



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



UNIVERSITE AMAR THELIDJI LAGHOUE  
FACULTE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE  
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

## **MEMOIRE DE MASTER**

### **REALISE PAR :**

❖ **Gribi Ahmed**

DOMAINE architecture, urbanisme & métiers de la Ville

**FILIERE : ARCHITECTURE**

**OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT**

### **Thème**

**Conception d'un centre de formation régionale durable  
spécialisé dans le domaine de la soudure pipeline et ses  
applications dans un climat chaud et aride dans la ville de  
Berriane avec 250 places pédagogique**

**Evaluation de l'effet de ventilation naturelle sur la qualité de l'air et le**

### **Jury de soutenance :**

<b><u>Nom et Prénom</u></b>	<b><u>Grade</u></b>	<b><u>Qualité</u></b>
<b>Mr : Koriba Mustapha</b>	<b>M.C.A</b>	<b>Président</b>
<b>Mr : Tabai Brahim</b>	<b>M.C.B</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mme : Baâli Saida</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Mr : Benhouhou Med Naim</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Corapporteur</b>
<b>Mr : Djedid Mourad</b>	<b>M.A.A</b>	<b>Corapporteur</b>

**Promotion : Septembre - 2022**



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



**UNIVERSITE AMAR THELIDJI LAGHOuat**  
**FACULE D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL**  
**DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE**  
**RESUME DE MEMOIRE DE MASTER**

**FILIERE : ARCHITECTURE**

**DOMAINE : architecture, urbanisme et métiers de la Ville**

**OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT**

**THEME : Conception d'un centre de formation régionale durable spécialisé dans le domaine de la soudure pipeline et ses applications dans la ville de Berriane.**

**Evaluation de l'effet de ventilation naturelle sur la qualité de l'air et le confort thermique dans l'atelier de soudage**

**Présenté par :**

- **Gribi Ahmed**

**Encadré par :**

- **Mme. Baâli Saida**
- **Mr Benhouhou Mohamed Naim.**
- **Mr Djedid Mourad**

**Résumé :**

Ce modeste travail est une tentative de concevoir durablement un centre de de formation spécialisé dans le domaine du soudage pipeline et à ses applications de contrôle non destructif suivant les concepts généraux de l'architecture durable au niveau de la ville de Berriane qui présente des contraintes à la fois environnementales et climatiques. Afin d'aboutir à notre objectif on a opté pour l'aspect fonctionnel, une création de microclimat et le design paramétrique qui nous ont offerts la capacité d'assurer le fonctionnement des espaces et de créer des formes inspiré du scorpion.

Nous avons essayé de porter des réponses au problème, du confort visuel par l'effet d'ombrage et l'orientation, du confort thermique en été par l'usage de l'architecture biomimétique en favorisant des techniques de constructions innovante tel que béton te terre cuite stabilisé, les panneaux de pailles et le vitrage intelligent et profiter du climat pour produire l'énergie requise par des panneaux photovoltaïques.

Par le biais de simulation numérique à l'aide des logiciels, on a procédé à l'évaluation thermique et la qualité de l'air des ateliers pratiques du soudage afin de vérifier le rendement des solutions proposées.

**Mots clés :**

Architecture durable, climat chaud et aride, confort thermique, qualité de l'air, ville de Berriane, formation professionnelle en soudure pipeline



Democratic and popular republic of Algeria  
Ministry of higher education and scientific research



## **Amar Thelidji University – Laghouat**

**FACULTY: civil engineering and architecture**

**SECTOR: Architecture & town planning**

### **ABSTRACT OF MASTER MEMORY**

**SECTOR:** Architecture

**DOMAIN:** architecture, town planning and city trades

**SPECIALITY:** Architecture & environment

**Theme:**

**Presented by:**

- **Gribi Ahmed**

**Supervise by :**

- **Mme BAALI SAIDA**
- **Mr BENHOUHOU MOHAMMED NAIM**
- **Mr Djedid MOURADE**

**Abstract :**

This modest work is an attempt to design a sustainable training center specializing in the field of pipeline welding and its non-destructive testing applications following the general concepts of sustainable architecture at the level of the city of Berriane which presents constraints to both environmental and climatic. In order to achieve our objective, we opted for the functional aspect, a creation of microclimate and parametric design which gave us the ability to ensure the functioning of spaces and to create shapes inspired by the scorpion.

