrage ▪ Un principe de dalle active ▪ Une ventilation naturelle ▪ Utilisation de la pompe à chaleur ▪ Utilisation des cellules solaires photovoltaïques	▪ Le projet est 100% en B.C.Bois : architecture bioclimatique. ▪ Installation de solaire thermique et photovoltaïque. ▪ Irrigation des espaces vert à partir de recyclage des eaux usée de l'équipement.	▪ Modules photovoltaïques
RÉSUMÉ	- Une conception thermique et bioclimatique. - Des installations techniques, thermique et photovoltaïque. - Cheminée solaire pour l'extraction de l'air réchauffé. - Ventilation naturelle, climatisation. - Toiture technique. - Isolation des parties par l'intérieur et l'extérieur. - Recyclage des eaux usée de l'équipement.			

4. Recommandations

Les critères qu'on a pu retenir après cette analyse thématique sont :

▪ L'emplacement du site

- Un site universitaire.
- Ensoleillement favorable pour l'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque et thermique.
- Une grande superficie pour profiter de grands champs d'essais.
- Une visibilité appréciable et une accessibilité au site.

▪ L'accessibilité au projet

- On doit distinguer ou séparer les accès piétons, mécaniques, publics, privés, chercheurs et administratif.

▪ La forme, la structure et l'architecture

- Le projet doit avoir une forme compacte.
- Il doit aussi être construit avec des matériaux écologiques et modernes.
- Etre autonome au niveau de la production d'énergie (reflet l'intérêt de l'utilisation des énergies renouvelables).

▪ La conception

- L'espace de recherche doit être un espace fermé pour les chercheurs.
- La séparation des fonctions (recherche, service, exposition).
- Prévoir un espace de réunion, espace de convivialité entre les chercheurs.
- Créer une multifonctionnalité occasionnelle des espaces (service, recherche, formation...etc.).

▪ La programmation

Nous avons mis en point cinq grandes fonctions :



Figure 50 : Les entités principales de notre projet

Tableau 7 : Programme de base tiré de l'analyse des exemples

Fonction	Espace
Accueil	- Hall d'accueil - Hall d'exposition
Administratif	- Bureau de direction générale - Bureau de secrétaire - Salle de réunion - Espace d'archive
Recherche	- Laboratoires : ▪ Thermique - Photovoltaïque ▪ Biomasse ▪ Géothermique ▪ L'efficacité énergétique - Ateliers - Bureaux de modalisation - Salles de cours - Salle conférence
Repos et détente	- Restaurant - Cafeteria - Bibliothèque
Hébergement	- Chambres

Chapitre III :

APPROCHE
CONTEXTUELLE

Chapitre III : APPROCHE CONTEXTUELLE

I. Présentation de la commune de Boussaâda

1. La situation

✓ La situation géographique :

- 245 km au sud-est d'Alger
- 75 km au sud-ouest de wilaya de M'SILA

✓ La situation astronomique :

- Latitude : $35^{\circ},13'$ nord
- Longitude : $01^{\circ},05'$ est
- Altitude : 550 m

✓ La superficie de 255 Km²

✓ Située sur l'axe de la route nationale RN°8

(Boussaâda –Alger) et la RN°46 (Biskra – Djelfa).

✓ La population selon 2008 :123236 (13,56 % de la population totale de la wilaya de Msila)

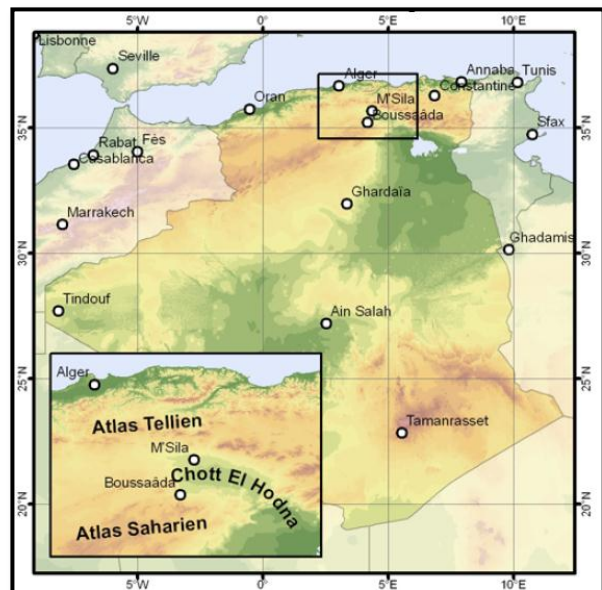


Figure 51 : Localisation de la commune de Boussaâda [27]

2. Les limites de la commune

- Au Nord-est, par la commune de Maarif.
- A l'Est, par la commune d'El-Houamed.
- A l'Ouest, par la commune de Tamsa.
- Au Sud-est, par la commune d'Oueltem.
- Au sud-ouest par la commune d'El-Hamel.

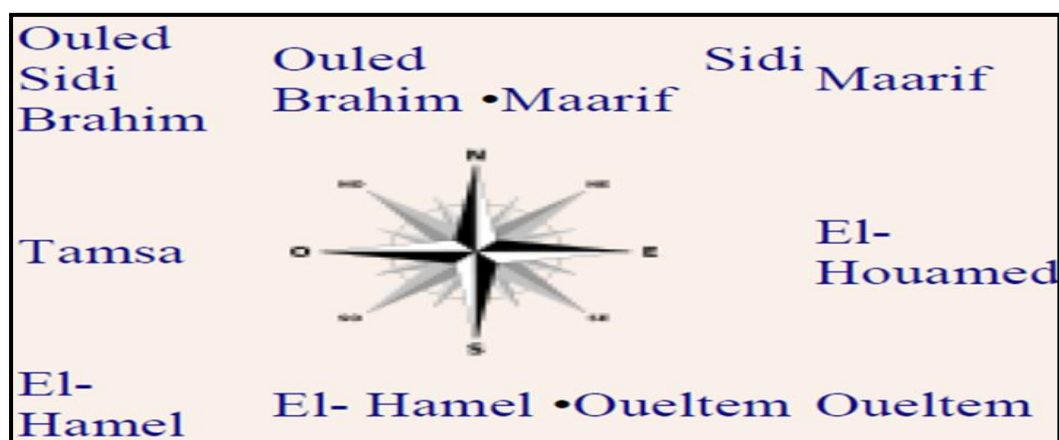


Figure 52 : Les communes limitrophes de Boussaâda [27]

3. La géologie

Les géographes s'accordent pour subdiviser le Hodna en quatre zones distinctes : la montagne, la plaine, le chott et le R'mel.

- Les montagnes : Fournissent les principaux cours d'eau qui arrosent la dépression.
- La plaine : La plaine est ouverte, à l'est, sur les Hautes Plaines constantinoises et à l'ouest, sur le Tell algérois.
- Le chott : Le chott borde la sebkha et comporte une végétation « haliophile » et des touffes plutôt rares d'alfa.
- Le R'mel : (sable) Il est constitué de la zone sableuse comprise entre le chott et la limite méridionale de la plaine (Boussaâda) [28].

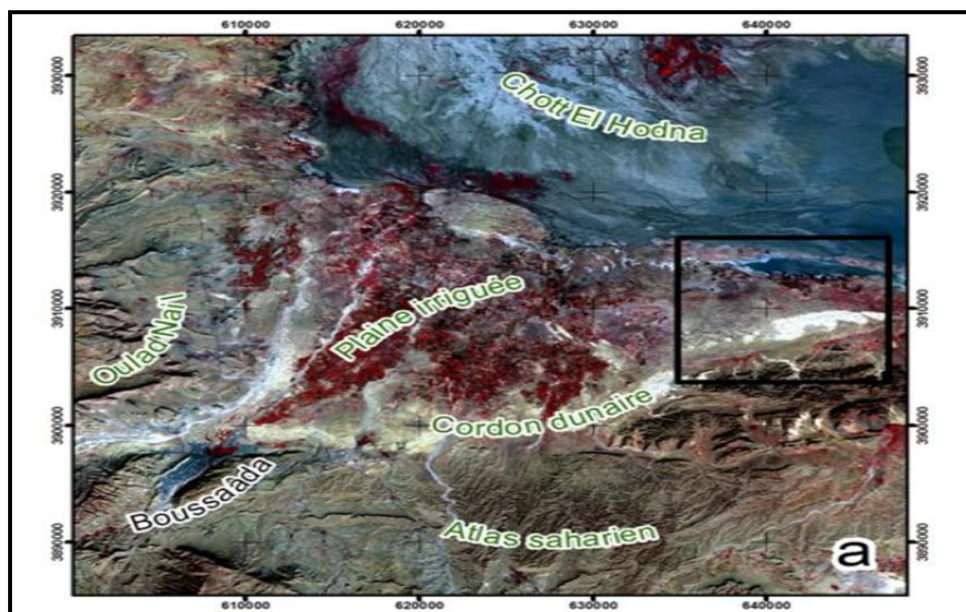


Figure 53 : La ville de Boussaâda dans son contexte naturelle environnant [26]

4. L'eau

Le réseau hydrographique de Boussaâda est structuré principalement par les deux oueds : Oued Maïtar et Oued de Boussaâda ainsi qu'un réseau de talwegs et chaâba. Ce réseau fait partie du bassin versant du Hodna, qui indique clairement le drainage des pluies tombant vers cette cuvette [12].

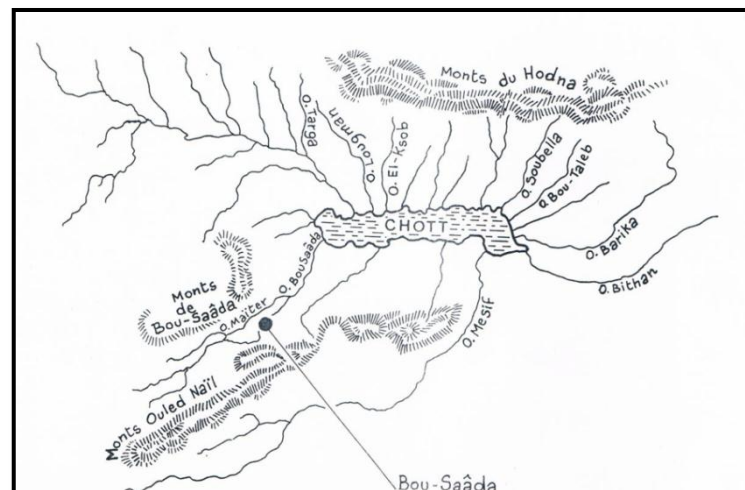


Figure 54 : Carte Hydrographique du Hodna [29]

II. L'évolution de la ville de Boussaâda

1. Boussaâda avant colonisation

- ✓ Le premier parcouru romain été le première axe structurant la ville de Boussaâda (est-ouest).

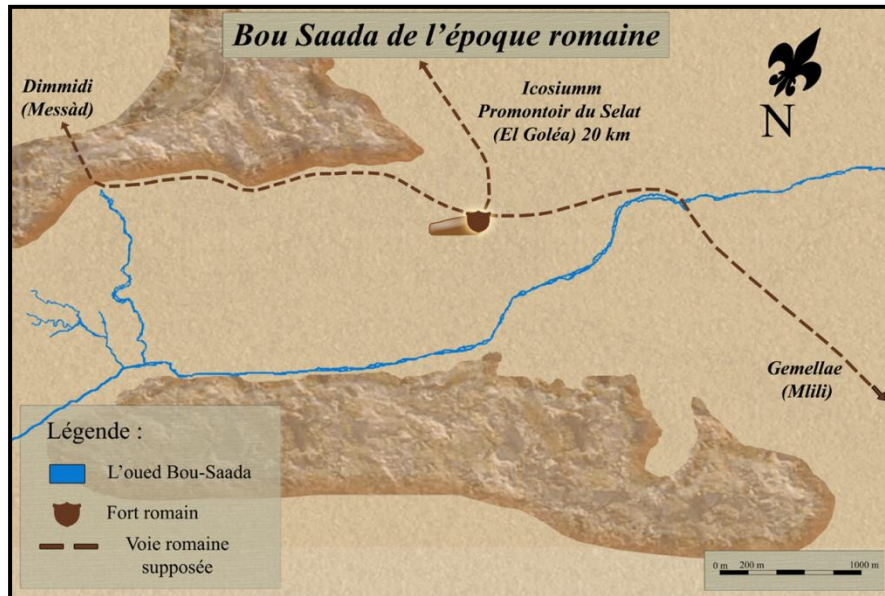


Figure 55 : Boussaâda de l'époque romaine [30]

- ✓ Le premier édifice de l'oasis est une mosquée djamaa El-Nakhla.
- ✓ L'implantation du Ksar a été dictée pour assurer la survie quotidienne des habitants par la présence :
 - d'un point d'eau (l'oued).
 - d'une oasis (la palmeraie).
 - d'un carrefour idéal d'échange culturel et économique.

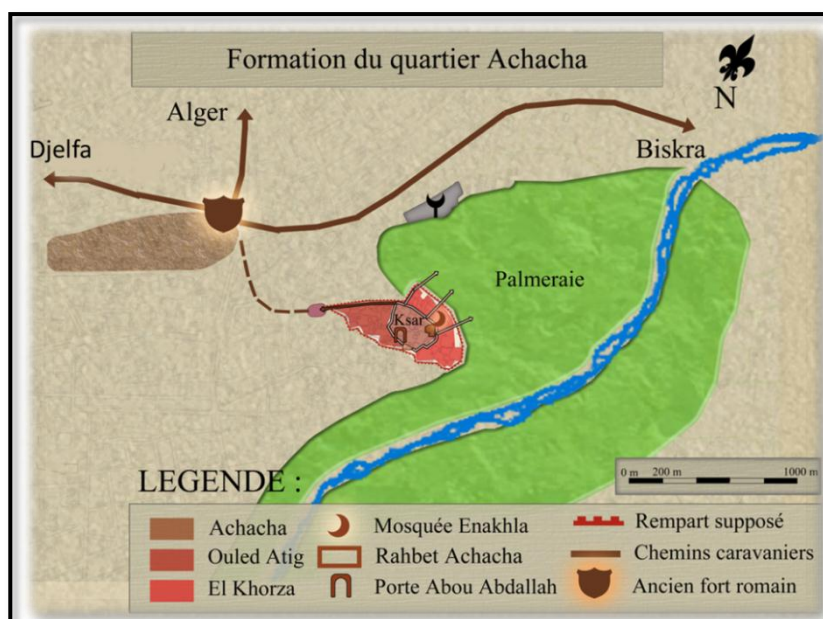


Figure 56 : Boussaâda avant colonisation [30]

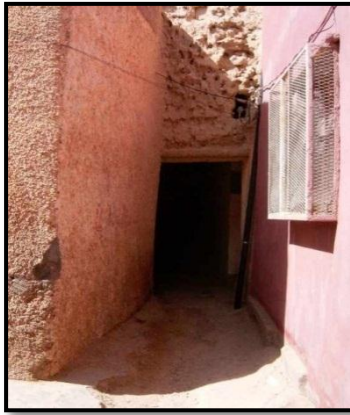


Figure 57 : L'impasse Fermée

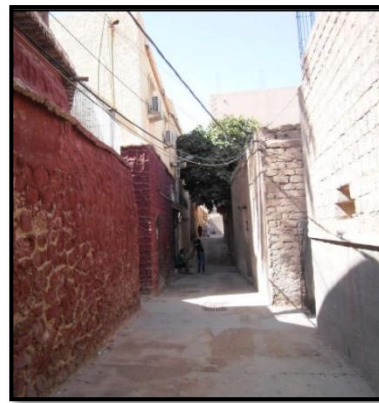


Figure 58 : Rue de mosquée d'Ennakhla

2. Boussaâda pendant colonisation

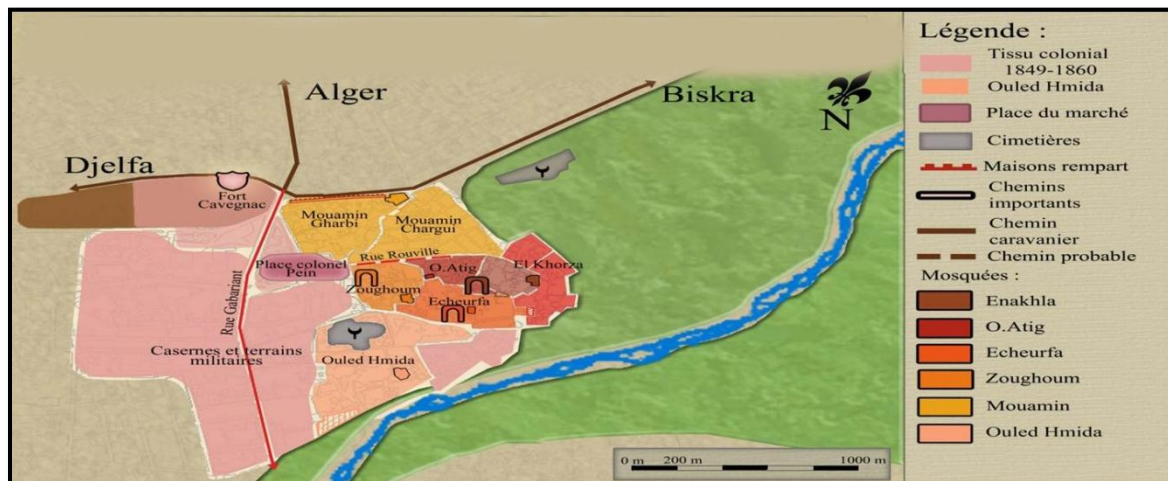


Figure 59 : première période coloniale [30]

- ✓ La ville au début de la colonisation, été déjà bâti en amphithéâtre dans le point culminant "fort Cavaignac".
- ✓ En 1860 le quartier européen prend naissance (Plateau).
- ✓ Au début des années 1900 une chaîne hôtelière composée de six hôtels (Beau-Séjour Kardada – Caïd) va structurer Une rue Gabariant.
- ✓ Etape par étape la ville continue son évolution du côté Sud-ouest par le quartier européen (Staih).



Figure 60 : Hôtel Beau Séjour

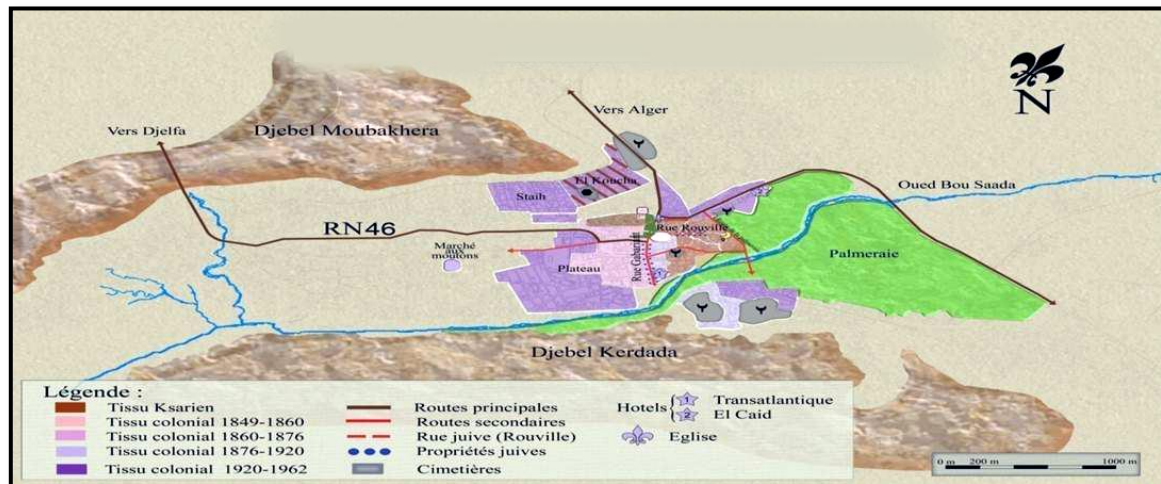


Figure 61 : Dernière période coloniale [30]

3. Boussaâda après colonisation

- ✓ La ville va continuer son extension vers l'ouest et le sud-ouest parce qu'elle est éternée entre les montagnes à l'ouest la palmeraie à l'est et les dunes au nord,
- ✓ La ville va aussi se développer au niveau de la palmerais vers l'est de part et d'autre part au route de Biskra,
- ✓ La nouvelle ville Boussaâda Djidida (Albatten) a été construite en 1993 au nord, nord-ouest à proximité de la RN8.

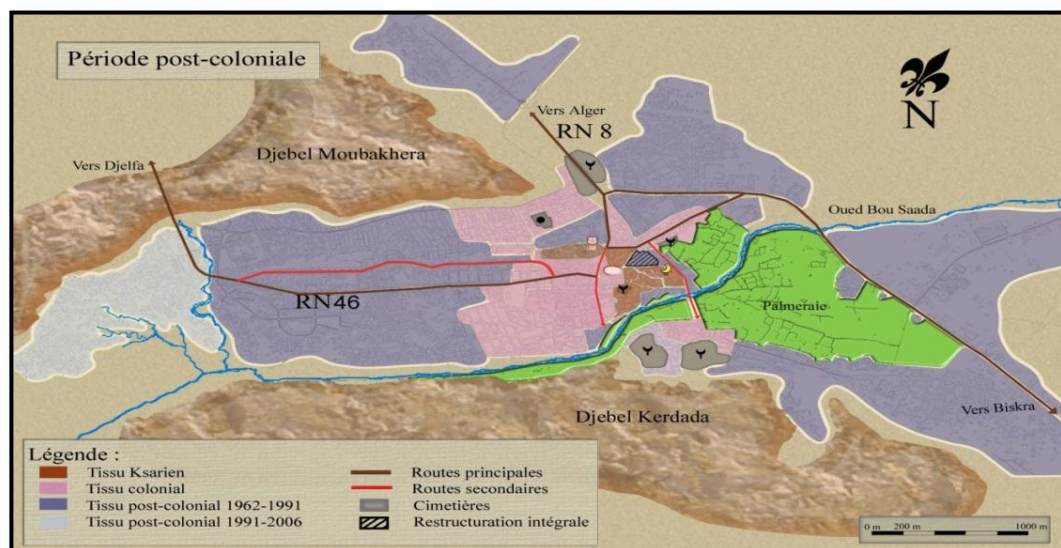


Figure 62 : Boussaâda après colonisation [30]

III. Le cadre climatologique

1. La zone climatique

La ville de Boussaâda se situe dans les zones climatiques D « Présaharien et saharien ». Le climat Présaharien ou saharien quant à lui est caractérisé par l'intensité du rayonnement solaire et une faible humidité, d'où le caractère du climat aride. L'absence de nuages favorise une forte amplitude de température. La période froide est plus courte avec des jours modérés et des nuits très froides. L'été est très chaud et rigoureux, les températures atteignent les 45°C à l'ombre avec les vents intenses de siroco.