We have tried to bring answers to the problem, visual comfort by the shading effect and orientation, thermal comfort in summer by the use of biomimetic architecture by promoting innovative construction techniques such as concrete te stabilized terracotta, straw panels and smart glazing and take advantage of the climate to produce the energy required by photovoltaic panels.

Through digital simulation using software, thermal and air quality evaluation of the practical welding workshops was carried out in order to verify the performance of the proposed solutions.

**Keywords:**

Sustainable architecture, hot and arid climate, thermal comfort, air quality, city of Berriane, vocational training in pipeline welding.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة عمار تليجي الاغواط  
كلية الهندسة المعمارية والمدنية  
قسم الهندسة المعمارية  
ملخص مذكرة ماستر



الشعبة: هندسة معمارية  
التخصص: هندسة معمارية وبيئة  
الميدان: العمارة وتخطيط المدن وتداولات المدينة  
عنوان المذكرة: تصميم مستدام لمركز تكوين متخصص في تلحيم الأنابيب وتقنيات مراقبة التلحيم في مدينة بريان

• من تقديم الطالب: أحمد قريبي

الأساتذة المؤطرون

- باعلي سعيدة
- بن حوحو محمد نعيم
- جديد مراد

ملخص المذكرة

حاولنا من خلال هذا العمل المتواضع تصميم مركز تكوين مستدام متخصص في مجال تلحيم الأنابيب وطرق وتقنيات مراقبة التلحيم باتباع المفاهيم العامة للعمارة المستدامة على مستوى مدينة بريان، التي تفرض قيودًا على كل من البيئة والمناخ والتخطيط العمراني. من أجل تحقيق هدفنا، اخترنا الجانب الوظيفي نظرا لطبيعة المشروع، انشاء مساحات خضراء للتخفيض من درجة الحرارة واتباع النمط المعياري بأشكال مستوحاة من العقرب

حاولنا ايجاد حلول لمشكلة الراحة البصرية من خلال التظليل والتوجيه، والراحة الحرارية في الصيف من خلال استخدام الهندسة المعمارية المحاكية للطبيعة من خلال تعزيز تقنيات البناء المبتكرة مثل ألواح القش، والزجاج الذكي والاستفادة من المناخ لإنتاج الطاقة للتحقق من أداء الحلول المقترحة. انتقلنا من خلال المحاكاة الرقمية باستخدام برنامج لتقييم وحساب درجة الحرارة وجودة الهواء في ورش التلحيم.

الكلمات المفتاحية

العمارة المستدامة، مناخ حار وجاف، الراحة الحرارية، جودة الهواء، مدينة بريان، تكرين مهني في مجال تلحيم الأنابيب

# *REMERCIEMENT*

Je remercie dieux le tout puissant de m'avoir donné la force et la volonté pour accomplir ce travail, grand merci à Mamatti qui est ma véritable source d'énergie et de volonté dans ce monde et ma clé de réussite, pour sa patience et son soutien incomparable, à mon père source de ma fierté pour son soutien, son encouragement et ses connaissances dans le domaine du soudage pipeline et ses applications.

Un grand merci à toute ma famille, à mes amis, pour leur patience et leur encouragement tout le long de ma période de formation en architecture.

Un chaleureux merci pour tous mes enseignants et en tête, Mr. Karim Dehaina qui m'a incité à faire un master en architecture, un homme honorable qui a cru en moi et à mes capacités.