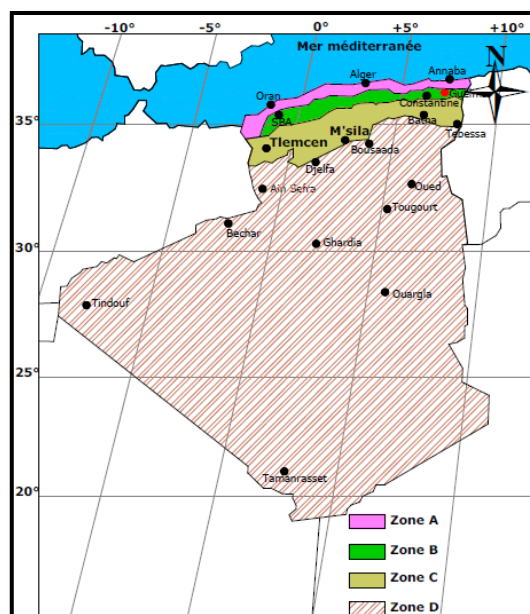


Figure 63 : Classification du climat en Algérie [31]

Zone A : Littoral marin
Zone B : Arrière littoral montagne
Zone C : Hauts plateaux
Zone D : Présaharien et saharien

2. La température

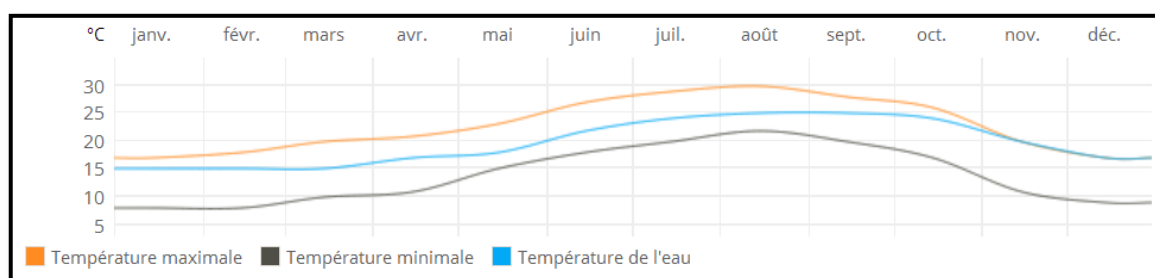


Figure 64 : La température de Boussaâda – 2016 [32]

L'examen de courbe de température permet de faire les remarques suivantes :

- ✓ Le mois d'août correspond au mois le plus chaud (30 °C).
- ✓ Décembre, janvier et février sont les mois les plus froids (6,2 °C).

3. L'ensoleillement

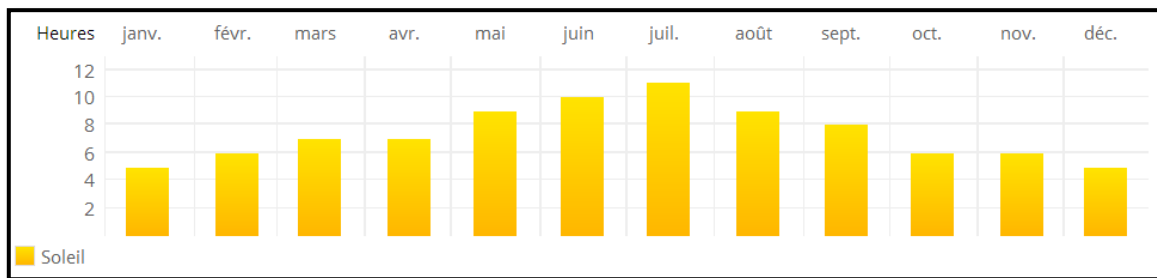


Figure 65 : L'ensoleillement de Boussaâda – 2016 [32]

- ❖ En doit adapté :
- ✓ Une enveloppe isolée, de forte inertie, afin de minimiser les pertes d'énergie.
- ✓ Capturer de l'énergie solaire en hiver par des baies vitrées qui seront protégées pendant la période estivale.

4. La pluviométrie

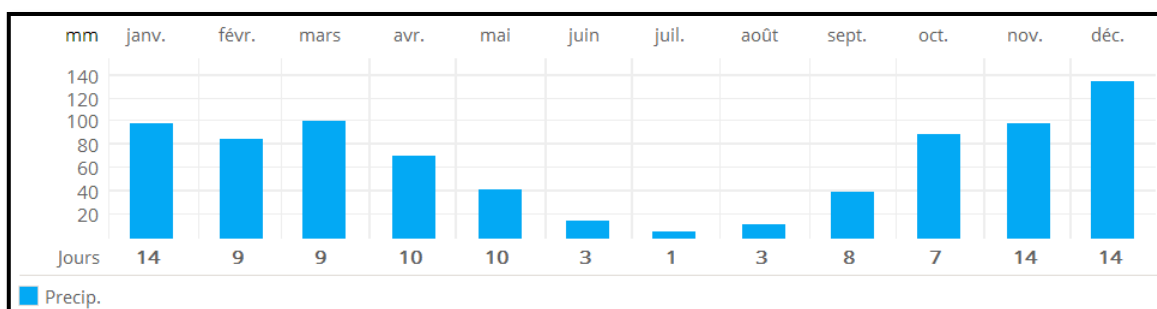


Figure 67 : La pluviométrie de Boussaâda – 2016 [32]

- ❖ La pluviométrie la plus faible (6 mm/mois) en Juillet.
- ❖ Les précipitations les plus importantes se situent quant à elles en Janvier et Avril (plus de 100 mm/mois).

5. L'humidité relative

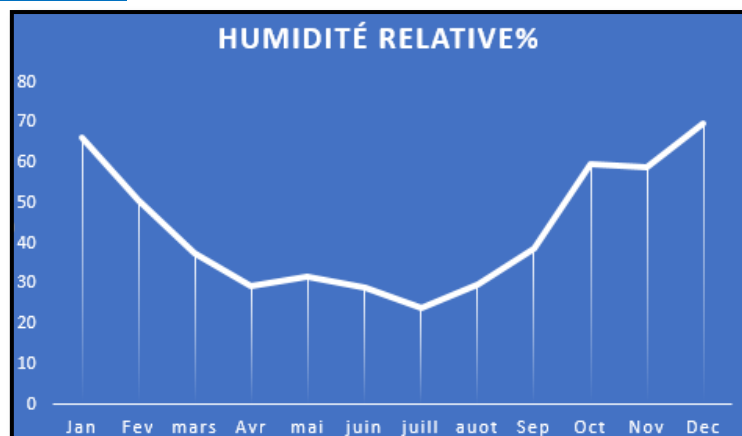


Figure 68 : L'humidité relative de Boussaâda 2003/2013 [32]

- ❖ Les résultats d'observations à partir de la courbe montrée que les humidités coïncident à peu près et varient pendant l'année entre un maximum de 70 % en Décembre et un minimum de 30% en Juillet.

6. Les vents

La ville de Boussaâda reçoit, pendant l'hiver, les vents du Nord-est froids et secs, et en été, du Sud-ouest, un vent-chaud et étouffant, qui souffle parfois pendant des semaines entières, avec une extrême violence, pendant quatre mois d'été.

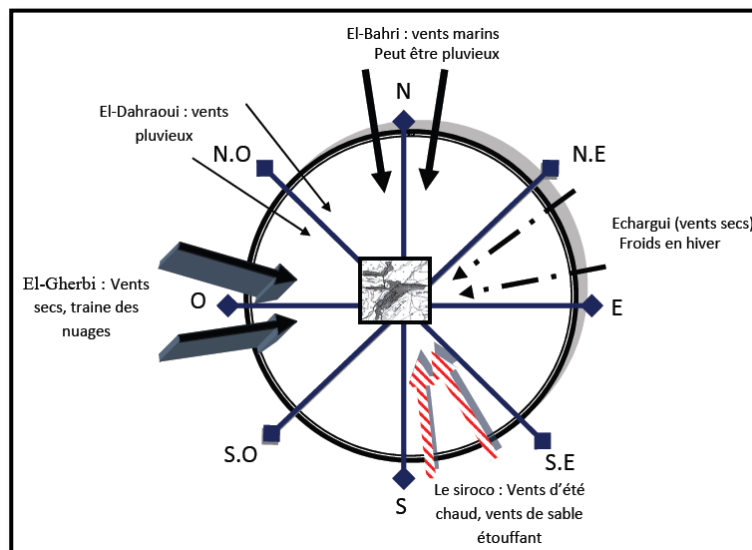


Figure 70 : Les vents à Boussaâda [29]

Bou-Saada subit 5 types de vents :

- Le sirocco : vent estival, dit « El-guebli », le plus redoutable, soufflant pendant un mois brûlant la végétation, dessèche l'atmosphère.
- Le vent de l'ouest : « El-gherbi », un vent sec qui drame des nuages non pluvieux pour autant.
- Le vent du nord, nord-ouest : « Dhahraoui », hivernal porteur du froid et de l'humidité septentrional; il peut être pluvieux.
- Le vent du nord, nord-ouest : « el-behri », un vent marin humide souvent pluvieux.
- Le vent de l'est : « El-chergui » hivernal passant par les monts des Aurès, porteur du froid et sec [13].

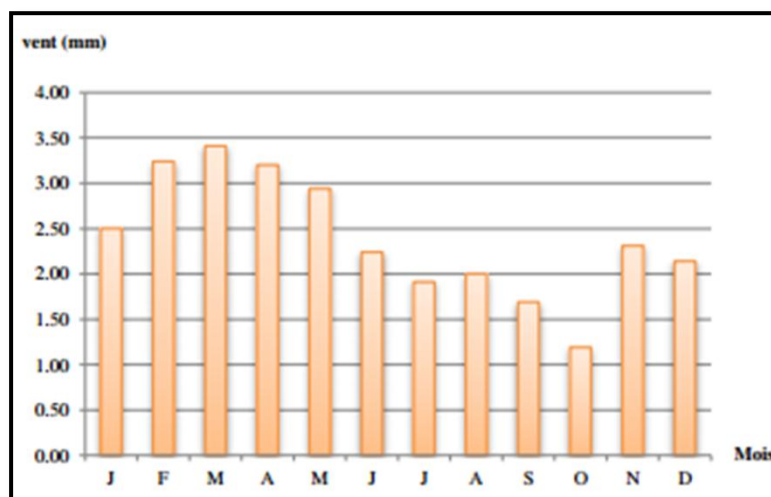


Figure 71 : Vitesse moyenne des vents de l'année 2003/2013 [32]

- ✓ La figure précédent montre que :
- ❖ La vitesse maximale des vents c'est 3,40 mm en Mars.
- ❖ La vitesse minimale des vents c'est 1,20 mm en Octobre.
- ✓ On doit adapter :
- ❖ Une forme aérodynamique afin d'exposés certains espaces au vent dominant.
- ❖ Contrôler sa vitesse et la diminuer.
- ❖ Crée des cours d'eau pour le refroidissement des vents de sirocco.

7. Le confort thermique

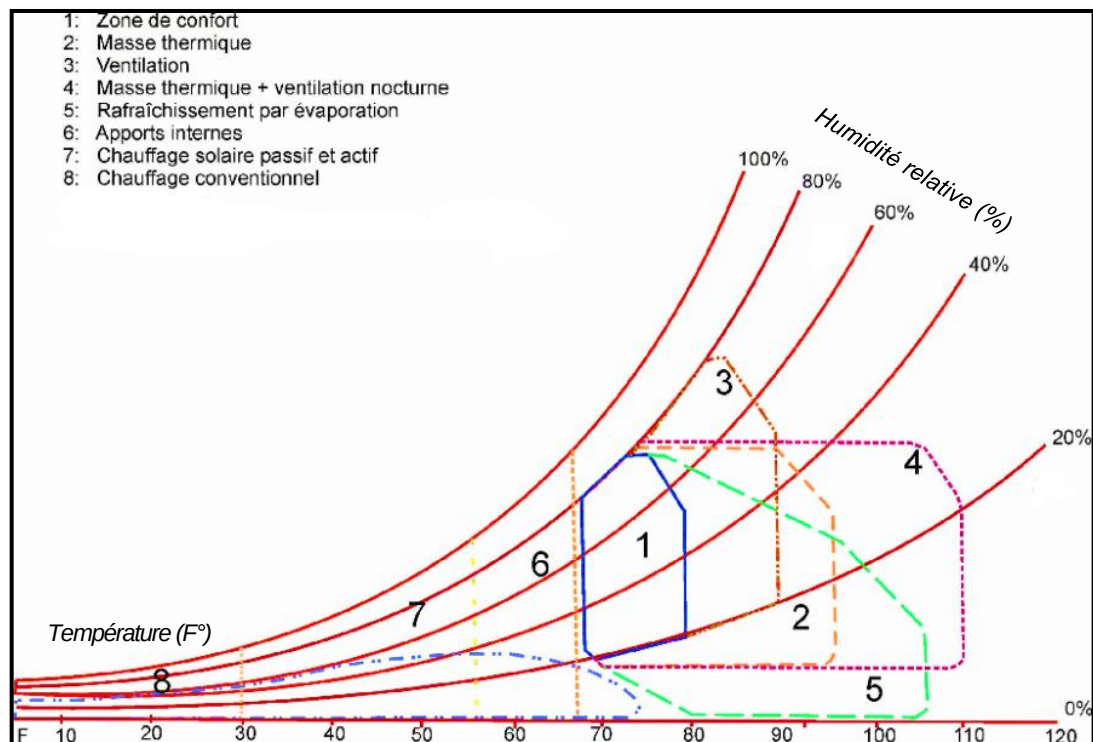


Figure 72 : Le diagramme bioclimatique de GIVONI sur l'année à Boussaâda [33]

- ✓ Interprétation :

La lecture du diagramme de Givoni permet d'établir les recommandations suivantes pour le site de Bou Saada :

- un système actif est nécessaire seulement la nuit pour les mois de Décembre, Janvier et Février.
- un système passif est nécessaire le mois de Novembre (nuit), Décembre , Janvier et Février (jour), Mars et Avril (nuit).
- Les gains internes suffisent pour atteindre le confort, donc le chauffage n'est pas nécessaire durant le mois d'Octobre (nuit), Novembre (jour), Avril (jour) et Mai (nuit).
- Période de confort durant laquelle ni le chauffage ni la ventilation ne sont nécessaires: Mai (jour), Juin (nuit), Octobre (jour), et Septembre (nuit).
- Pendant la période d'été, on a recours à la masse thermique Juin (jour), Juillet, Août, Septembre (jour).

IV. Analyse urbaine de la ville de Boussaâda

1. Les différentes zones et les servitudes

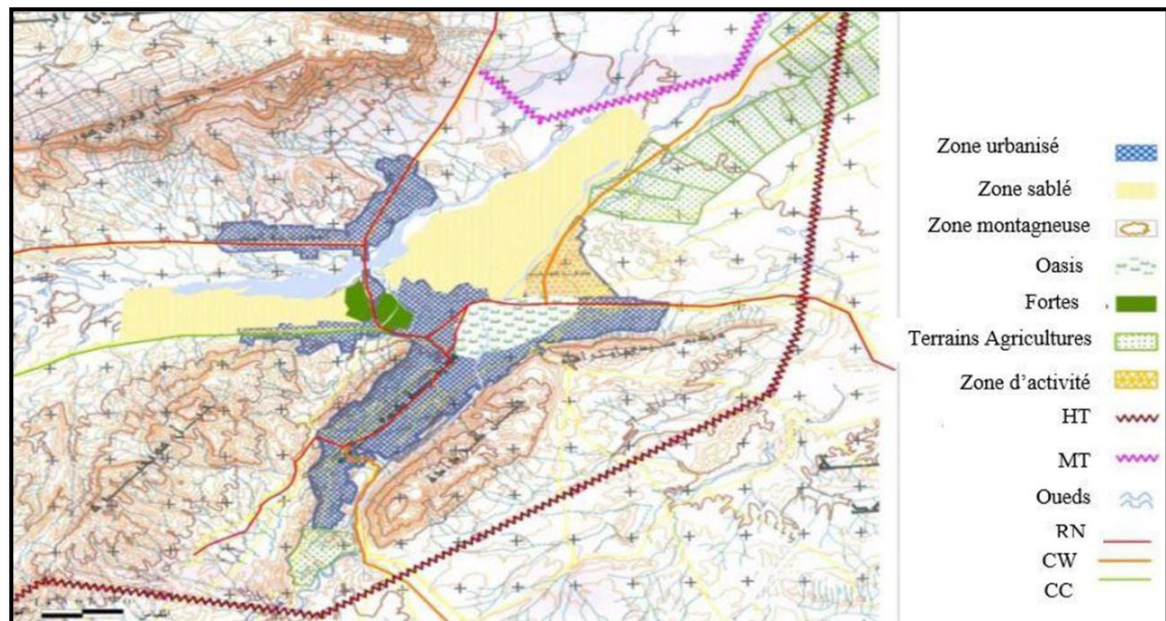


Figure 73 : Les différentes zones et les servitudes de la ville de Boussaâda [28]

2. Les repères principaux

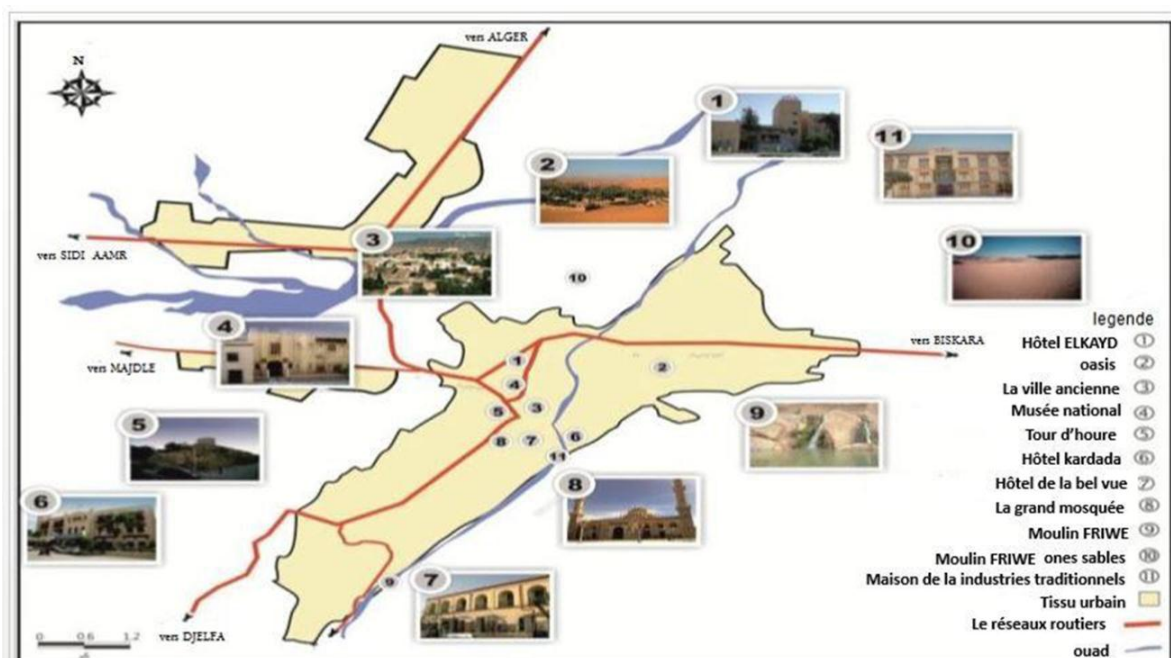


Figure 74 : Les repères principaux de la ville de Boussaâda [28]

V. Analyse du site d'intervention

1. Motivation du choix de site

Pour le choix du site, on s'est basé sur certains critères parmi eux :

- ✓ La facilité d'accessibilité au terrain, la visibilité appréciable.
- ✓ Ensoleillement favorable pour l'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque et thermique.
- ✓ Le site est bien aéré.
- ✓ Une grande superficie pour profiter de grands champs d'essais.
- ✓ La présence des terres agricoles c'est une source de matières organiques et végétales pour la biomasse.
- ✓ La présence d'université de la formation sempiternelle sur 1 Km du site.

2. La situation

Le site se situe à proximité de la zone d'agricole de la ville de Boussaâda au Nord-est, à côté de la route nationale 46.

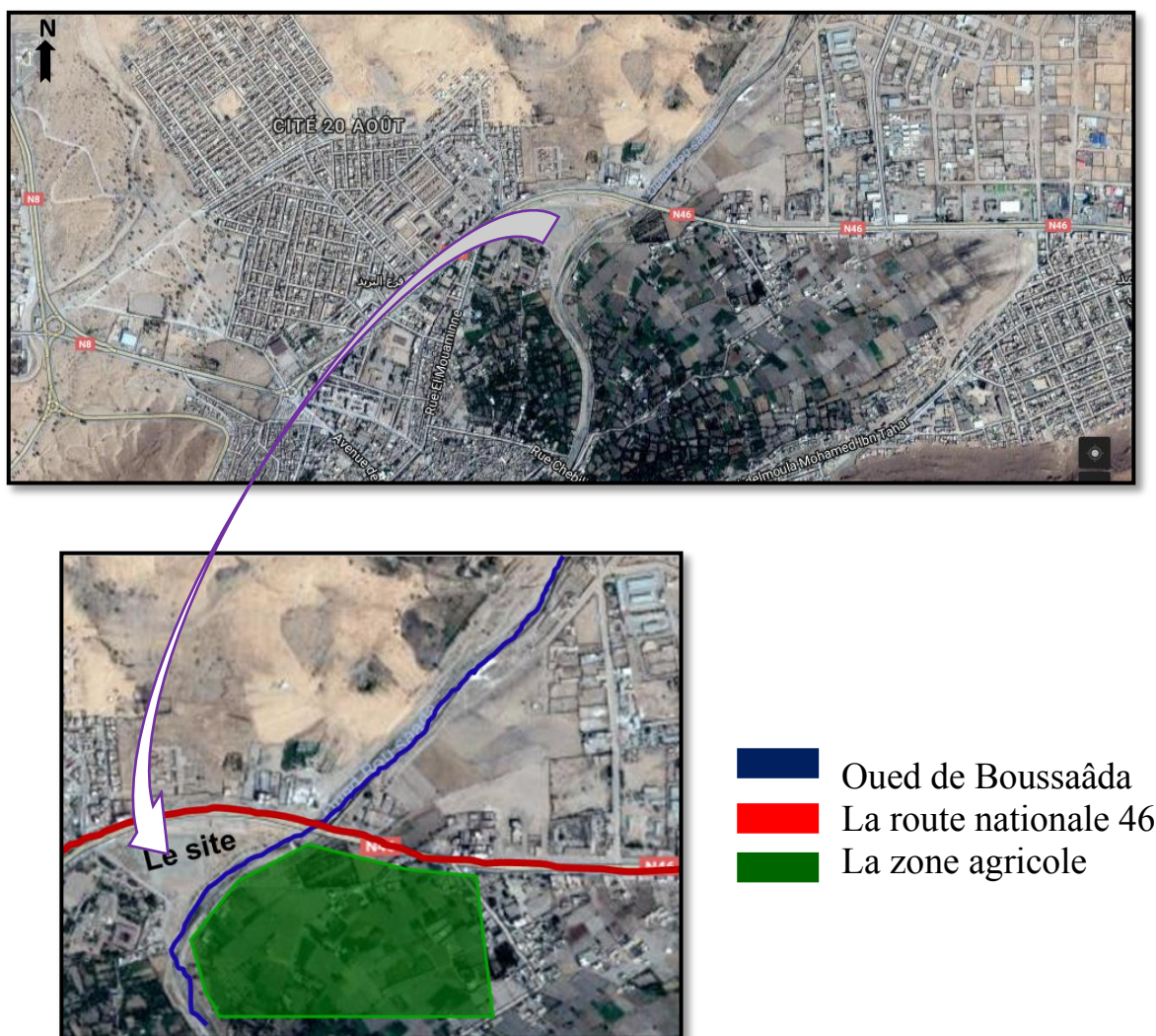


Figure 75 : La situation du site d'intervention [17]

3. Le voisinage

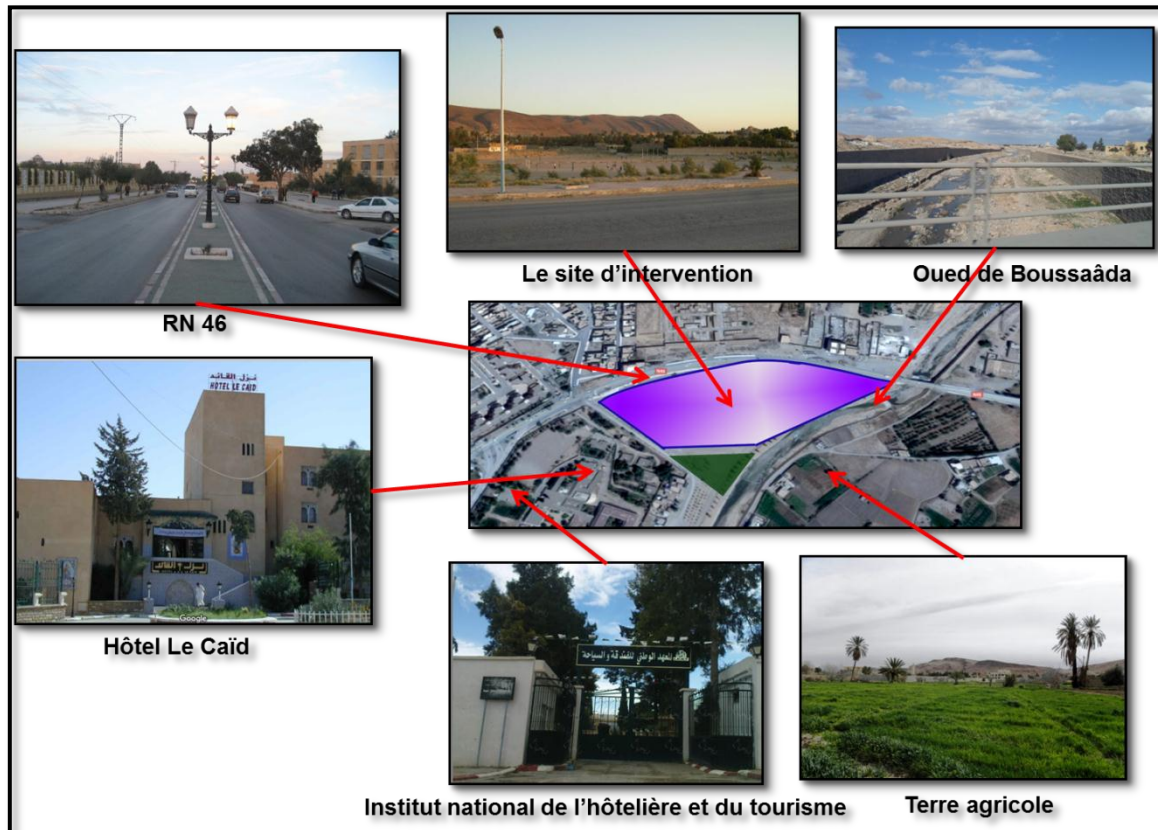


Figure 76 : Le voisinage du site

4. Surface et topographie

Le terrain est de forme quadrilatère. Il est limité du côté Nord par la RN 46, du côté Sud-Est par L'oued de Boussaâda, du côté Ouest par d'une piste.

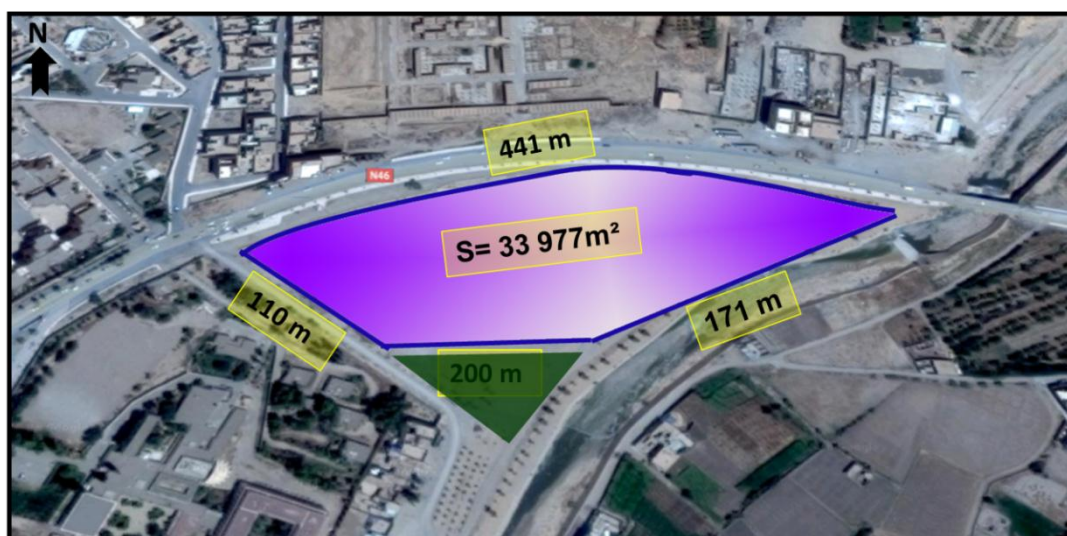


Figure 77 : Les dimensions du terrain

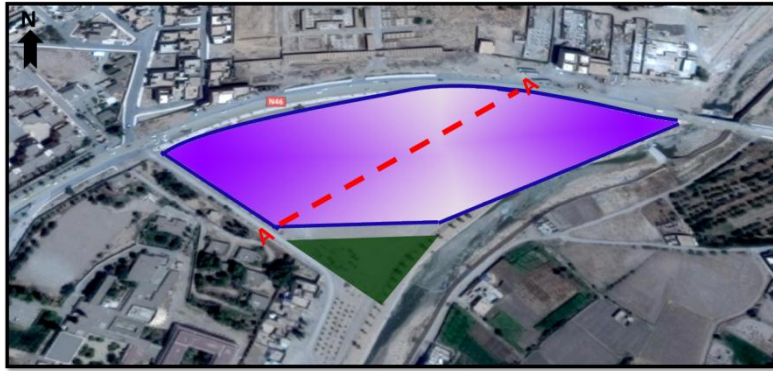


Figure 78 : Coupe : A-A

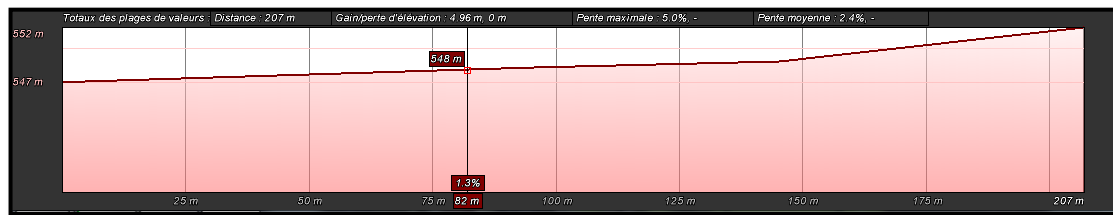


Figure 79 : La pente du terrain (coupe A-A)

- La pente moyenne est 2.4%.

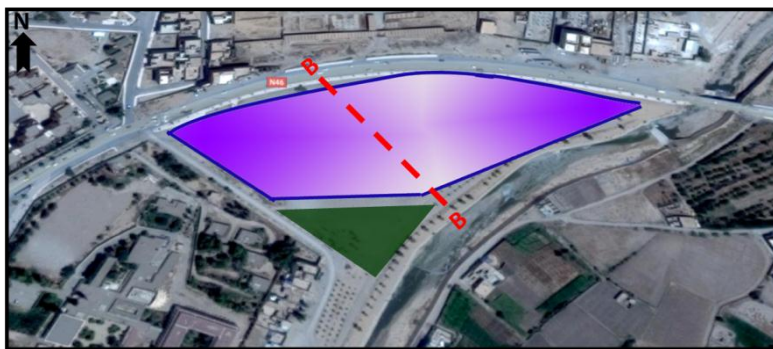


Figure 80 : Coupe : B-B

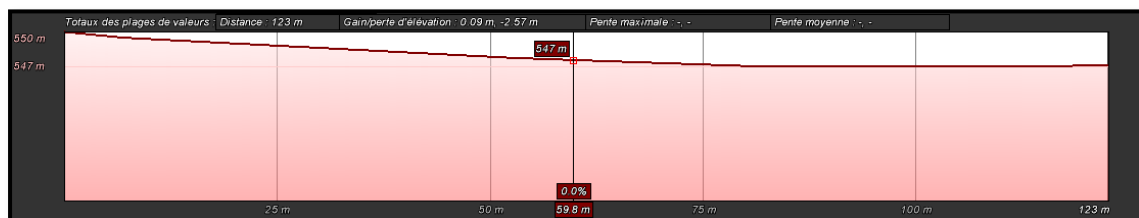


Figure 81 : La pente du terrain (coupe B-B)

- La pente moyenne est 1%.
- ✓ On remarque que la topographie du terrain en pente légère.

5. L'ensoleillement et les vents

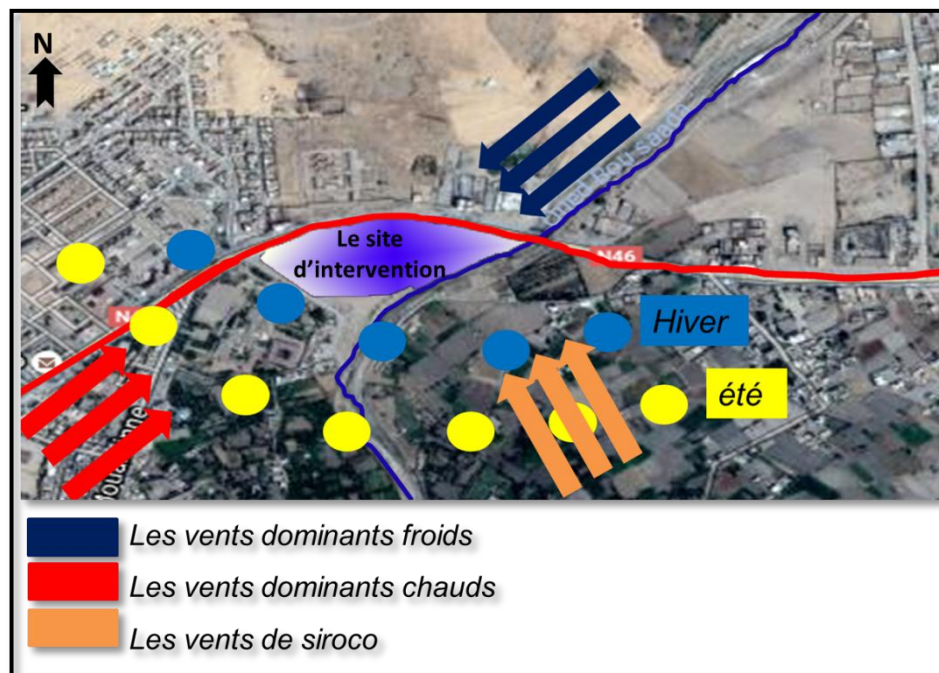


Figure 82 : L'ensoleillement et les vents

6. Synthèse

- ✓ La ville de Boussaâda présente un carrefour important reliant les trois régions de Biskra, Djelfa et Msila.
- ✓ La position géographique du Boussaâda par sa proximité de la capitale : elle est l'oasis la plus proche (250 km).
- ✓ La bonne accessibilité, grâce à l'intersection de trois axes nationaux : la RN°08, RN°46, et RN°89.
- ✓ Les valeurs historiques et le patrimoine culturel et artistique qui a attiré nombreux artistes.
- ✓ La potentialité touristique importante de la ville.
- ✓ La palmeraie occupe une partie importante, qui joue le rôle d'un poumon pour la ville.
- ✓ La ville de Boussaâda a vu son tissu urbain évoluer pendant les dernières décennies à travers de nouveaux modes d'administration et de valorisation économique.

Chapitre IV :
APPROCHE
ARCHITECTURALE

Chapitre IV : APPROCHE ARCHITECTURALE

I. Programmation

1. Programme Quantitatif

Tableau 8 : Programme quantitatif du projet

FONCTIONS PRINCIPALES	ESPACES	SURFACES m ²
Accueil	-Hall d'accueil	200
	-espace d'accueil	200
	-espace d'exposition	200
Surface totale	600 m ²	
Administration	Espace d'attente	30
	Bureau de direction général + bureau de secrétaire	25 12
	Bureau d'acquisition	15
	Bureau d'information scientifiques valorisation de résultats des recherches	15
	Bureau de comptabilité	15
	Bureau de service de coordination	15
	Bureau de scolarité	15
	Espace d'archive	12
Surface totale	154 m ²	
Recherche	DEPARTEMENT SOLAIRE	
	-Recherche:-Laboratoires photovoltaïques	2×50
	-Laboratoires thermiques	3×50
	-Bureau de chercheurs	5×12
	-Expérimentation:	
	-Atelier électrotechnique	100
	-Atelier de captages	2×60
	-Atelier de maintenance	100
	-Pédagogique:	
	-Salles de cours	2×60
	DEPARTEMENT GEOTHERMIQUE	
	-Recherche:	
	-Laboratoires	5×60
	-Bureau de chercheurs	5×12
	-Expérimentation:	
	-Ateliers d'essais	150
	-Ateliers de captages	80
	-Ateliers de stockages	200
	-Pédagogique:	
	-Salles de cours	2×60

1. Programme Quantitatif

FONCTIONS PRINCIPALES	ESPACES	SURFACES m ²
Recherche	DEPARTEMENT DE LA BIOMASSE -Recherche: -Laboratoires -Bureau de chercheurs -Expérimentation: -Atelier d'essai -Atelier de captage -Atelier de stockage -Pédagogique: -Salles de cours	5×60 5×15 200 100 100 2×60
	DEPARTEMENT EFFICACITE ENERGETIQUE -Recherche: -Laboratoire -Bureau de chercheur -Expérimentation: -Atelier de matériaux -Atelier d'essai -Pédagogique: -Salles de cours	5×60 5×10 100 2×80 2×60
Surface totale	3285 m ²	
Connaissances & savoirs	Bibliothèque	200
	Médiathèque	
	-Salle d'exposition	2×100
	-Cyberespace	2×80
	-Espace de presse	80
	-Espace de prête rendu	50
	-Bureau de responsable	20
	Amphithéâtre	2×160
Surface totale	Salle de conférence	200
	1230 m ²	
Détente & Restauration	Restaurant	
	-Salle de restauration	200
	-cuisine	60
	-chambre froide	15
	-dépôt	15
	-sanitaire	30
Surface totale	Cafeteria	200
	520 m ²	

1. Programme Quantitatif

FONCTIONS PRINCIPALES	ESPACES	SURFACES m ²
Hébergement	Hall d'accueil – Espace de détente	150
	Chambre individuelle STUDIO	8×20
	Chambre double	11×20
	Cafétéria	100
	Sanitaire	30
Surface totale	660 m ²	
Circulation 20%	1289 m ²	
Surface bâtie	7738 m ²	
Patio	Deux patios de 170+143=313 m ²	
Stationnement	Parking de 100 places	100× 8,5=850 m ²
Champ d'essai solaire	2200 m ²	
Champ d'essai biomasse	1300 m ²	
Surface non bâtie	4663 m ²	
Surface générale	12 401 m ²	

2. Programme qualitatif

Le tableau suivant représente les exigences des espaces principaux de centre de recherche en matière des besoins des usagers aux différents confort à travers les activités de chaque espace.

Tableau 9 : Programme qualitatif du projet

Espace	Exigences
Hall de réception et d'exposition	▪ C'est un espace de jonction (entre public et privé), conçu pour renseigner les visiteurs, les informer et les diriger. ▪ L'accès au hall d'accueil se situe de préférence à l'opposé de la direction des vents dominants et permettant le passage des rayons solaires pour l'éclairage naturel. ▪ Mettre un sas d'accès au hall d'entrée afin de limiter les déperditions de chaleur ou de fraîcheur et de diminuer les nuisances sonores à chaque ouverture de porte. ▪ Assurer l'intensité lumineuse nécessaire (de 750 lux à 1000 lux) afin de faciliter la transition entre l'éclairage extérieur et intérieur. ▪ Utilisation du mobilier adéquat (les dimensions des chaises et le comptoir se correspondent) ▪ Détecteurs de fumées, extincteurs et armoire d'anti-incendie.

Espace	Exigences
Salle de conférence	▪ Un espace de contact entre le public et les chercheurs, elle abritera des activités telles que la diffusion de documentaires projections et séminaires ▪ Elle situe dans un endroit loin de laboratoire avec un accès spécial. ▪ prévoir un isolement thermique et acoustique: ➢ au niveau des murs par des murs en brique par une lame d'air ou par un mur en paille, et revêtement des murs intérieurs par des bois pour améliorer la qualité acoustique. ➢ au niveau de plafond par un faux plafond général. ▪ La pente sera de l'ordre de 8° à 10° cela correspond à une surélévation de 12cm entre deux rangées de sièges successives. ▪ L'angle de vision devra être (dans les conditions optimales) de : 110° depuis le 1er rang, 60° depuis la rangée médiane 30° depuis le dernier rang. ▪ Couloirs de circulation et sièges rabattables pour permettre la circulation du public. ▪ Eclairage ponctuelle directe avec spots (noyers dans le faux plafond), afin d'éclairer la salle durant les entractes et aussi durant les conférences. ▪ Un éclairage de sécurité pendant les représentations. ▪ couloirs de circulation larges pour une évacuation rapide et efficace. ▪ Chaque personne occupe une surface de 0.5m². ▪ La surface de la scène est presque le 1/6 de la surface des gradins. ▪ Une salle de conférence n'exige pas forcément une lumière naturelle. ▪ Niveau d'éclairement c'est 500 lux.
Laboratoire	▪ Prévoir un isolement thermique par des murs en brique avec une lame d'air et les ouvertures un double vitrage (Le vitrage des baies participe au dispositif de protection solaire, et limite les apports calorifiques (vitrage à faible émissivité)). ▪ L'éclairage artificiel des laboratoires est assuré par des appareils de type fluorescent, très basse luminance et haut rendement pour éviter les zones d'ombres au sol et murs pour nettoyage efficace du local. ▪ Le niveau d'éclairement dans les zones de travail (paillasse) 500 lux. ▪ La commande de l'éclairage est placée à l'extérieur du laboratoire. ▪ La porte d'accès au laboratoire s'ouvre obligatoirement vers l'extérieur. Elle est équipée d'un oculus permettant la vision de l'ensemble du laboratoire. Sa résistance au feu, ainsi que celui de l'oculus, est de coupe-feu 1 heure. ▪ Norme pour un paillasse normale 120 cm de largeur pour les expériences, avec un 85 cm de hauteur.

	▪ Couleur claire pour les murs pour l'efficacité du nettoyage des zones dans les moindres recoins. ▪ Traiter le sol par en carrelage avec plinthe à gorge (résistant aux produits chimiques) et pour le mur par des peinture sur support brut. ▪ Utilisation des hottes pour évacuer les gaz des produits et les odeurs.
Stockage	▪ Il doit être situé à proximité des laboratoires (relation forte) ▪ prévoir un isolement thermique par des murs en brique avec une lame d'air et les ouvertures avec double vitrage. ▪ Renouvellement d'air 2 fois par heure avec l'intégration de système de traitement d'air à la poussière.
Bureaux	▪ Le niveau d'éclairement 500 lux mais pour les bureaux avec poste de travail à proximité de fenêtre 300 lux. ▪ La ventilation doit être individualisée, réglable et naturelle dans chaque bureau. ▪ La bonne aération du bureau par la ventilation naturelle. ▪ Surface nécessaire y compris les appareils et leur surface de manipulation : ➤ Employé seul entre 6 - 9 m². ➤ Employé dans un bureau collectif 5 m². ▪ Volume d'air : ➤ Pour activité essentiellement assise, pour une au moins 12 m³. ➤ Pour activité essentiellement non assise, au moins 15 m³. ▪ Hauteur libre pour un surface de bureau de : - Jusqu'à 50 m² 2.50 m /au-delà de 50 m² 2.75 / au-delà de 100 m² 3.00 m / au-delà de 250 m² 3.25 m ▪ Profondeur de bureau jusqu'à 4.50 m pour éclairage naturel suffisant. ▪ Une bonne isolation thermique et acoustique par des murs en brique avec une lame d'air et aussi par utilisation d'isolant comme le polystyrène expansé.
Salle de réunion	▪ Doit être à proximité du le bureau du directeur. ▪ Le système d'éclairage est impérativement à prendre en compte pour favoriser la concentration et une bonne visibilité dans toutes les situations. Un éclairage général direct avec une lumière proche de la lumière naturelle est recommandé. Pour cela le nouveau système de lampes fluorescentes intégré au plafond est idéal. ▪ Le niveau d'éclairement c'est 300 lux.

- Indications spécifiques d'un laboratoire

- Les laboratoires de physique ont surtout des tables de labo à roulettes et une installation électrique différenciée en caniveaux électriques muraux ou suspendus au plafond, avec faible renouvellement de l'air.
- Laboratoires chimiques et biologiques avec tables de labo fixes. Renouvellement d'air important, et souvent hottes d'aspiration (autoclaves) pour les travaux dégageant une grande quantité de gaz ou de fumée. Autoclaves souvent dans pièces à part (pièces puantes) [34].

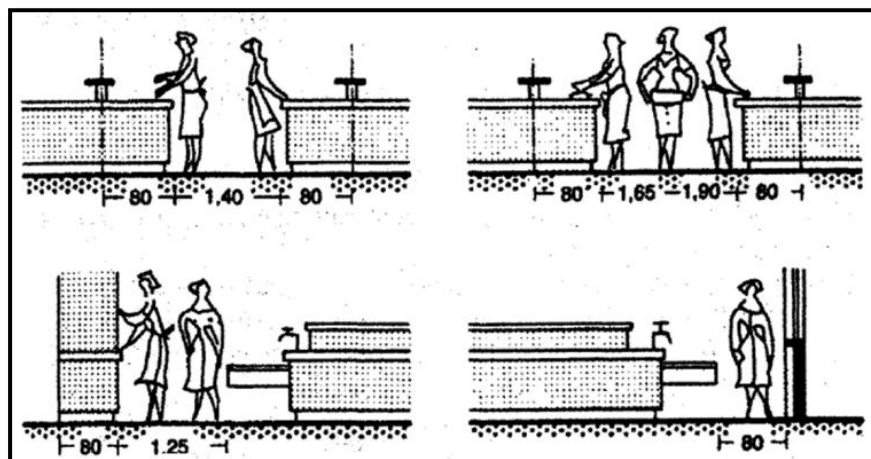


Figure 83 : Largeurs minimales de passage entre 2 postes de travail [34]

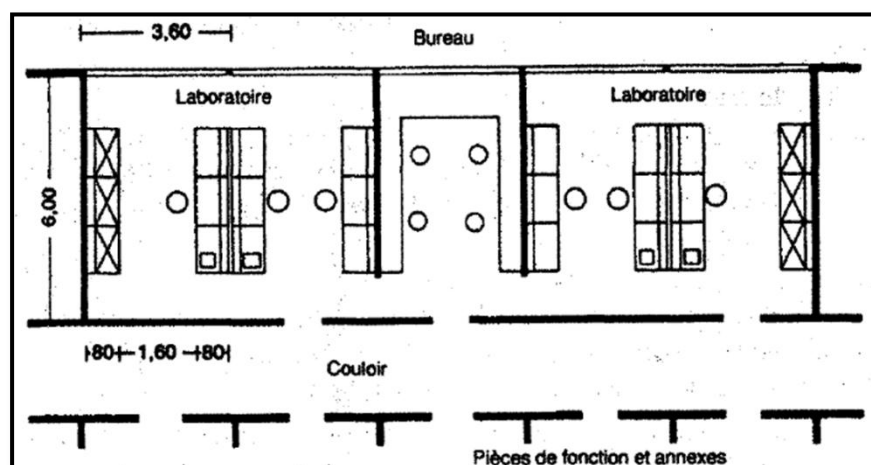


Figure 84 : Laboratoire de recherche [34]

- Trame de construction : La construction soit en ossature de béton armé, préfabriquée ou en béton coulé sur place, on privilégiera la flexibilité du plan. Grandes trames permettant d'obtenir des volumes sans poteaux : 7,20 x 7,20 m, 7,20 x 8,40 m, 8,40 x 8,40 m. Hauteur normale d'étage 4 m, hauteur libre $\geq 3,0$ m [34].