Que mes encadreurs, madame Saida Baali, Naim Ben Houhou et Djdid Morad croient en mes remerciements pour leurs suivis intenses à mon profit, pour leurs connaissances inestimable et leur délicatesse, leurs accompagnements pendant toute cette étape d'une importance indéterminée.

Que les honorables membres de jury : Mr Koriba Mustapha et Tabai Brahim croient en mes remerciements anticipés pour avoir bien voulu accepter d'enrichir et d'évaluer ce travail.

# *DEDCACE*

Je dédie ce travail à Mamatti la lionne qui me relève à chaque chute, à mon père qui m'a donné la vision plus loin, à mes deux chères sœurs Imane et Lamiss et à toute ma famille.

Spéciale dédicace pour Fayssal Tahkout, Laid Guesmia que Dieu les libère de leur prison ainsi que tous les détenus.

A mon équipe permanente Omar Mechat, Chabar, Lakhdar Ridondo

A mon frère Rafik, Haithem, El Eulmi, Mustapha, Abderahmane, Djbaili

Mossab, Ali, Yesaad, Mohamed, Lakhdar, Ahmed, Hamza

Au groupe Samdex : Nour, Lina, Asma

A toute ma promo dont j'étais délégué et en particulier Amine, Khalil, Ameer, Yahya,

Au département d'architecture de Laghouat

## Table de matières

### **INTRODUCTION GENERALE**

Introduction.....	01
Problématique.....	02
Hypothèses.....	02
Objectifs.....	02
Méthodologie.....	02
<b>I. CHAPITRE THEMATIQUE.....</b>	<b>.....</b>
<b>1. La formation professionnelle.....</b>	<b>04</b>
1.1. Définitions.....	04
1.2 Les objectifs de la formation professionnelle.....	05
1.3 Les enjeux de la formation professionnelle.....	05
1.4 Les types de la formation professionnelle.....	06
1.5. La formation professionnelle en Algérie.....	06
<b>2. Le soudage pipeline et ses applications.....</b>	<b>07</b>
2.1. Le soudage pipeline et ses procédés.....	07
2.2.1.Le contrôle non destructif « CND » .....	08
2.2.2.Définition du contrôle non destructif « CND » .....	08
2.2.3.Les différentes méthodes de contrôle non destructif « CND » .....	08
2.3. Les secteurs d'activités relatives au soudage pipeline et ses applications .....	09
2.4. Justification du choix.....	09
2.4.1 Activité de transport par canalisation.....	10
2.4.2 Liste des entreprises dans le domaine hydraulique en Algérie.....	11
2.4.3 La formation professionnelle liée au soudage pipeline et ses application en Algérie.....	12
<b>3. La durabilité architecturale.....</b>	<b>13</b>
3.1 Définitions.....	13
3.2 Les principes de l'architecture durable .....	13
3.3 Les pratiques de l'architecture durable .....	14
3.4 Les types de l'architecture durable .....	15
3.4.1. Architecture vernaculaire .....	15
3.4.2. Architecture bioclimatique .....	17
3.4.3.L'architecture biomimétique .....	18
3.4.4.L'architecture paramétrique.....	20
3.5 Stratégie de conception dans un climat chaud et aride.....	21
3.5.1.Stratégie du chaud en hiver.....	21
3.5.2 Stratégie du froid en été.....	22
3.5.3 Système et techniques passifs.....	22
<b>4. Synthèse.....</b>	<b>28</b>