3. Organigramme spatiale

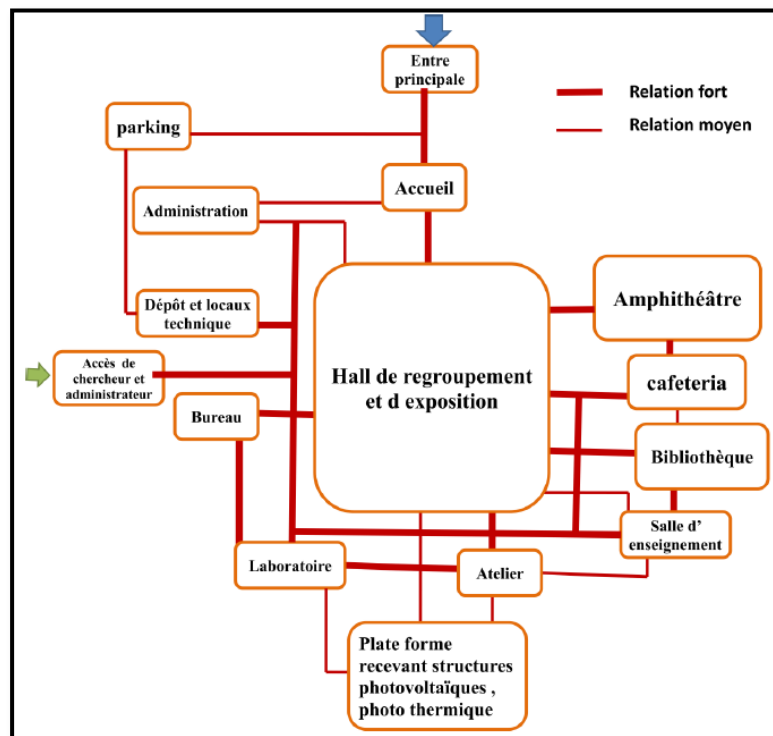


Figure 85 : Organigramme spatiale d'un centre de recherche

II. Démarche conceptuelle

1. Concepts architecturaux

La construction de l'idée se base sur l'élaboration d'un système de concepts :

- La centralité

On peut définir l'aspect de la centralité comme un élément articulateur et organisateur, qui assure les différentes liaisons fonctionnelles et spatiales. Où l'espace central a pour but :

- La liberté du mouvement.
- Le dégagement visuel.
- L'identification des espaces.
- La lecture rapide de l'espace.

- La géométrie

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

La logique géométrique de notre projet obéit en premier lieu à la volonté de relier toutes les directions suggérées par le site.

- La hiérarchie

Le projet présente un programme riche et une diversité de fonctions qui nécessite une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les fonctions primaires et secondaires, calmes et bruyantes.

- La perméabilité

Elle assure la relation de l'équipement avec son environnement à travers ces différents accès (piéton et mécaniques) et les relations fonctionnelles entre les différentes entités internes. Elle peut se traduire aussi à travers les relations visuelles internes et externes de l'équipement.

- La transparence

Elle renforce l'accessibilité et implique la notion de continuité visuelle et le contact de l'homme avec son environnement, c'est une façon de découvrir l'espace avant même de le franchir.

2. Genèse du projet

Le passage de l'idée à sa concrétisation nécessite une référence conceptuelle constituée de trois (03) points importants, chacun de ces concepts intervient sur un aspect particulier de la conception.

- Le programme architectural : c'est les fonctions et les activités déterminantes dans l'espace.
- Le contexte : c'est les potentialités du site et ses contraintes.
- Le style : c'est le langage et le mouvement architectural.

a. Les données de site

D'après l'analyse du site on a pris en considération tous les points importants que comporte notre assiette d'intervention de point de vue morphologique, climatique et environnementale, suite à cette analyse on est arrivé à une synthèse globale du terrain pour passer à genèse du projet :

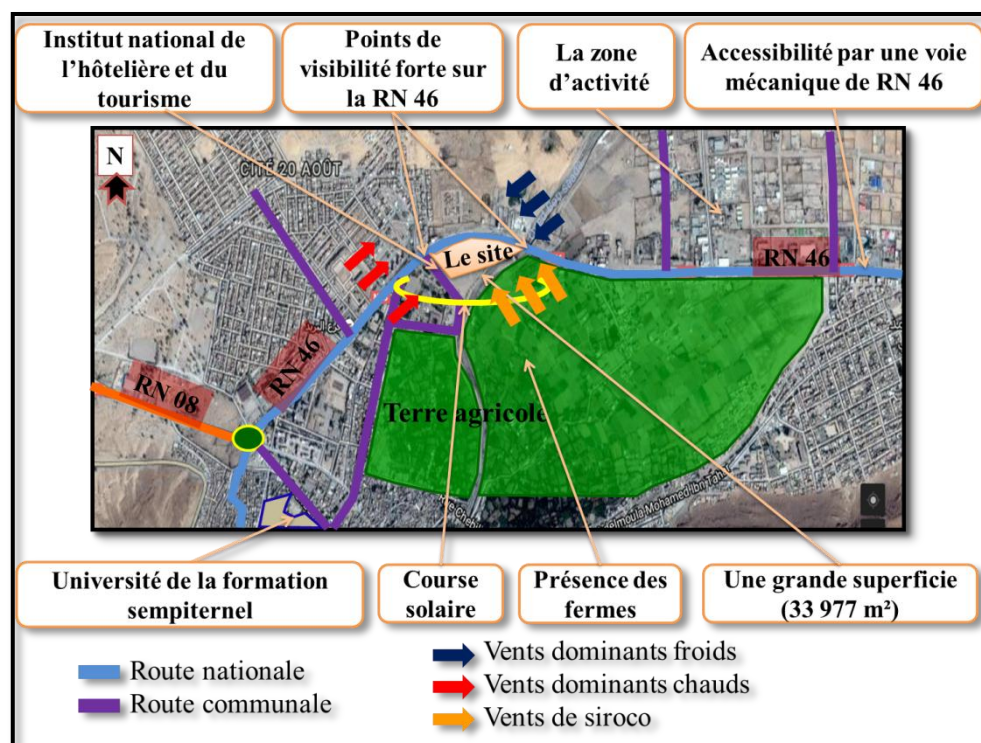


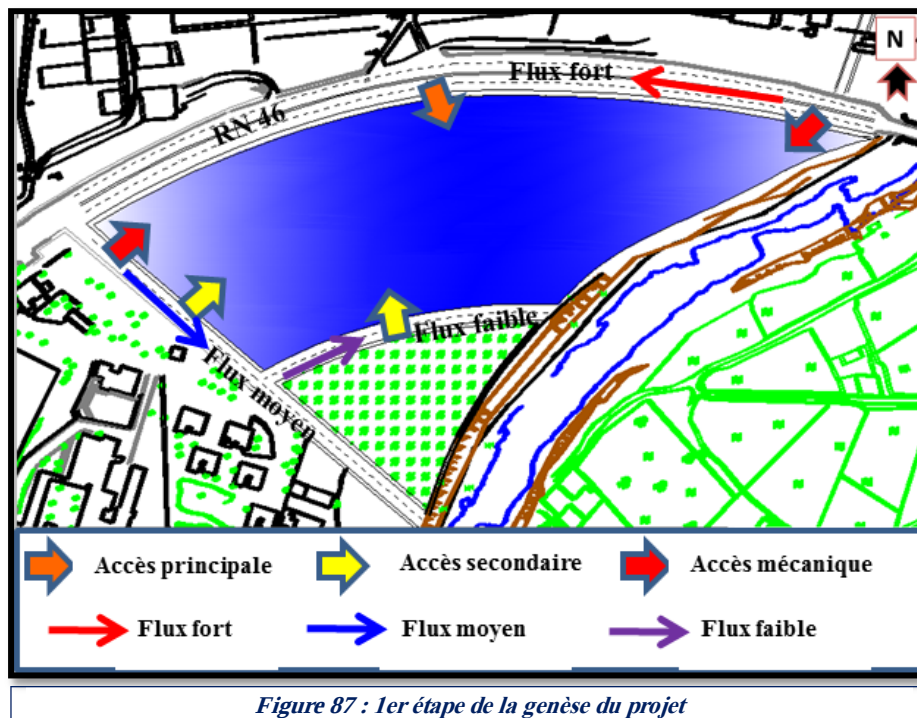
Figure 86 : Synthèse de l'analyse du site

b. Schémas du principe

1^{er} étape :

La fluidité

- Accès principale : nœud très importante -angle urbain- le point le plus visible.
- Accès secondaire : alléger le flux des visiteurs au niveau de l'accès principal.
- Accès mécanique : pour les parkings.



2^{eme} étape :

La formulation

- Délimitation des champs d'essai et d'expérimentation (champs des énergies de la biomasse et solaire) suivant les paramètres climatologiques (vents et ensoleillement).
- Le projet sera projeté au niveau de la partie centrale du terrain.



3^{eme} étape :

La concrétisation des axes structurant

Lecture du site essayi de matérialiser 2 axes structurant depuis :

- Axe de l'angle urbain est marqué par une forme cylindrique qui minimise l'impact des vents et représente le volume du hall d'accueil (la continuité visuel).
- Axe de développement du projet pour intégrer la forme au site.

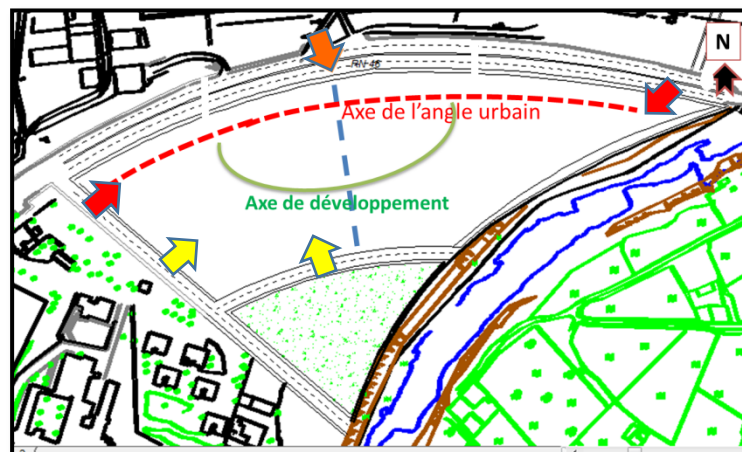


Figure 89 : 3eme étape de la genèse du projet

4^{eme} étape :

La forme du projet

- La création de la forme initiale du projet selon les lignes qui conforme la forme de site « superposition de trames ».
- Prévoir un espace protégé au milieu de la masse c'est le patio :
 - Point de vue climatique : création d'un microclimat qui contribue à l'optimisation thermique (confort, détente, récréation).
 - Point de vue contextuelle : un élément dominant présent le tissu ancien.
 - Point de vue formelle : pour alléger la masse.
- Exploitation le point de visibilité sur RN 46 et création des éléments d'appel.

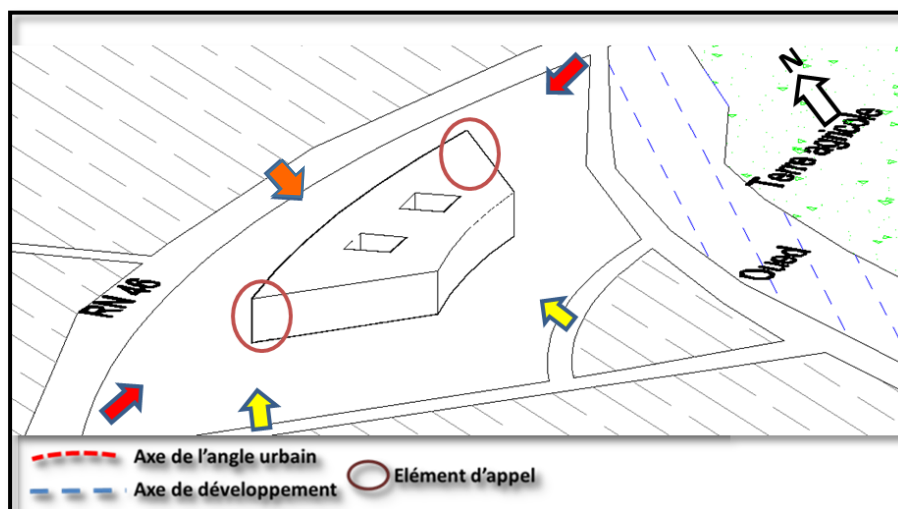


Figure 90 : 4eme étape de la genèse du projet

5^{em} étape :

Le sous-zoning

- ✓ Cours centrale : le patio est un élément d'articulation et de séparation entre les différentes parties du projet et un espace de convivialité et d'animation au cœur de notre projet.
- ✓ Parité recherche: implantée au côté sud du projet (la zone calme), pour bien profiter des apports solaires, on a orienté le bloc recherche pour chercheurs au côté sud.

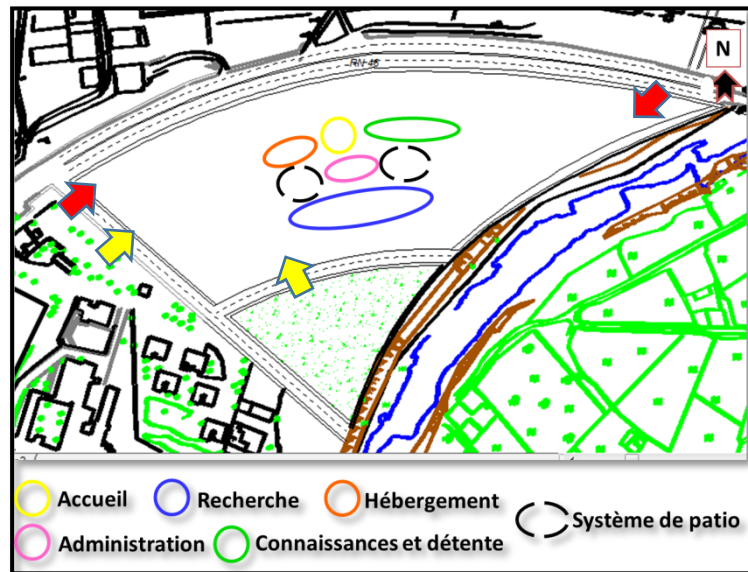


Figure 91 : 5eme étape de la genèse du projet

6^{eme} étape :

Principes liés au côté environnementale

- La forme arrondie pour dévier les vents chauds et le sirocco et minimiser les déperditions thermiques et profiter le maximum des rayons solaires.
- Afin de procurer beaucoup d'ombre, traité le volume de projet par des décrochements.



Figure 92 : 6eme étape de la genèse du projet

7^{eme} étape :

La volumétrie de projet

- Matérialiser l'aboutissement de volume par une forme fluide et (jeux de volume)
- Inclinaison de volume à raisons de l'intégration des panneaux photovoltaïques et l'esthétique.

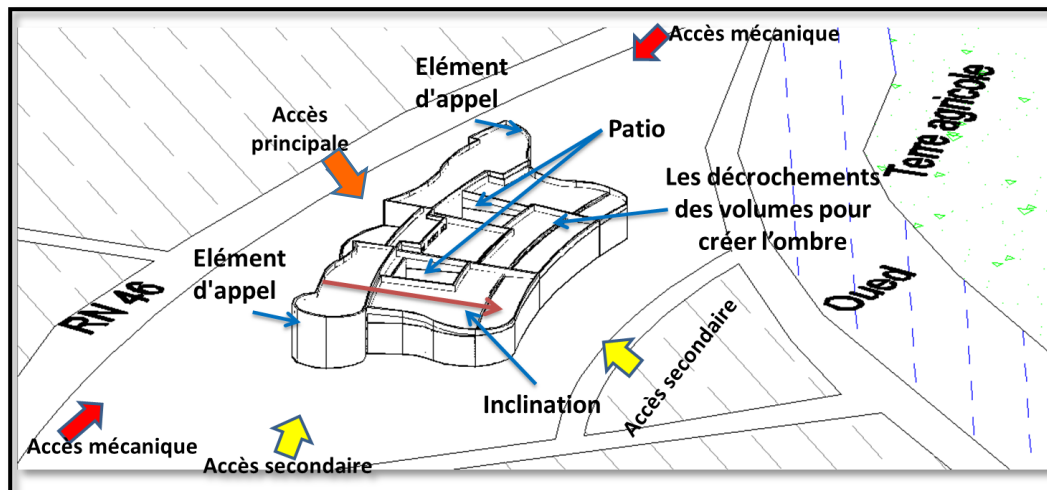


Figure 93 : 7eme étape de la genèse du projet

III. Description du projet

1. Plan de masse

▪ Bâti

Le bâtiment conçu en forme fluide, s'inscrit bel et bien dans le terrain d'assiette, et ce de par une implantation parfaite, offrant à notre sens une orientation favorable, pour faire profiter notre projet de la climatologie de la région, d'où une intégration parfaite dans le site. Cette forme répond à un concept de perméabilité, une hiérarchie des espaces permettant une bonne orientation et par conséquent une lisibilité des lieux et une mise en valeur des espaces naturels (dimensions et aménagement).

Le projet est conçu en forme compacte pour une meilleure occupation du terrain d'assiette et une rationalisation des espaces.

▪ Non bâti

L'espace non bâti contient principalement :

- Des espaces verts et des arbres à au nord pour briser les vents froid.
- Des palmiers au sud pour créer l'ombre et filtrer les vents de sable ainsi pour permettent les pénétrations des rayons solaire en hiver.
- Lac d'eau pour rafraîchissement de l'air chaud venant de côté sud-ouest.
- Points d'eau pour rafraîchir l'air.

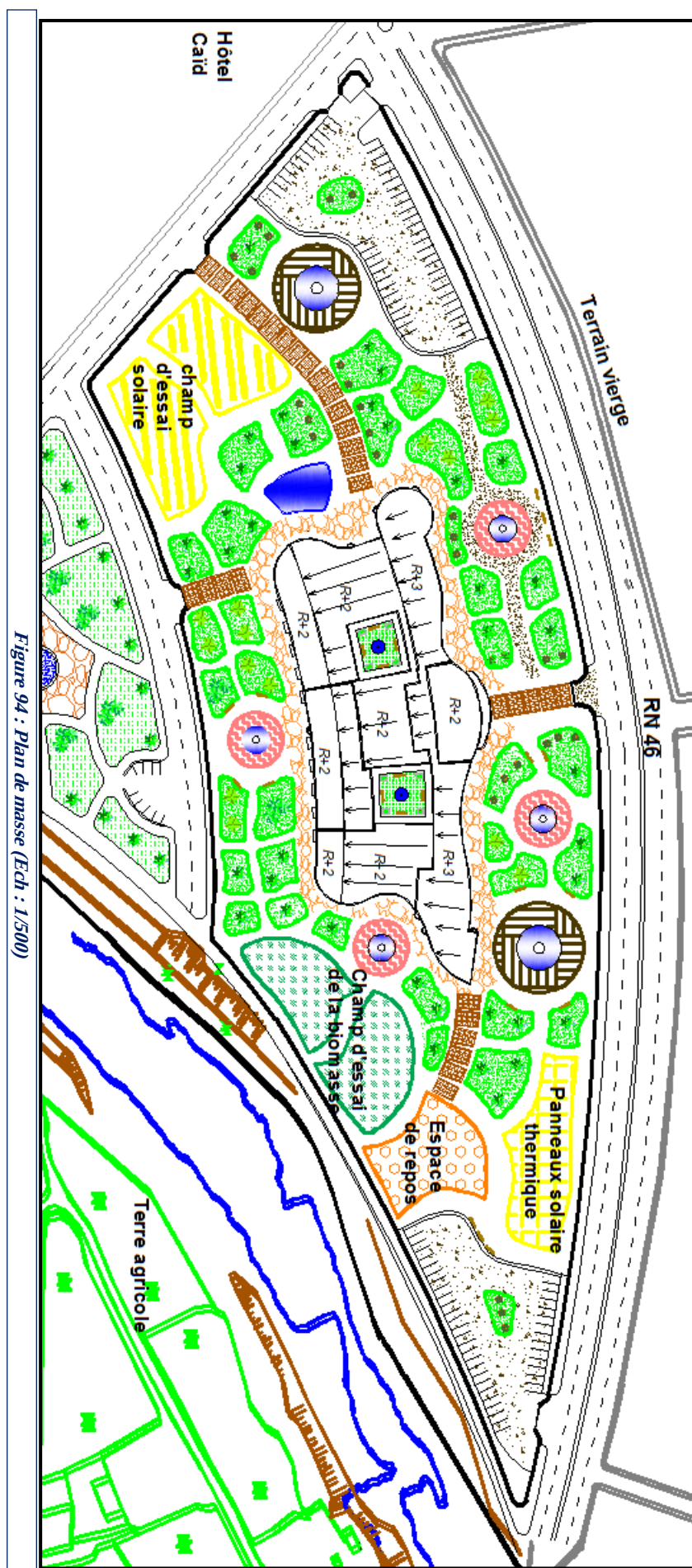


Figure 94 : Plan de masse (Ech : 1/500)

2. Les plans

La réflexion et l'idée principale portant sur la conception du projet, s'articulent sur un aménagement qui repose essentiellement sur l'agencement et la juxtaposition des différentes fonctions, pour enfin offrir un cadre d'usage agréable aux utilisateurs et visiteurs.

L'accessibilité au projet est assurée par une entrée principale du côté nord et trois autres secondaires du côté sud, est, et ouest.

Le bâtiment est conçu en un volume compact en R+2, pourvu d'un patio qu'est par conséquent comme avantage de créer un micro climat.

Notre projet repose essentiellement sur l'articulation des différentes fonctions autour d'un patio intégré qui relie les différentes parties du bâtiment, offrant ainsi un micro climat et des atmosphères variées à l'intérieur du bâtiment.

Le RDC est pourvue d'un grand hall d'accueil qui assure l'orientation et la direction des usagers vers les différentes activités et les différents étages. Cet espace, est conçu en double hauteur dont les parois donnant vers l'intérieur et l'extérieur sont totalement vitrées pour assurer une transparence de l'espace.

La pénétration du soleil en été est brisée par l'introduction de brise-soleil horizontaux prévu le long de la paroi extérieure conçu en mur rideau.

Le hall est conçu comme élément architectural et élément d'appel du projet, et ce, de par sa forme géométrique, son volume, son aménagement intérieur et le traitement de sa façade.

Ce traitement spécifique de cet espace, constitue un espace dominant l'intérieur et l'extérieur du bâtiment, et offre une transparence de l'espace et par conséquent un équilibre visuel et perceptuel de la forme, de la volumétrie et du traitement simple des façades qui découlent de la modélisation du bâtiment d'où une vue intéressante, panoramique et un cadre agréable aux usagers.

Le bloc de recherche est situé au côté sud ; niveau de RDC pour le département solaire et biomasse, niveau de 1^{er} étage pour le département géothermique et efficacité énergétiques.

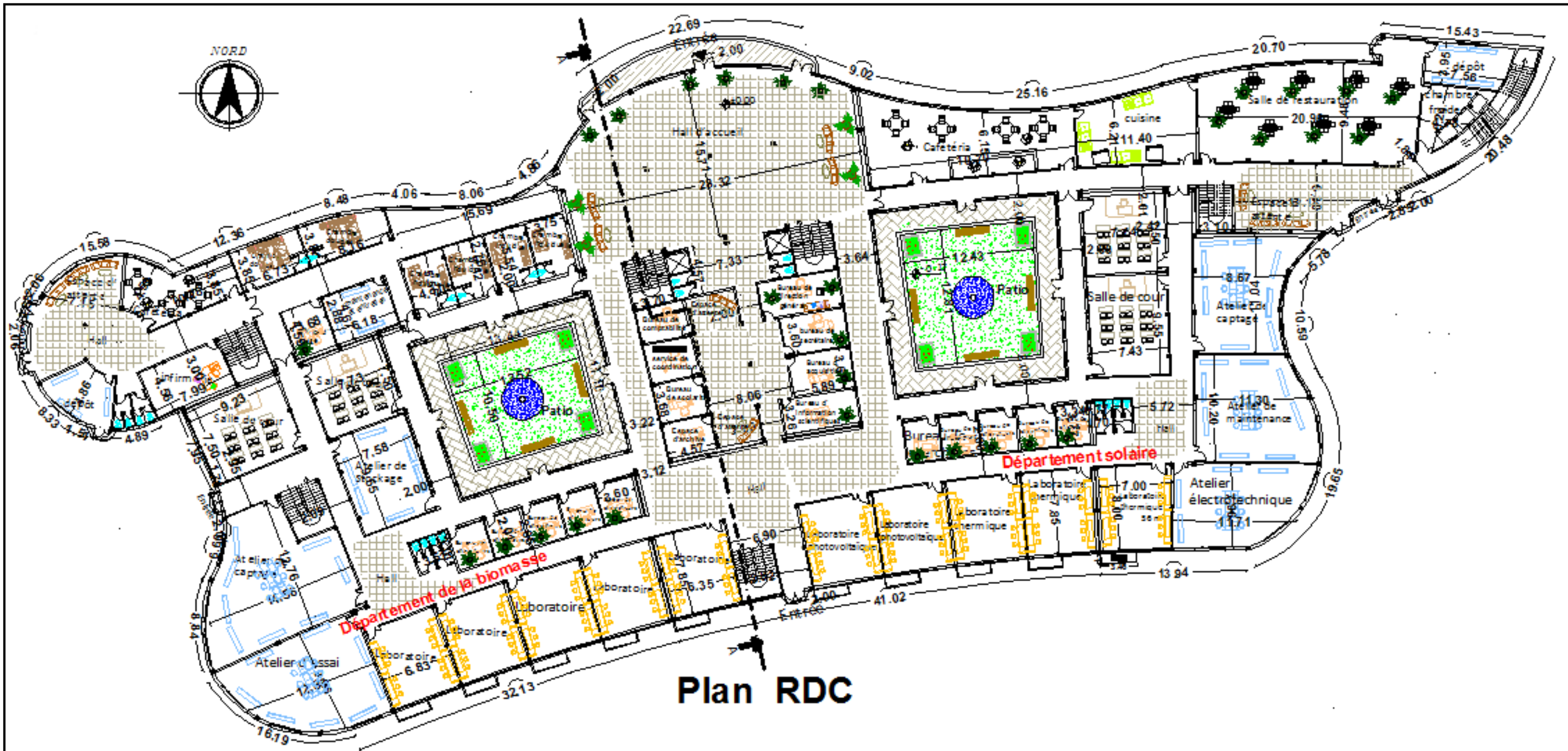


Figure 95 : Plan RDC (Ech : 1/500)

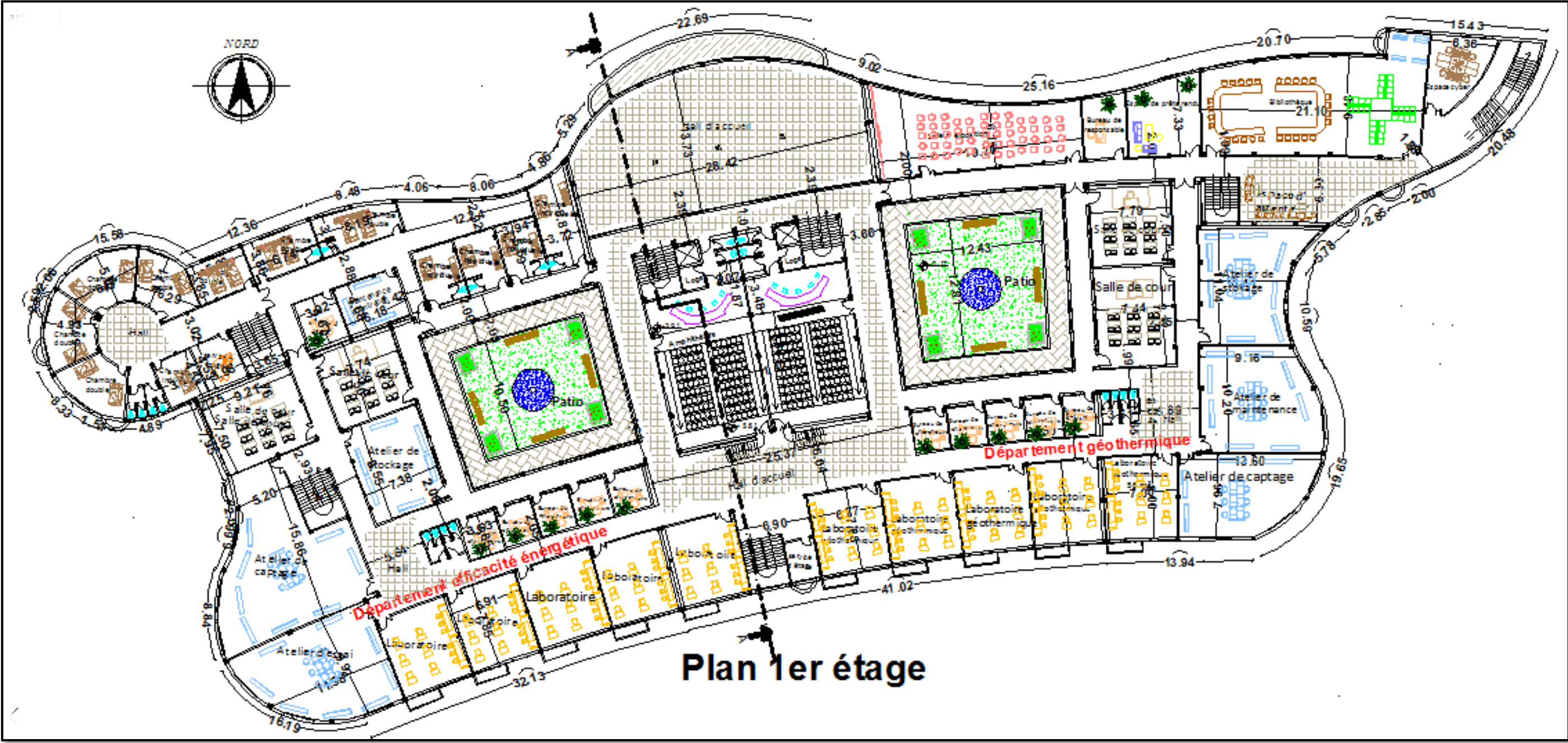


Figure 96 : Plan 1^{er} étage (Ech : 1/500)

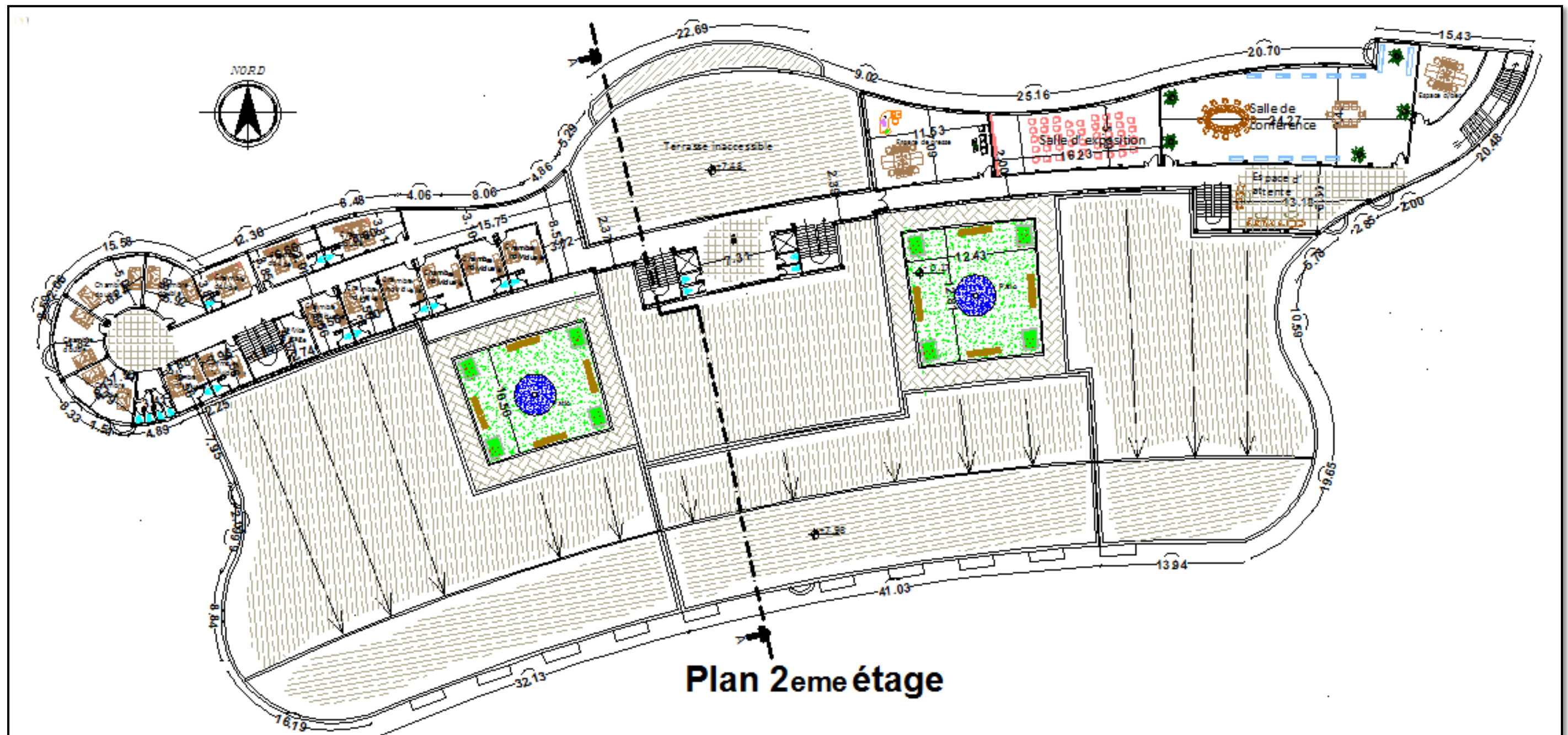


Figure 97 : Plan 2eme étage (Ech : 1/500)

3. La coupe

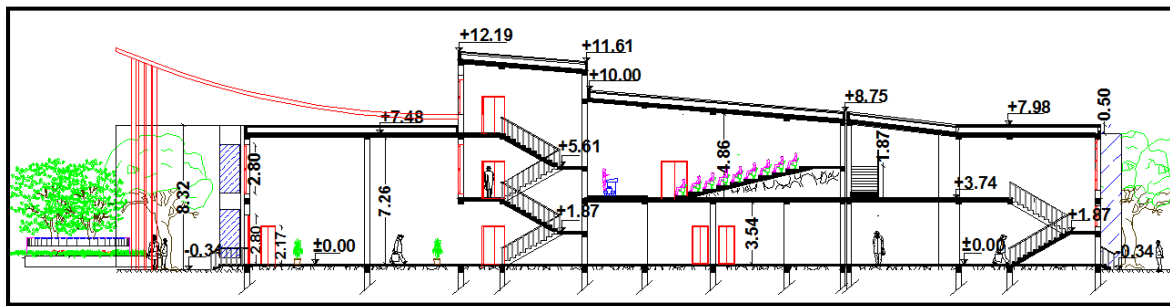


Figure 98 : Coupe A-A (Ech : 1/400)

4. Les façades

Façade nord

- L'accès au projet est marqué par une forme accueillante, au-dessus une trame de décoration qui est supporté sur des pilotis permettre de pénétrer les rayons solaire à l'intérieur « éclairage zénithal ».
- Des ouvertures horizontales marquées l'espace de détente, au contraire on trouve des moucharabieh verticales et des arcs brisés cela donne une cohérence sur la façade et au même temps pour changer le rythme de l'horizontalité des ouvertures.



Figure 99 : Façade nord du projet

Façade sud

- L'utilisation des ouvertures horizontales sur la façade sud pour exploiter l'éclairage naturel.
- Emploi des brises soleil horizontaux pour contrôler l'ensoleillement et pour éviter la surchauffe.
- Installation des serres pour le chauffage passif.



Figure 100 : Façade sud du projet

Façade est et ouest

- Élément d'appel remarquable au niveau de Rn 46.
- Décrochement et les éléments décoratifs verticaux et horizontaux.
- Traitement d'arcs « signifier à la construction traditionnelle » et systèmes de moucharabieh à raison de maîtriser les rayons solaire entrante.



Figure 101 : Façade est du projet



Figure 102 : Façade ouest du projet

5. Les vues en 3D



Figure 103 : Vue en plan



Figure 104 : Vue globale du projet



Figure 105 : Entrée principale du projet



Figure 106 : Vue en arrière du projet



Figure 107 : Entrée d'accueil



Figure 108 : Vue présente les capteurs solaires thermiques

5. Choix de drabilité liée au projet

La prise en considération de l'impact du bâtiment sur l'environnement et l'intégration des éléments qui répond à ces enjeux, deux choses devenu inévitable à chaque opération de construction.

➤ Aspect conceptuels ; le patio

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

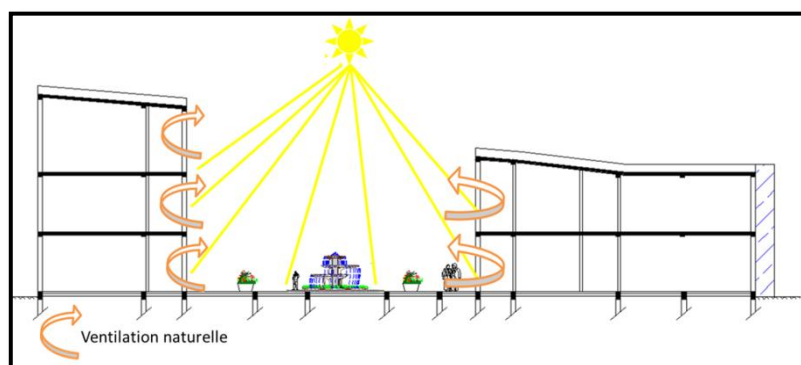


Figure 109 : Système de patio adopté au projet



Figure 110 : Le patio

➤ Aspect conceptuels ; le plan de masse

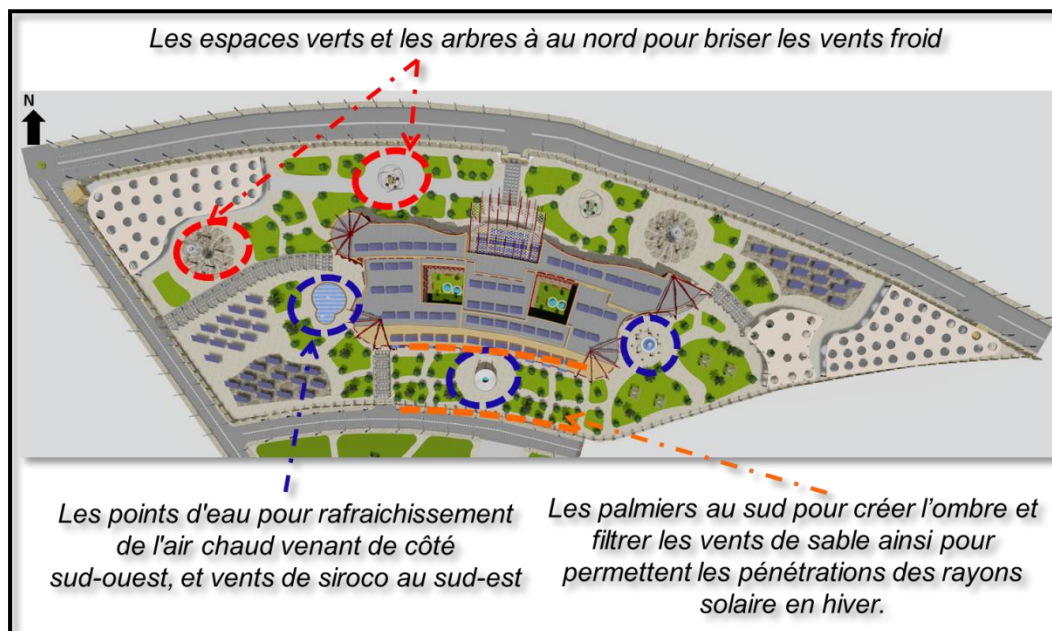


Figure 111 : La conception du plan de masse

➤ Aspect constructif ; la serre

- En hiver, emmagasiner un maximum de chaleur solaire : Pour profiter au maximum des apports solaires passifs, l'architecture bioclimatique remplit les fonctions suivantes : capter, stocker, distribuer et réguler la chaleur.
- En été, éviter les surchauffes : Le rayonnement solaire qui atteint le vitrage doit être limité par des occultations (store, casquette, végétation...). En outre, une ventilation naturelle peut être mise en place grâce à des ouvertures spécifiques en partie haute et partie basse de la serre.

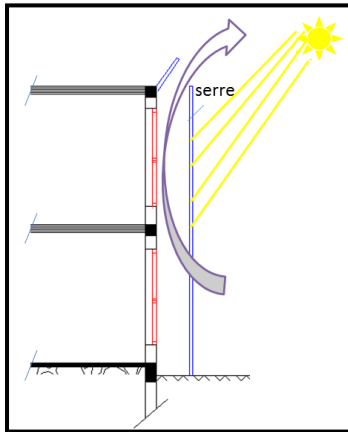


Figure 112 : La serre en été

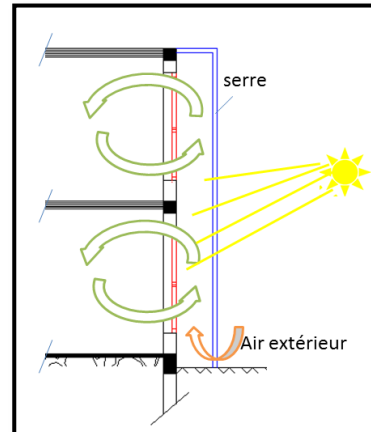


Figure 113 : La serre en hiver



Figure 114 : Les serres

➤ Aspect technique ; Panneaux photovoltaïques et chauffage solaire actif

Le rendement est varié en fonction de l'orientation des panneaux, de l'ensoleillement, de l'heure de la journée et de la période de l'année. Les panneaux sont installés dans le toit orientés sud serve à chauffer la dalle du bâtiment chauffage solaire actif (plancher chauffant) elle peut aussi tout simplement être utilisée comme chauffe-eau afin de fournir l'eau chaude sanitaire.

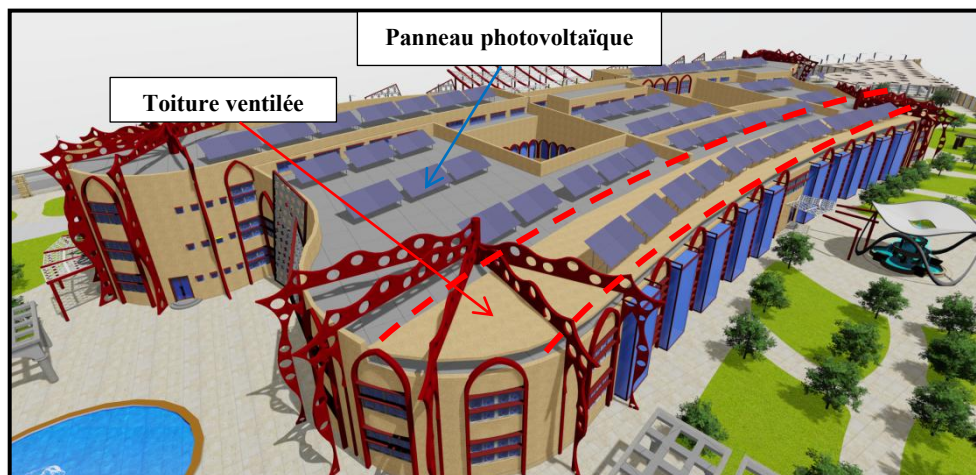


Figure 115 : Intégration des panneaux photovoltaïques et la toiture ventilée

Chapitre V :

CONFORT THERMIQUE

Chapitre V : CONFORT THERMIQUE

I. Introduction

Dans le contexte de la garantie de performance énergétique et lumineuse il est existé depuis de nombreuses années, des outils numériques (logiciels) qui permettent d'effectuer des simulations avec des outils très sophistiqués. La majorité de ces outils a été développée initialement pour calculer les besoins thermiques et visuels d'un bâtiment, sur la base des caractéristiques de l'enveloppe.

La simulation numérique consiste à vérifier la faisabilité des dispositifs adoptés pour assurer le confort visuel et thermique des espaces choisis du projet par des logiciels de simulation.

II. Le confort thermique dans un laboratoire

De nos jours l'économie d'énergie est devenue un sujet plus important et touche de plus en plus le nôtre. Les mentalités commencent à changer il est donc nécessaire de penser à certaines alternatives et transiter vers l'utilisation de l'énergie renouvelable plus respectueuse de l'environnement.

L'une des préoccupations des bâtiments conçus dans un climat chaud et d'assurer un confort thermique optimal tout en assurant une qualité de l'air adéquat pour le bon fonctionnement de ces derniers.

Dans notre centre de recherche à Boussaâda on a intégré des systèmes et dispositifs afin de répondre à ces exigences à savoir l'isolation de l'enveloppe, les brises soleils, type de vitrage, dans cette partie on va évaluer le rendement de ces dispositifs dans un espace principal dans notre équipement « Laboratoire ».

1. Problématique spécifique

Le confort thermique constitue une demande reconnue et justifiée dans les espaces de vie du fait de son impact sur la qualité des ambiances thermiques intérieures, Ce confort ne peut pas être assuré que par l'optimisation de l'isolation thermique et le mouvement d'air, du critère de l'inertie thermique et bien sûr la prise en considération des paramètres de l'architecture bioclimatiques lors de sa conception.

A travers cette recherche, nous allons répondre aux préoccupations suivantes :

- ✓ *Quels matériaux doit-on utiliser dans le laboratoire pour avoir une enveloppe bien isolée et atteindre une amélioration du confort d'hiver et d'été ?*
- ✓ *Quel système passif peut-on préconiser, dans le laboratoire afin d'améliorer le confort thermique ?*

2. Hypothèses

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

- ✓ L'isolation du bâtiment joue un rôle important dans la régulation de la température intérieure.
- ✓ L'intégration des systèmes passifs tels que la serre et la toiture ventilée, ces systèmes jouent un rôle important, il permet de réchauffer l'air en hiver et de refroidir en été.