<b>II. CHAPITRE ANALYTIQUE.....</b>	
<b>1. Ecole de soudure et d'expertise d'Arzew CSZ « Algérie ».....</b>	<b>29</b>
1.1.Fiche technique.....	29
1.2.Situation.....	29
1.3.Aspect fonctionnel et architecturale .....	30
1.3.1Plan de mass .....	30
1.3.2 Accessibilité .....	30
Synthèse .....	35
<b>2. Institut de soudure groupe « France ».....</b>	<b>36</b>
2.1.Implantation.....	36
2.2.Ecoles d'ingénieurs.....	36
2.3.Le centre de formation de Villepinte, Ile de France.....	37
<b>3. Bee 'ah headquarter, Sharjah, UAE.....</b>	<b>38</b>
3.1.Fiche technique.....	38
3.2.Situation.....	38
3.3.Aspect fonctionnel et architecturale .....	39
3.3.1.Implantation .....	39
3.3.2 Plan de mass et volumétrie.....	40
3.3.3 Les plans de distributions .....	41
3.3.4. Analyse .....	44
3.4.Aspect de durabilité .....	47
3.5.Synthèse.....	48
<b>4. Synthèse du chapitre .....</b>	<b>49</b>
<b>III. LE PROGRAMME ARCHITECTURAL ET LE CONTEXTE.....</b>	
<b>1. Identification du projet.....</b>	<b>50</b>
<b>2. Le programme architectural .....</b>	<b>50</b>
2.1. Le programme initial .....	50
2.2. Le programme qualitatif .....	52
2.3. Le programme quantitatif .....	55
2.4. Organigramme fonctionnelle .....	57
<b>3. La ville de Berriane.....</b>	<b>58</b>
3.1. Présentation de la ville de Berriane.....	58
3.1.1.Situation géographique.....	58
3.1.2Accessibilité.....	58
3.2. Aperçu historique .....	59
3.2.1.Développement de la ville .....	59
3.2.2 Sur le plan social .....	61

3.3 Climat .....	62
3.3.1 Etude climatique de la ville de Berriane .....	63
3.3.2 Synthèse .....	67
3.4. Analyse du site d'intervention .....	67
3.4.1. Emplacement du site d'intervention .....	68
3.4.2. Morphologie du terrain .....	68
3.4.3. Etude climatique du site .....	69
<b>4 Synthèse.....</b>	<b>69</b>

#### **IV. LA CONCEPTION DU PROJET.....**

<b>1. Genèse du projet.....</b>	<b>70</b>
1.1. Principes et concepts .....	70
1.2. Idée d'inspiration .....	70
1.3. Genèse .....	71
<b>2. Conception des espaces interne/ externe.....</b>	<b>75</b>
2.1. Le plan de mass .....	75
2.2. Plans de distributions.....	85
2.3. Les coupes .....	101
2.4. Les façades .....	104

#### **V. TECHNIQUES DE CONSTRUCTION ET STRATEGIES .....**

<b>1. Techniques de construction.....</b>	<b>108</b>
1.1. Système constructif .....	108
1.1.1. Structure mixte .....	108
1.1.2. Structure tridimensionnel .....	109
1.1.3. Le mur rideaux .....	110
1.2. Le choix des matériaux .....	110
1.2.1. Le béton de terre stabilisé BTS.....	110
1.2.2. Les panneaux de paille.....	111
1.2.3. Béton renforcé en fibre d'acier.....	112
1.2.4. Le vitrage feuilleté.....	113
1.2.5. Composite ciment verre GRC.....	113
<b>2. Les stratégies bioclimatiques.....</b>	<b>114</b>
2.1. Façades double peaux .....	114
2.2. Les panneaux de paille.....	115
2.3. Le Patio et les cours.....	116
2.4. Inertie de la terre.....	117
2.5. Effet d'ombrage.....	118
2.6. L'atrium.....	119
<b>3. Systèmes hybride.....</b>	<b>121</b>
3.1. Les panneaux thermiques (chauffage/eau chaude sanitaire).....	121

<b>4. Production d'énergie.....</b>	<b>122</b>
4.1.Panneaux photovoltaïques flexible.....	122
4.2.L'énergie cinétique par un revêtement de sol.....	123
Synthèse de chapitre.....	123

**VI. SIMULATION .....**

<b>Introduction.....</b>	<b>124</b>
<b>1. Etat d'art.....</b>	<b>125</b>
<b>2. Présentation de cas d'étude : .....</b>	<b>130</b>
<b>3. Comparaison cas initial /cas amélioré .....</b>	<b>138</b>
<b>4. Synthèse de chapitre .....</b>	<b>140</b>