3. Objectif de simulation

La simulation vise à :

- Améliorer le confort thermique à l'intérieure du laboratoire.
- Assurer un niveau de confort optimal dans le laboratoire, et minimiser les besoins de chauffage en hiver et climatisation en été.

4. Définitions et principes de conception étudiée

a. Le confort thermique

Le confort thermique peut être défini comme une sensation complexe produite par un système de facteurs physiques, physiologiques et psychologiques, conduisant l'individu à exprimer le bien être de son état.

Le maintien de l'équilibre thermique entre le corps humain et son environnement est l'une des principales exigences pour la santé, le bien-être et le confort [35].

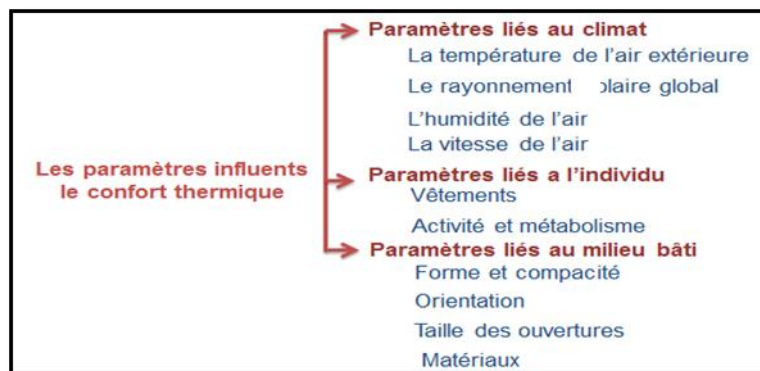


Figure 116 : Les paramètres influents le confort thermique [36]

b. La serre

La serre solaire ou serre bioclimatique est un « outil » de la « panoplie » bioclimatique de premier ordre ! L'effet de serre est un moyen complètement naturel, non assisté et particulièrement puissant pour chauffer de l'air (ou autre chose d'ailleurs). Une utilisation attentive et minutieuse de la serre de ses ouvertures et de ses protections sera donc indispensable pour une bonne efficacité d'utilisation humaine et thermique [37].

- L'orientation de la serre

L'orientation optimale d'une serre est plein sud, néanmoins un écart de plus ou moins 20° ne modifie que modérément (-5%) la performance de captage (capacité de la serre à intercepter le rayonnement solaire [38]).

- La ventilation de la serre

- En hiver

L'air neuf transite par la serre où il est préchauffé. Il est ensuite insufflé dans l'espace intérieur par le système de ventilation de l'équipement.

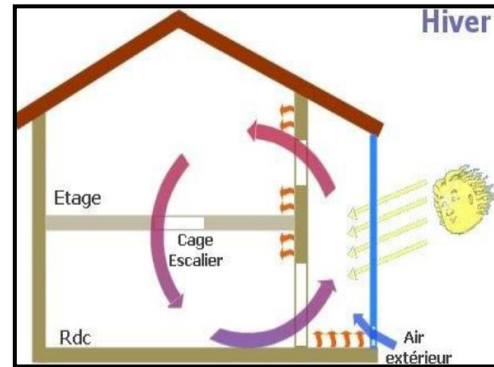


Figure 117 : La ventilation de la serre en hiver [38]

- Journées d'été (risque de surchauffes)

Toutes les communications entre la serre et l'espace de vie doivent être fermées. La ventilation de la serre doit être importante pour éviter l'effet « four ». Elle se fait naturellement par tirage thermique grâce à des orifices spécifiques (partie basse et haute). La ventilation de l'espace habité se fera par le système de ventilation principal de la maison, avec un air neuf entrant qui ne sera pas passé préalablement par la serre.

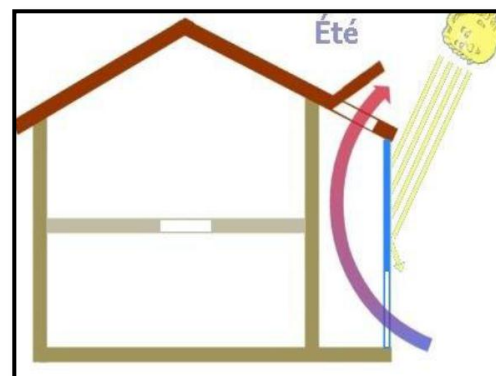


Figure 118 : La ventilation de la serre en été [38]

- Nuits d'été

Le bâtiment entier est sur ventilé de façon à ce que la structure soit tempérée par la fraîcheur de l'air extérieur. Le système de ventilation de la maison laisse place alors à une ventilation naturelle traversant partant de la façade nord jusqu'à la serre, qui fait alors office de « cheminée thermique ».

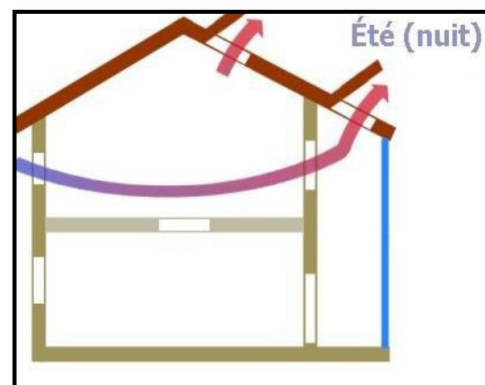


Figure 119 : La ventilation de la serre dans la nuit d'été [38]

c. La toiture ventilée

Le principe de conception de la toiture ventilée est basé sur la possibilité de recueillir et d'évacuer vers l'extérieur des infiltrations liées au phénomène de siphonage, par les joints de raccords entre les éléments de couverture ou des

conséquences du déplacement ou de la déformation localisée des éléments de couverture [38].

Cela conduit, dans la pratique, à la réalisation d'une étanchéité complémentaire disposée sur un support continu indépendant. Les fonctions remplies par cette toiture sont illustrées par la figure ci-après :

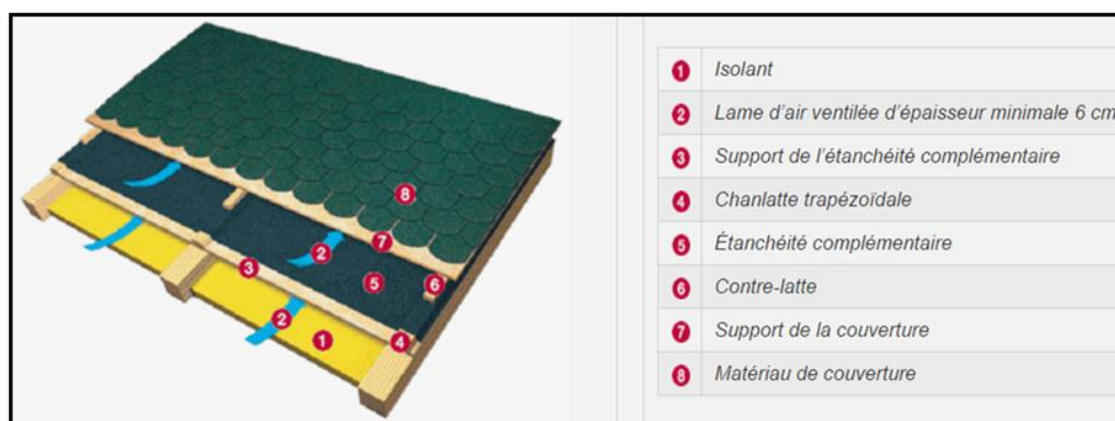


Figure 120 : Fonction de la toiture ventilée [39]

5. Les normes du confort thermique

- Selon la norme ISO 7730 : 2005 (Organisation internationale de normalisation), les conditions qui déterminent le bien-être thermique cités dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Normes du confort thermique [40]

	Été	Hiver
Température opérative (°C)	23 à 26	20 à 24
Vitesse moyenne de l'air (m/s)	< 0,25	< 0,15

- Selon le règlement sur la santé et la sécurité du travail, gouvernement du Québec, 2001 (RJ-510072).

Tableau 11 : Température minimale selon la nature du travail [41]

Nature du travail exécuté	Température minimale obligatoire
Travail léger en position assise, notamment tout travail cérébral, travail de 20 °C précision ou qui consiste à lire ou à écrire	20 °C
Travail physique léger en position assise, notamment travail de couture avec machines électriques et travail sur petites machines-outils	19 °C

Travail léger en position debout,
notamment travail sur machine-outil

17 °C

6. Outils de simulation utilisée « Energie plus »

Energie Plus est un logiciel de simulation thermique dynamique libre développé par DOE (Département of Energy Etats-Unis). Il permet de simuler le comportement thermique d'un bâtiment dans le temps en fonction de ses caractéristiques et des données climatiques locales.



Figure 121 : Logiciel Energie plus [42]

7. La simulation

a. Cas d'étude

Nous avons choisis comme cas d'étude pour la simulation de confort thermique un espace principal l'espace le plus défavorable c'est le laboratoire, de RDC et 1^{er} étage orienté sud, avec une seule façade sur l'extérieur.

Par l'insertion, des données climatique introduit manuellement de la région de Boussaâda, dans le cas le plus critique en hiver d'un jour froid, le 21 décembre, et en été d'un jour chaud, le 21 juillet les heures qui nous intéresse les heures de travail depuis 8:00 h jusqu'à 17:00 h.

Nous nous intéressons d'étudier la température ambiante de l'air intérieure à 9:00 h « après l'entrée et commence le travail », et à 15:00 h « avant la sortie et termine le travail ».

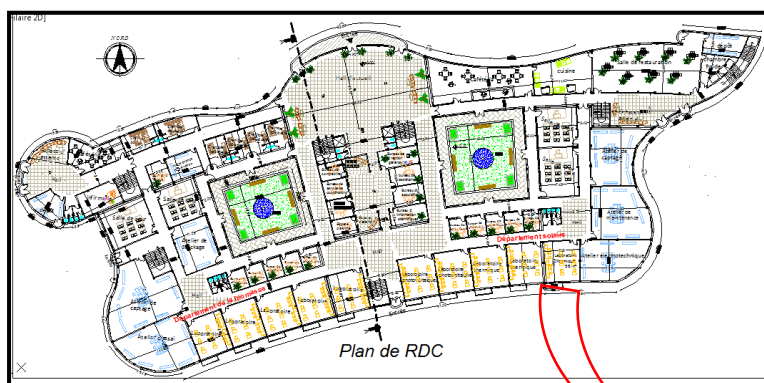


Figure 122 : Situation du laboratoire thermique

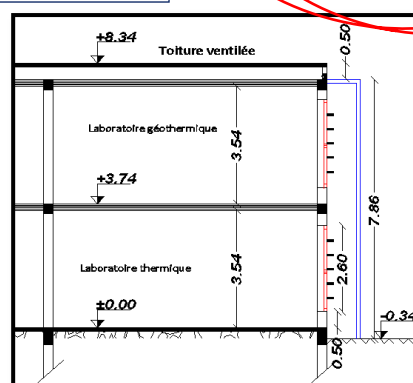
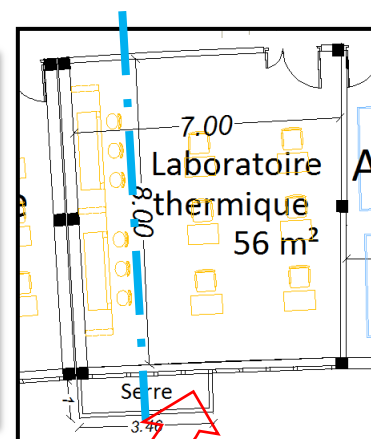


Figure 123 : Coupe transversale

b. Les matériaux utilisés

Tableau 12 : Les matériaux utilisés

Matériau	Conductivité thermique (w/m.k)	Epaisseur (m)
Brique 10 cm	0,44	0,1
Brique 15 cm	0,44	0,15
Carrelage	1,25	0,02
Sable	0,4	0,03
Mortier ciment	1	0,01
Hourdi	0,12	0,16
Enduit plâtre	0,35	0,01
Enduit ciment	1,4	0,01
Hérisson	1	0,2
Dalle de B.armé	1,2	0,04
Dalle flottante	1,8	0,15
Verre	1,1	0,003
Bois	0,23	0,05
Polystyrène	0,045	0,05
Liège Expandé	0,046	0,04

c. Les données climatiques de Boussaâda

Tableau 13 : Les données climatiques de Boussaâda [43]

Latitude	35.13 nord	Température min été	24.7 °c
Longitude	04.10 est	Température max été	42.2 °c
Altitude	550 m	Température moyenne été	32.5 °c
Vitesse moyenne de vent	10.5 km /h	Température min hiver	5.4 °c
Direction de vent	Nord nord-ouest	Température max hiver	15.1 °c
Humidité relative été	26%	Température moyenne hiver	10.3 °c
Humidité relative hiver	67%	Température moyenne annuelle	20 °c

d. Phases de simulation

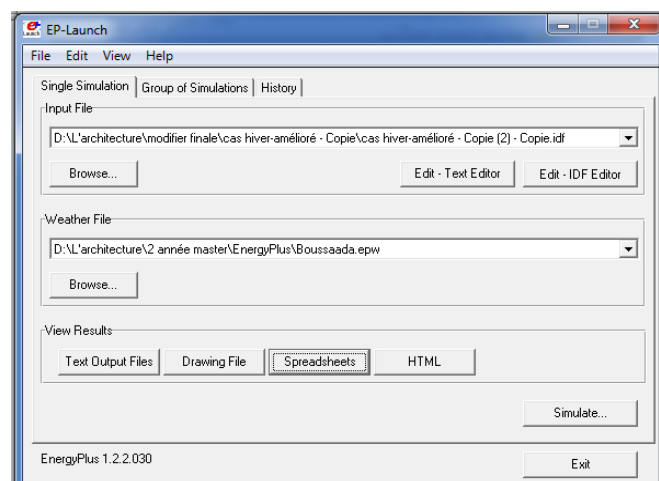


Figure 124 : L'interface de présentation des résultats de la simulation et l'insertion du fichier de climat

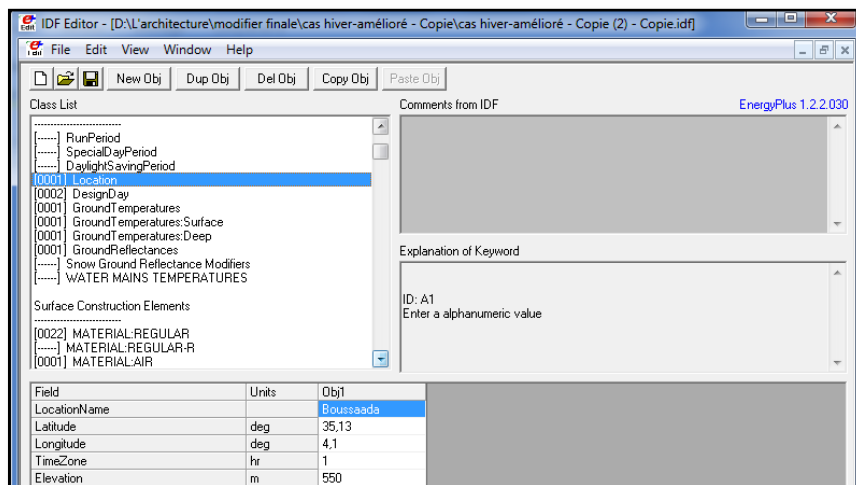


Figure 125 : Insertion les données de location

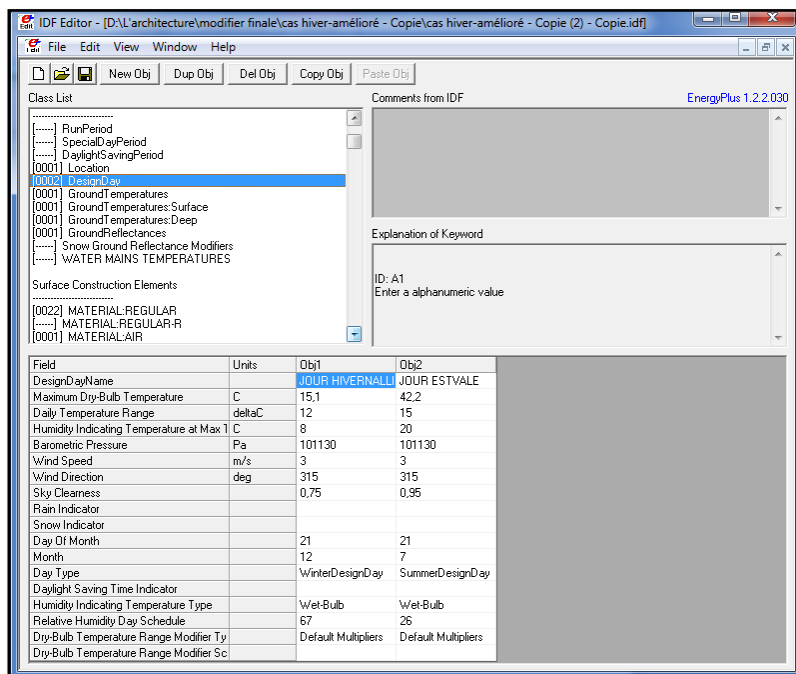


Figure 126 : Insertion les paramètres d'hiver et d'été

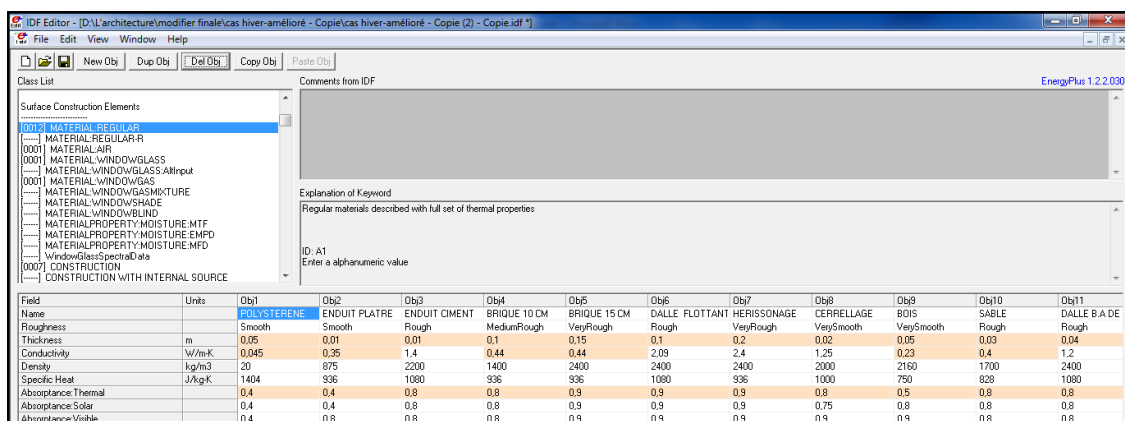


Figure 127 : régulation des matériaux

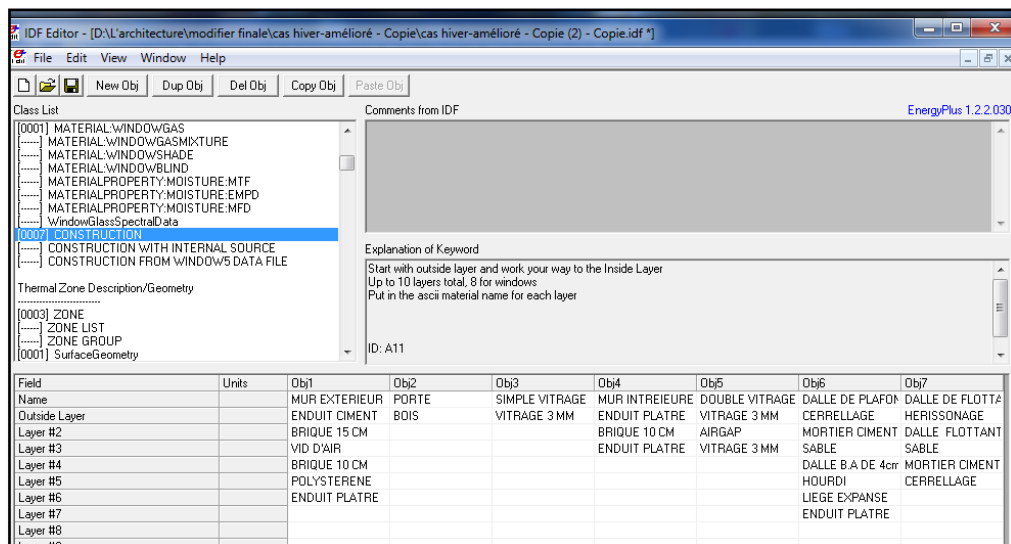


Figure 128 : Construction des matériaux

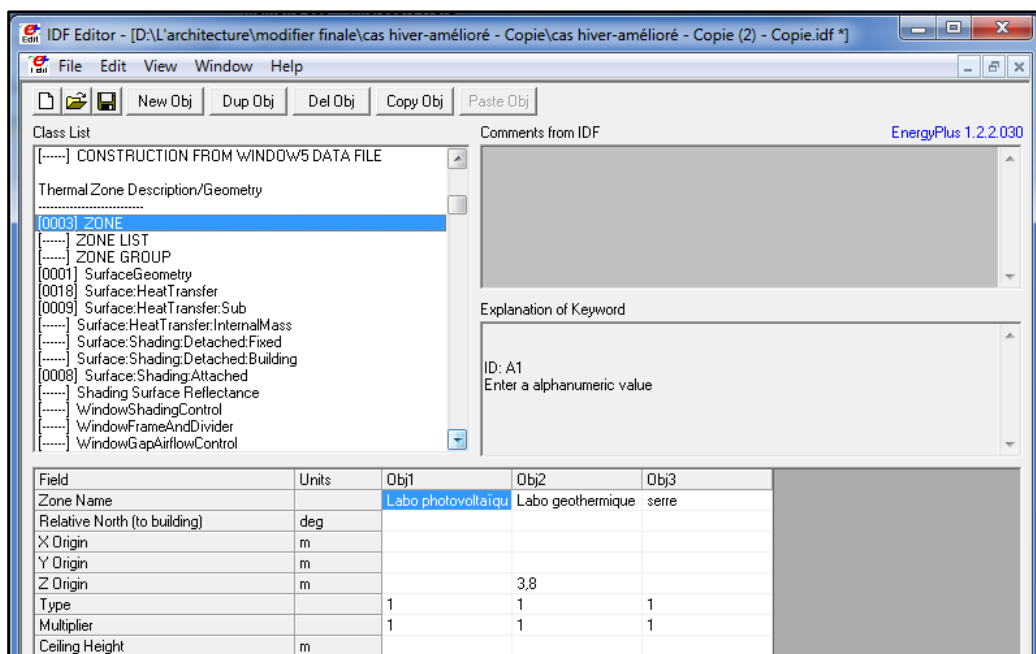


Figure 129 : Détermination les zones

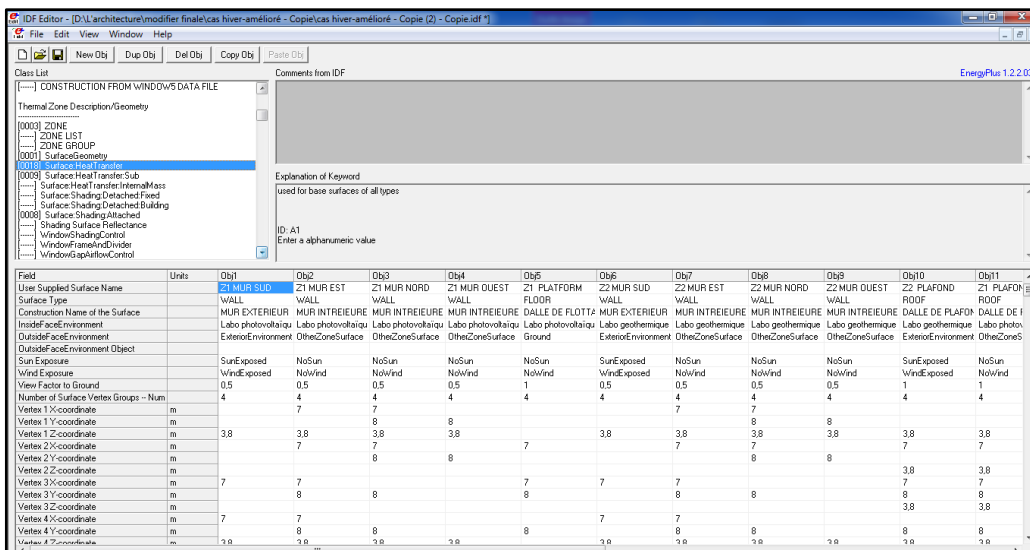


Figure 130 : Édification les zones "laboratoire"

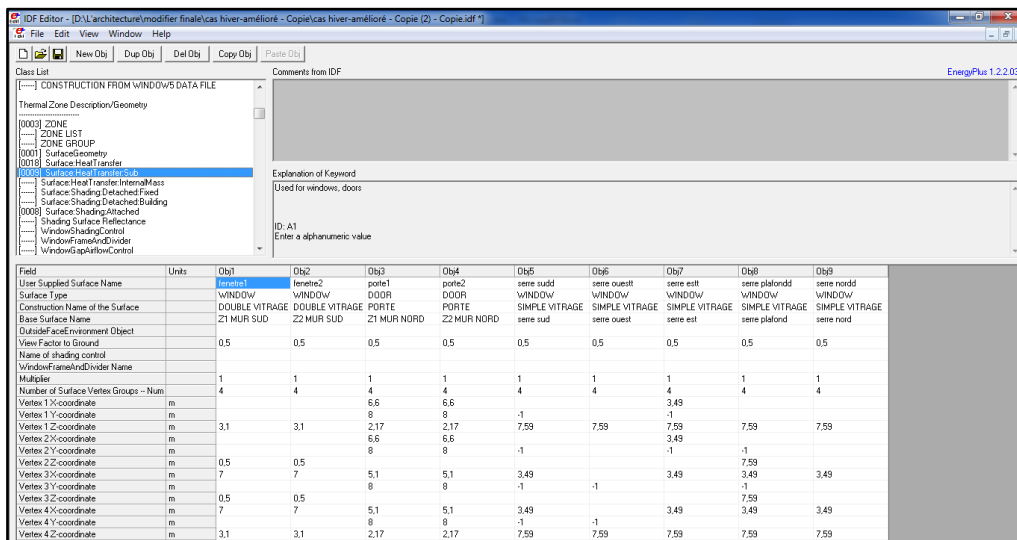


Figure 131 : Édition des fenêtres, les portes, et la serre

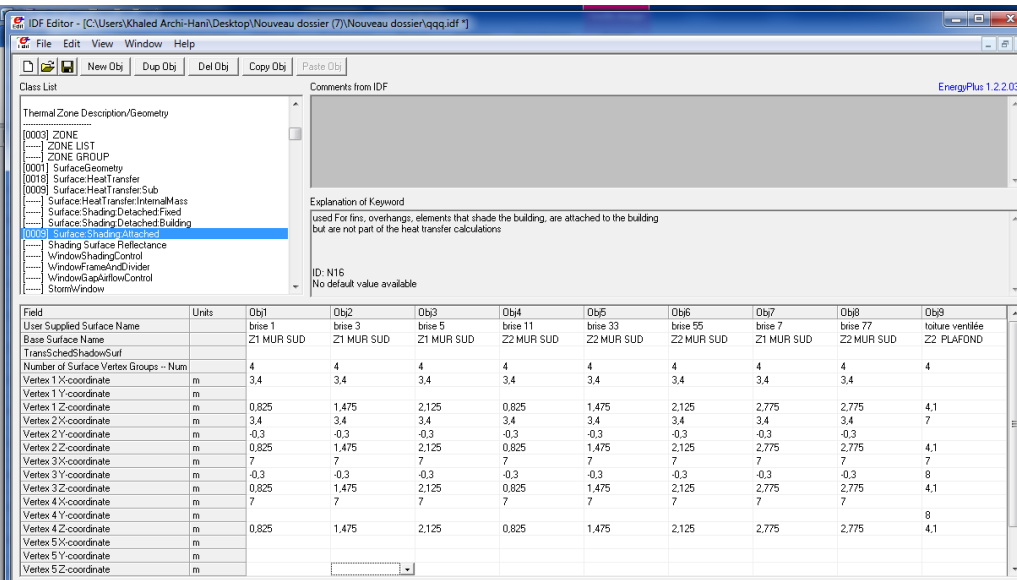


Figure 132 : Construction des brises soleil

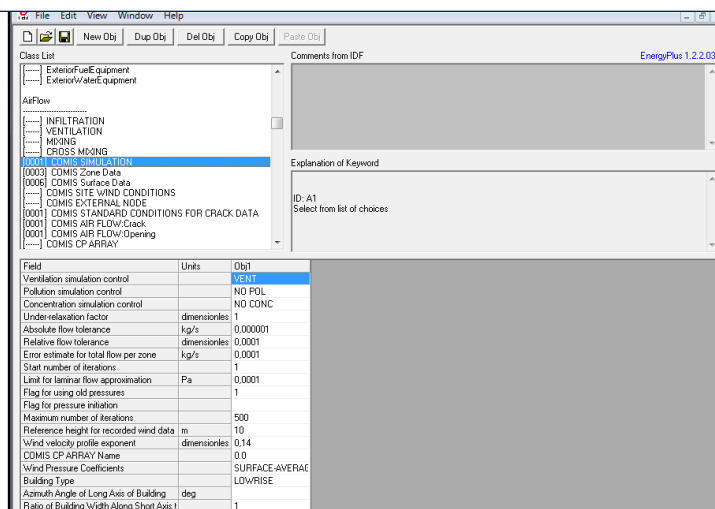


Figure 133 : Insertion des données de ventilation

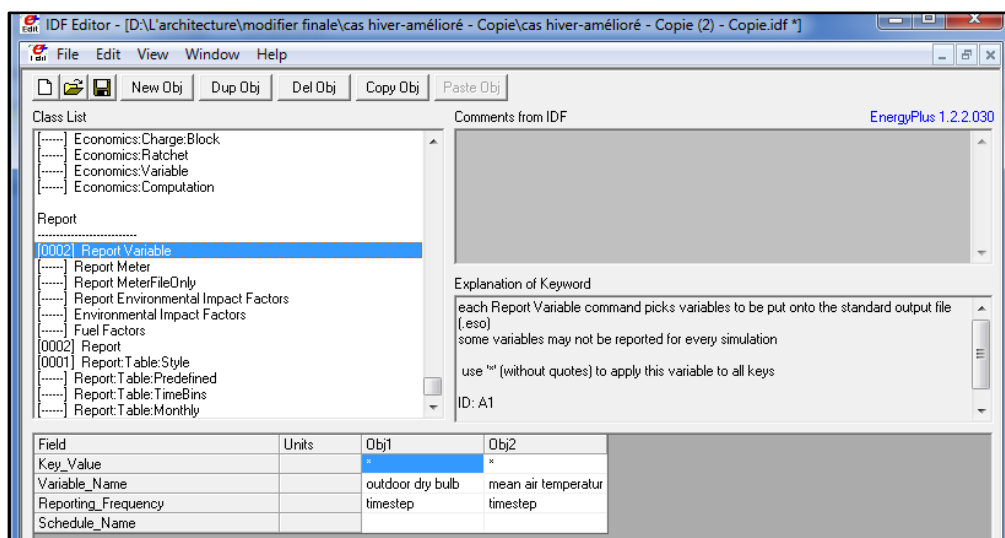


Figure 134 : Définition les attribues de diagramme

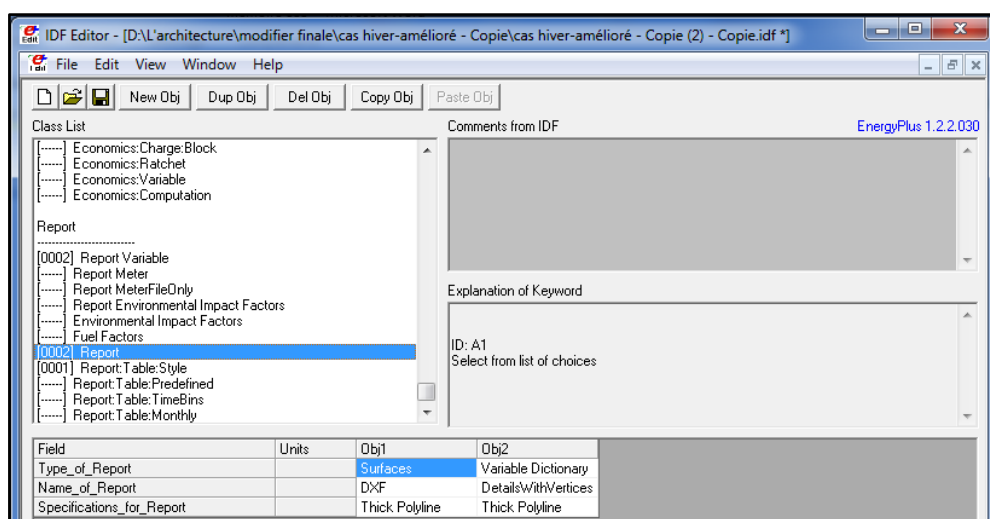


Figure 135 : Identification le rapport en DXF

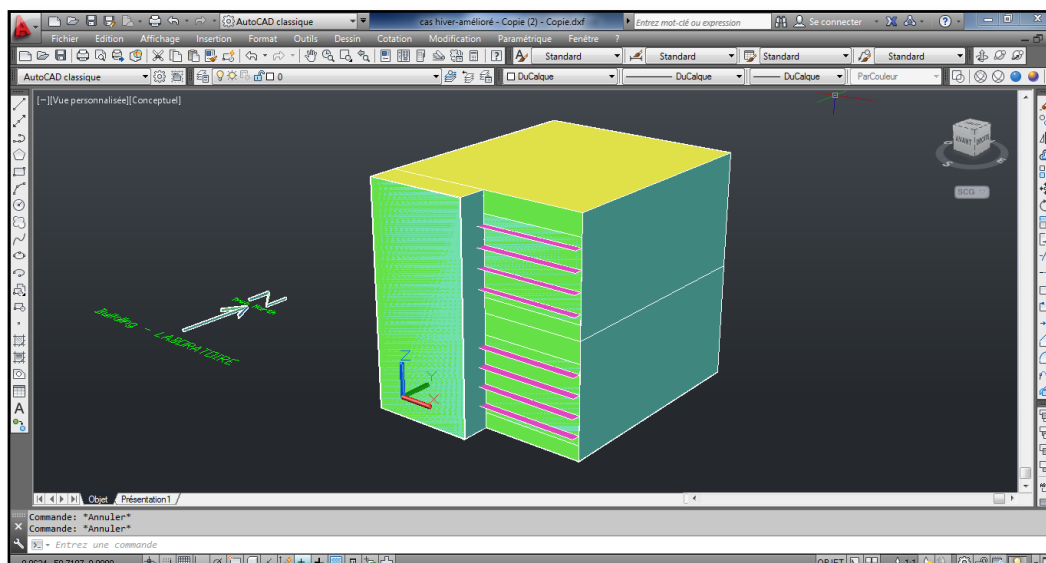


Figure 136 : Modélisation d'un laboratoire par Energie plus

Chapitre V : CONFORT THERMIQUE

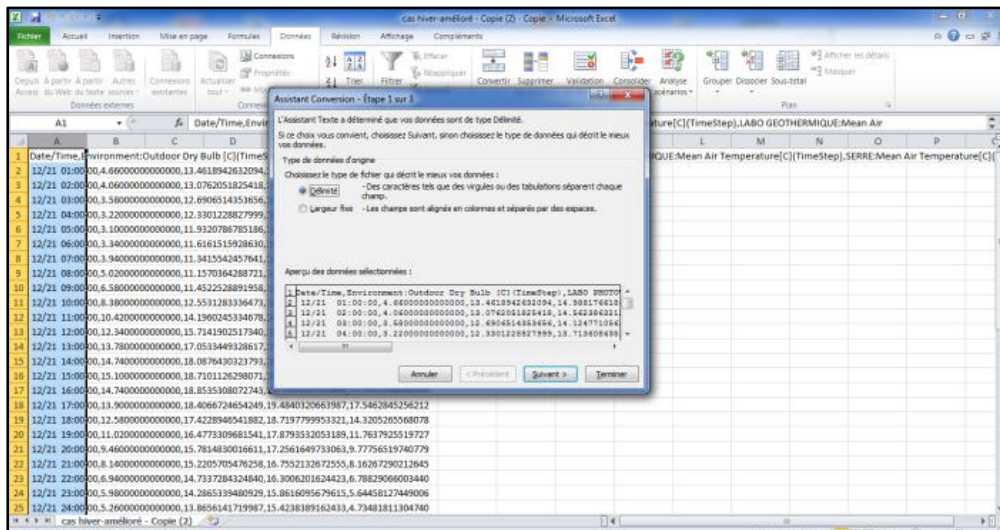


Figure 137 : Transformation les résultats de simulation en Excel

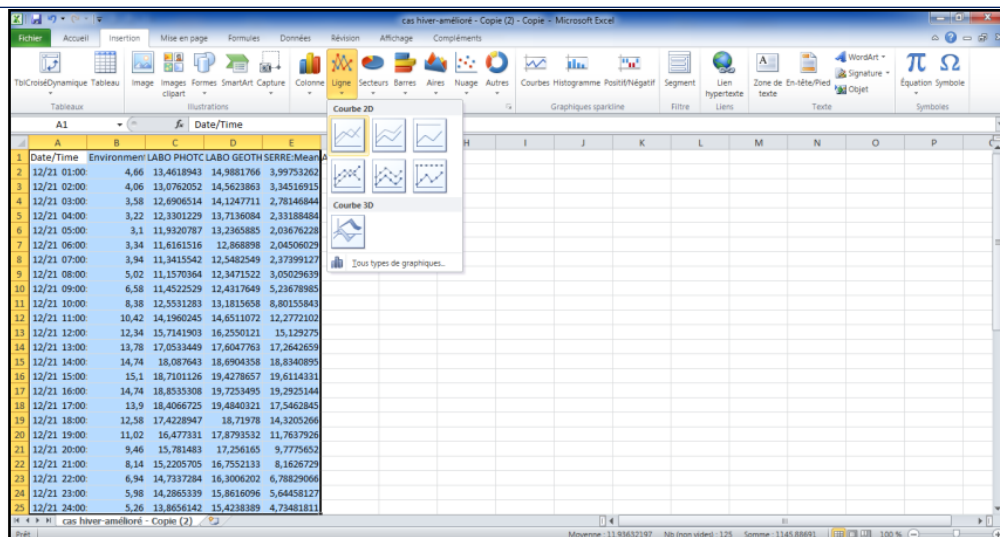


Figure 138 : Insertion le diagramme de température

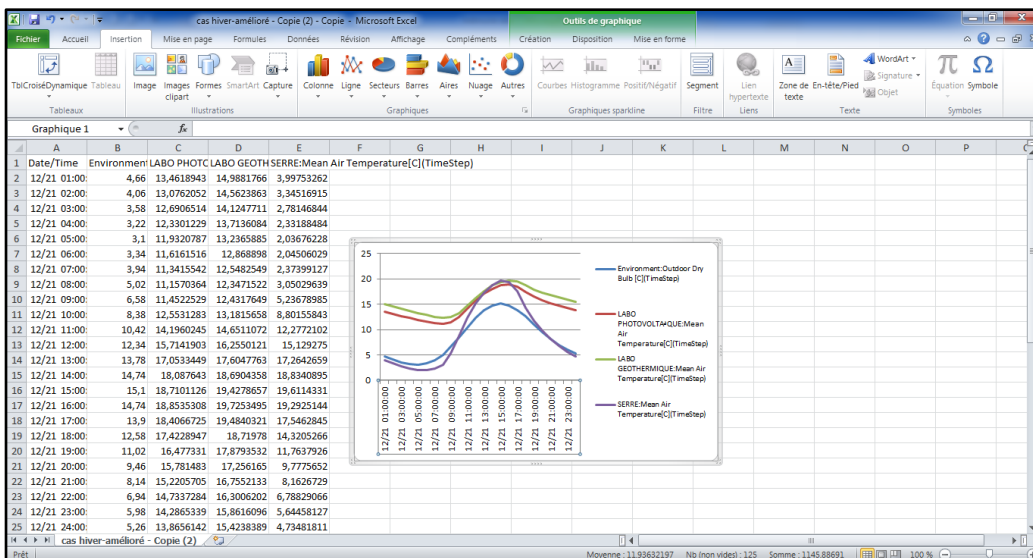


Figure 139 : Le diagramme de température

8. Résultats de simulation

A. En hiver

a. Cas hiver initial

- Les paramètres de simulation

- Type de vitrage « simple vitrage ».

- Les dimensions des fenêtres de « 2×1,5 m ».

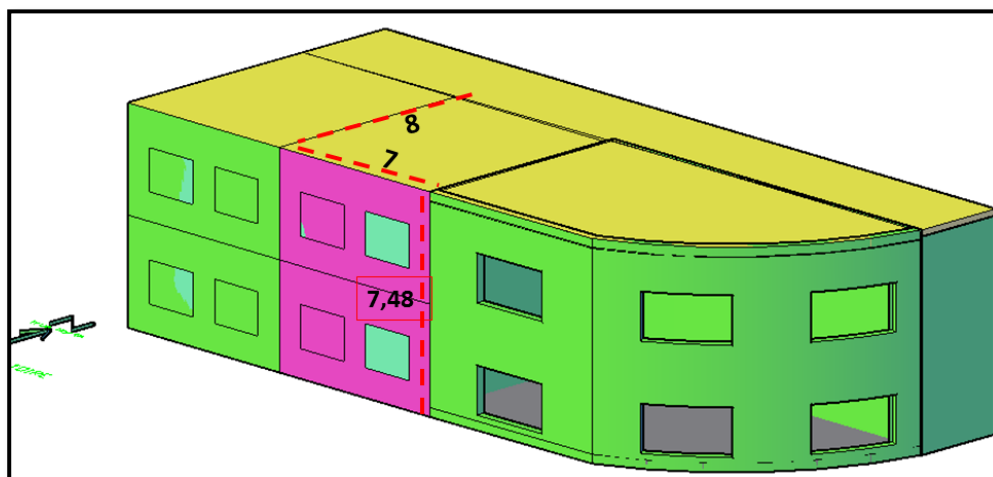


Figure 140 : Modélisation des laboratoires – cas initial

Tableau 14 : Matériaux de construction utilisée "cas hiver initial"

Mur extérieur	Mur intérieur	Dalle de flottante	Dalle de plafond	Porte	Simple vitrage
Enduit ciment	Enduit Plâtre	Hérisson	Carrelage	Bois	Vitrage 3 mm
Brique 15 cm	Brique 10 cm	Dalle flottante	Mortier ciment		
Vide d'air	Enduit Plâtre	Mortier ciment	Dalle B.armé de 4 cm		
Brique 10 cm		Carrelage	Hourdi		
Enduit Plâtre			Enduit plâtre		

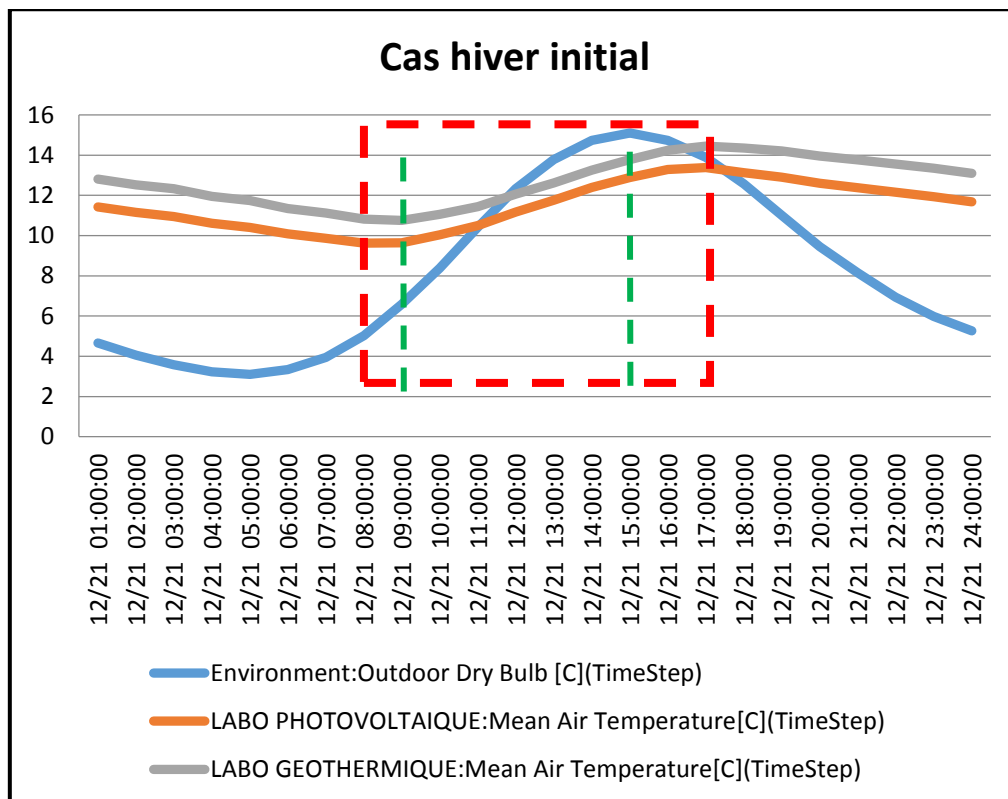


Figure 141: Diagramme de température - cas hiver initial

Tableau 15 : Résultats de simulation - cas hiver initial

	Température à 9:00 h	Température à 15:00 h	Température opérative en hiver
Environnement extérieure	6 °C	15 °C	20 – 24 °C
Laboratoire photovoltaïque	10 °C	13 °C	
Laboratoire géothermique	11 °C	14 °C	

- Interprétation de résultats :

Après l'évaluation de diagramme de la température à l'intérieur de laboratoire, dans le cas simulé on enregistre une température varie entre 10 et 14 °C dans les deux laboratoires, une valeur insuffisant par rapport la norme de confort d'hiver de 20 °C, c'est-à-dire l'enveloppe est non isolante.

- Recommandation : On propose :

- L'isolation de l'enveloppe et remplacer le simple vitrage par le double vitrage.
- La nécessité d'ajouter un système de chauffage passif, et nous avons choisi d'intégrer une serre à la façade sud de laboratoire pour ces performance thermique.

b. Cas hiver amélioré

- Les paramètres de simulation

Le cas amélioré proposé consiste à :

- L'isolation des murs par le polystyrène et le plancher avec le liège expansée.
- L'installation des fenêtres de double vitrage, et élargir les dimensions des ouvertures « 7×2,6 m »
- Installation d'une serre de 1×3,5×7,48 m.

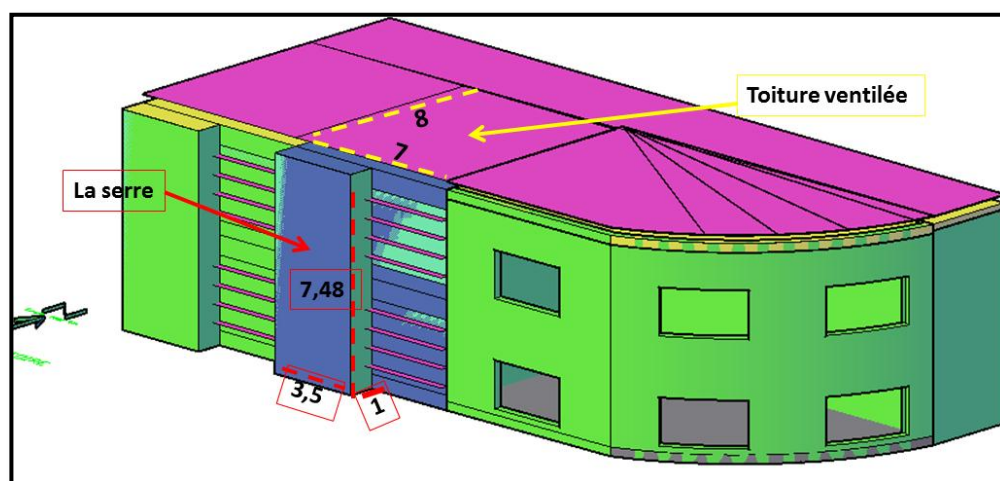


Figure 142 : Modalisation des laboratoires – cas amélioré

Tableau 16 : Détail de la serre

Technique	Longueur (m)	Largeur (m)	Epaisseur (m)
La serre	1	3,5	0,003

Tableau 17 : Matériaux de construction utilisée "cas hiver amélioré "

Mur extérieur	Mur intérieur	Dalle de flottante	Dalle de plafond	Porte	Double vitrage
Enduit ciment	Enduit plâtre	Hérisson	Carrelage	Bois	Vitrage 3 mm
Brique 15 cm	Brique 10 cm	Dalle flottante	Mortier ciment		Vide d'air
Vide d'air	Enduit plâtre	Mortier ciment	Sable		Vitrage 3 mm
Brique 10 cm		Carrelage	Dalle B.armé de 4 cm		
Polystyrène			Hourdi		
Enduit Plâtre			Liège expansée		
			Enduit Plâtre		

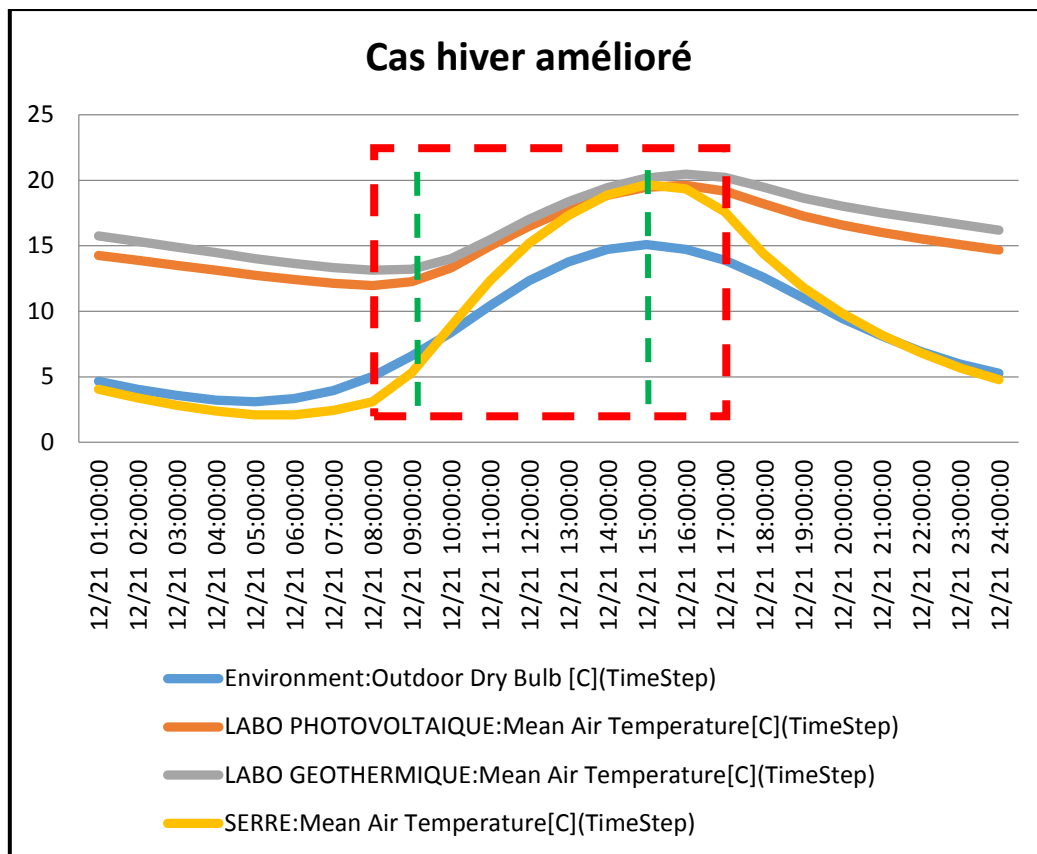


Figure 143 : Diagramme de température - cas hiver amélioré

Tableau 18 : Résultats de simulation - cas hiver amélioré

	Température à 9:00 h	Température à 15:00 h	Température opérative en hiver
Environnement extérieure	6 °C	15 °C	20 – 24 °C
Laboratoire photovoltaïque	13 °C	19,5 °C	
Laboratoire géothermique	14 °C	20 °C	

- Interprétation de résultats :

D'après les résultats de simulation :

- On remarque que la température intérieure est augmentée de 5 °C par rapport l'environnement extérieur.
- On trouve que la température intérieure est augmentée jusque 20 °C dans les deux laboratoires. Cette augmentation est acceptable visé à la température de confort d'hiver recommandé qui exige une température de 20 °C.
- On observe que on a obtenu une élévation de température de l'ordre de 6°C par rapport au cas initial.

B. En été

a. Cas été initial

- Les paramètres de simulation

- Type de vitrage « simple vitrage ».
- Les dimensions des fenêtres de « 2×1,5 m ».

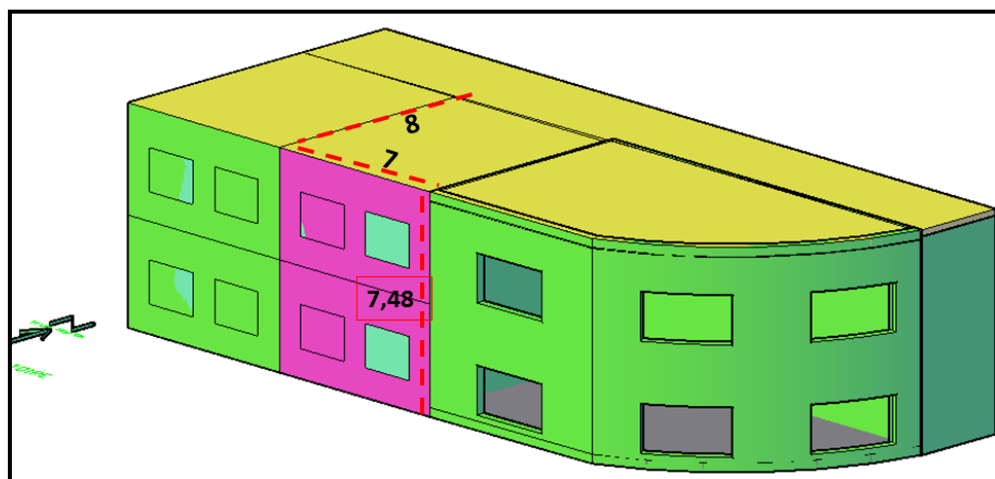


Figure 144 : Modélisation cas été initial

Tableau 19 : Matériaux de construction utilisée "cas hiver initial "

Mur extérieur	Mur intérieur	Dalle de flottante	Dalle de plafond	Porte	Simple vitrage
Enduit Ciment	Enduit Plâtre	Hérisson	Carrelage	Bois	Vitrage 3 mm
Brique 15 cm	Brique 10 cm	Dalle flottante	Mortier ciment		
Vide d'air	Enduit Plâtre	Mortier ciment	Dalle B.armé de 4 cm		
Brique 10 cm		Carrelage	Hourdi		
Enduit Plâtre			Enduit Plâtre		

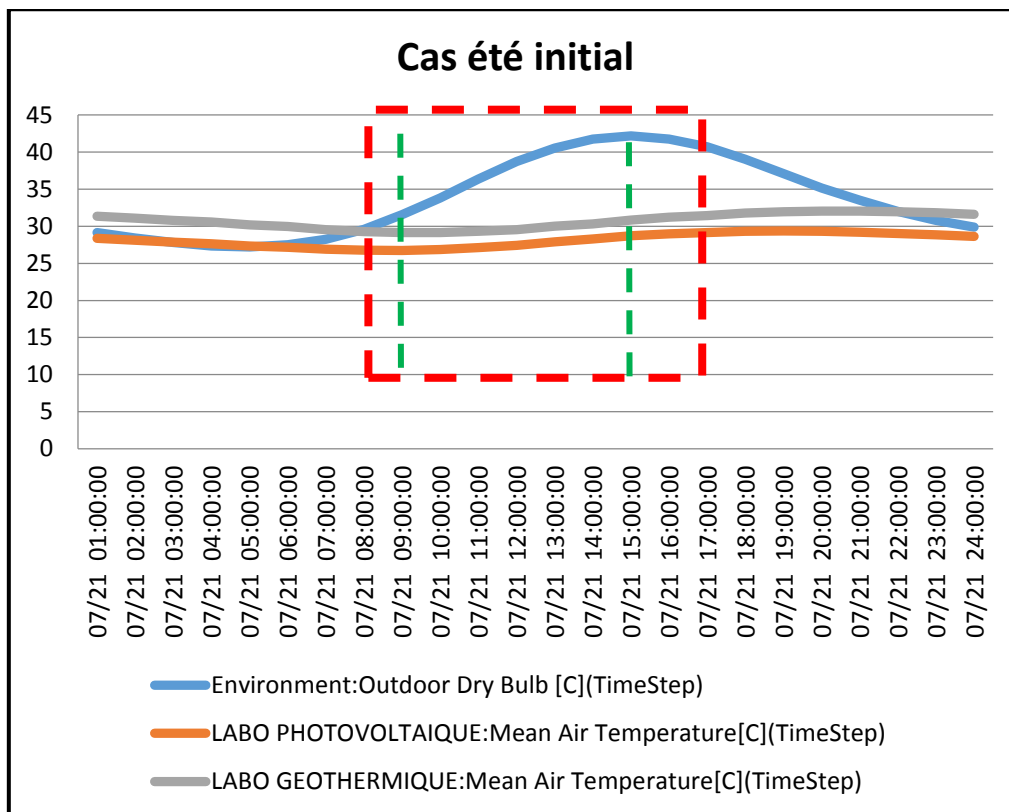


Figure 145 : Diagramme de température - cas été initial

Tableau 20 : Résultats de simulation « cas été initial »

	Température à 9:00 h	Température à 15:00 h	Température opérative en été
Environnement extérieure	33 °C	43 °C	23 – 26 °C
Laboratoire photovoltaïque	26 °C	30 °C	
Laboratoire géothermique	30 °C	31 °C	

- Interprétation de résultats :

- Après l'évaluation de diagramme de la température à l'intérieur de laboratoire, dans le cas simulé on enregistre une température varie entre 26 et 31 °C dans les deux laboratoires, une valeur insuffisant par rapport la norme de confort d'été de 25 °C, c'est-à-dire l'enveloppe est non isolante.

- Recommandation : On propose :

- Isolation de l'enveloppe et remplacer le simple vitrage par le double vitrage.
- Intégration des brises soleil horizontales au niveau des ouvertures.
- Utilisation d'une toiture ventilée pour le rafraîchissement de l'air et pour l'isolation thermique.

b. Cas été amélioré

- Les paramètres de simulation

Le cas amélioré consiste à :

- L'isolation des murs par le polystyrène et le plancher avec le liège expansée.
- L'installation d'une toiture ventilée.
- L'utilisation des fenêtres de double vitrage « 7×2,6 m » et des brises soleil horizontales.

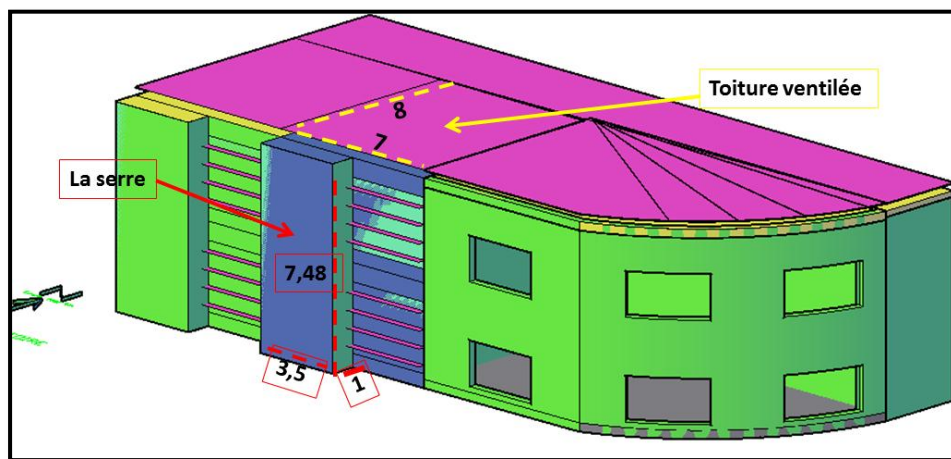


Figure 146 : Modélisation cas été amélioré

Tableau 21 : Détail de brise soleil

Technique	Longueur (m)	Largeur (m)	Epaisseur (m)
Brise soleil horizontal	0,2	7	0,05

Tableau 22 : Matériaux de construction utilisée "cas été amélioré "

Mur extérieur	Mur intérieur	Dalle de flottante	Dalle de plafond	Porte	Double vitrage
Enduit ciment	Enduit plâtre	Hérisson	Carrelage	Bois	Vitrage 3 mm
Brique 15 cm	Brique 10 cm	Dalle flottante	Mortier ciment		Vide d'air
Vide d'air	Enduit plâtre	Mortier ciment	Sable		Vitrage 3 mm
Brique 10 cm		Carrelage	Dalle B.armé de 4 cm		
Polystyrène			Hourdi		
Enduit Plâtre			Liège expansée		
			Enduit Plâtre		

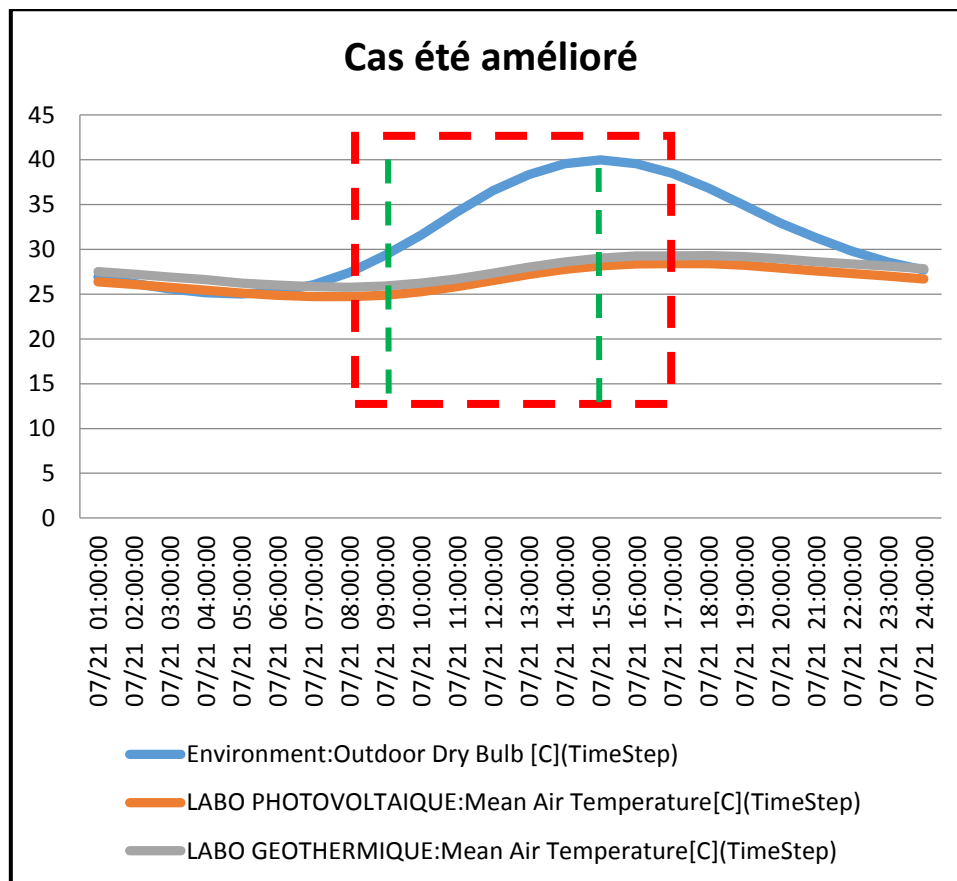


Figure 147 : Digramme de température - cas été amélioré

Tableau 23 : Résultats de simulation « cas été amélioré »

	Température à 9:00 h	Température à 15:00 h	Température opérative en été
Environnement extérieure	30 °C	40 °C	23 – 26 °C
Laboratoire photovoltaïque	25 °C	27 °C	
Laboratoire géothermique	26 °C	28 °C	

- Interprétation de résultats :

D'après les résultats de simulation :

- On remarque que la température intérieure est diminuée de 12 °C par rapport l'environnement extérieur.
- On trouve que la température intérieure est diminuée « varié entre 25 à 28 °C » dans les deux laboratoires. Cette diminution est acceptable vise à la température de confort d'été recommandé qui exige une température de 25 °C.
- On observe que on a obtenu une baisse de température de l'ordre de 3 °C par rapport au cas initial.

III. Synthèse

Le confort thermique dans les zones à climat chaud et aride reste toujours une des préoccupations majeures des concepteurs du projet.

A travers cette étude on a essayé d'évaluer l'effet de l'utilisation des isolants telle que le polystyrène et le liège expansée, avec l'emploi de double vitrage.

Également on mit à l'accent sur l'installation de la serre pour l'hiver, c'est un espace tampon qui favorise le captage du rayonnement solaire, ce rayonnement est transformé en chaleur par effet de serre.

Concernant l'été nous avons utilisé des brises soleil avec la toiture ventilée, qu'ils ont permis d'enregistrer des températures inférieures à celle de l'extérieur.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Afin d'évaluer nos système et dispositifs utilisées à notre centre de recherche d'énergies renouvelables pour assurer le confort thermique on a pu augmenter à travers la simulation numérique la température intérieure de laboratoire en hiver jusque 6 °C par différents systèmes appliques « la serre, double vitrage, matériaux isolants », et en été on a pu de minimiser la température intérieure de l'enveloppe au 3 °C avec les dispositifs tel que la toiture ventilée.

Alors on peut déduire que les systèmes passif a énergies renouvelables et les différents dispositifs utilisés ont un rendement positif par rapport la globalité du projet.

Néanmoins d'autre dispositif et système passifs peut être développé dans le cadre des recherche approfondi toute on préservant la particularité et le bon fonctionnement du projet et la créativité des concepteurs.

A travers cette recherche on a essayé de cerner certains aspects de l'architecture durable dans un équipement recevant le public tels que, centre de recherche, son rôle est la sensibilisation et la vulgarisation, on a essayé aussi d'offrir un programme riche destiné aux différents catégories de la société tout on mise en valeur les opportunités offerte par le contexte pour offrir aux usagers un équipement sain et confortable, en minimisant ses impacts sur l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Le journal officiel de la république algérienne n° 43loi n° 03-10/Art.4.....1
- [2] Mémoire de fin d'étude : Unité De Recherche En Energies Renouvelables A Tlemcen, O.Cheriguene, université de Tlemcen, 2015.....5
- [3] www.ines-solaire.org/.....5
- [4] Livre: Jargstorf Benjamin, Renewable Energy & Development, Addis Ababa 2004.....7
- [5] Mémoire de master, centre de recherche des énergies renouvelables, Y.Nemiche, université de Tlemcen, 2013.....7
- [6] www.peracod.sn/.....8
- [7] Cours d'urbanisme, Le développement durable, Mme Bouchareb. Z – 2011.....9/11
- [8] https://www.diplomatie.gouv.fr/rapport_brundtland.....9
- [9] www.entauvergne.fr/.....9
- [10] www.cepflorac.org/.....10
- [11] Livre : Architecture écologique - une histoire critique, James Steele, Actes Sud, 2005.....10
- [12] www.generalux.fr.....11
- [13] www.e-rt2012.fr/.....11
- [14] www.inex.fr.....11
- [15] www.annemasse.fr/.....12
- [16] www.gabrielverd.com.....12/13/14
- [17] <https://www.google.dz/maps/>.....13/24/42
- [18] www.sharethis.com.....14/15/16
- [19] <http://energypost.eu/>.....17
- [20] <https://www.ville-palaiseau.fr/>.....17
- [21] <https://www.fondation-hadamard.fr/edf-lab-saclay-plan.pdf>.....18/19
- [22] <http://www.spiebatignolles.fr/>.....18
- [23] <http://www.cq-plateau-palaiseau.net>.....19
- [24] <http://www.office-et-culture.fr/architecture/concept/edf-lab-paris-saclay>.....22
- [25] www.raic.org/.....23/28
- [26] www.uraer.cder.dz.....28/29
- [27] Article : M. Salmon- Boussaâda: une ville touristique confrontée au développement urbain, Alger.2009.....33
- [28] Mémoire de fin d'étude, Développement urbain et préservation du patrimoine architectural dans les médinas, N. Belouadah, université de Biskra -2009.....34/42
- [29] Livre : NACIB Y., 1986, Culture oasienne essai d'histoire sociale de l'oasis de Bou-Saâda, ENAL-Alger.....34/40
- [30] Article : Principes d'urbanisation du Ksar de Bou-Saâda « Analyse entre la forme et le contenu » NOUIBAT BRAHIM, université de Biskra, 2009.....35/37

BIBLIOGRAPHIE

[31] Livre : MAZOUZ Saïd, Eléments de conception architecturale : Edition O.P.U, 2004.....	38
[32] https://fr.meteovista.be/	38/40
[33] S.Mazouz, Cours de Confort thermique et construction en climat chaud, université de Biskra....	41
[34] Neufert 10 édition.....	52
[35] Livre : GIVONI(B), l'homme, l'architecture et le climat, éd, 1982.....	71
[36] Livre : Izard Jean-Louis, architecture d'été : construire pour le confort d'été, édition EDISUD, Aix de Provence, France, 1993.....	71
[37] Site internet: permagrowing.com/architecture-bioclimatique/	71
[38] http://www.ageden.orgales	72
[39] http://www.siplast.fr/	73
[40] Guide technique de la diffusion d'air, 2006.....	73
[41] www.csst.qc.ca , Guide Confort thermique à l'intérieur d'un établissement.....	73
[42] http://www.bet-exergie.com/prestations/	74
[43] https://fr.climate-data.org/	75