**CONCLUSION GENERALE .....**

## LISTE DES FIGURES

Figure I-1 : soudage pipeline.....	7
Figure I- 2 : soudage MIG.....	7
Figure I-3 : soudage SAW.....	7
Figure I-4 : Secteurs d'activités de soudure et ses applications.....	9
Figure I-5 : Secteurs d'activités de soudure et ses applications.....	9
Figure I-6 : Secteurs d'activités de soudure et ses applications.....	9
Figure I-7 : bassins de gisement Algérie, Ministère de l'énergie.....	9
Figure I-8 : réseaux de transport par canalisation.....	10
Figure I-10 : cité de Mzab.....	14
Figure I-11 : Vallée de Mzab.....	15
Figure I-12 : Oasis de Bounoura.....	16
Figure I-13 : plan d'une maison traditionnel à Ghardaïa.....	16
Figure I-14 : patio d'une maison traditionnel à Ghardaïa.....	16
Figure I-15 : principes bioclimatique.....	17
Figure I-16 : <u>Centre Médico-Social de la Rivière Salée</u> à Nouméa.....	17
Figure I-17 : installation au musée Victoria et Albert.....	18
Figure I-18 : complexe à usage mixte.....	18
Figure I-19 : centre national aquatique de Pékin ou Water Cube.....	19
Figure I-20 : Flavours Orchard, Vincent Callebaut, Chine 2014.....	19
Figure I-21 : stade national de Beijing.....	19
Figure I-22 : centre Heydar Aliyev, Zaha Hadid, <u>Baku</u> ,.....	20
Figure I-23 : stratégies de durabilité dans un climat chaud .....	20
Figure I-24 : stratégies de durabilité en hiver.....	21
Figure I-25 : stratégies de durabilité en été .....	21
Figure I-26 : chapelle notre dame du haut 1953, Le Corbusier, France .....	22
Figure I-27 : schéma de principe du mur capteur .....	22
Figure I-28 : école de Chancy, Groupe H. Hervé, 2010 Suisse .....	22
Figure I-29 : école de Chancy, Groupe H. Hervé, 2010 Suisse .....	22
Figure I-30 : intégration des serres.....	23
Figure I-31 : serre du centre de formation et d'examen à Lille de France.....	24
Figure I-32 : Serre du collège pierre gilles de Gennes France.....	24
Figure I-33 : résidence pour handicapé à Lleida.....	24
Figure I-34 : construction en pierre à Ghardaïa.....	25

Figure I-35 : musée quai Branly à Paris.....	25
Figure I-36 : dispositif des toitures vertes, .....	26
Figure I-37 : hôtel jardin Parkroyal on Pickering, Singapour, 2013 .....	26
Figure I-38 : systèmes de ventilation traditionnelle .....	26
Figure I-39: atrium à Yakoutsk, par Le cabinet russe Atrium Architects et Vostok.....	27
Figure I-40 : Galaxy Soho à Pékin par Zaha Hadid 2012.....	27
Figure II-1 : CSZ Arzew, .....	27
Figure II-2 : situation CSZ Arzew.....	29
Figure II-4 : photo prise sur place qui montre les parkings et les espaces verts.....	29
Figure II-5: parking et surfaces vertes, Administration de l'école.....	30
Figure II-3 : plan de masse CSZ Arzew, Administration de l'école.....	30
Figure II-6 : photo prise sur place qui montre l'accessibilité,.....	30
Figure II-7 : schéma du plan de masse simplifié .....	30
Figure II-8 : analyse du bloc D, administration et salle de cours d'après une maquette .....	31
Figure II-9: analyse du bloc R, cantine d'après une maquette.....	31
Figure II-11 : laboratoire magnétoscopie.....	32
Figure II-10 : bloc laboratoire .....	32
Figure II-12 : laboratoire ressuage.....	32
Figure II-13 : laboratoire radiographie .....	33
Figure II-14 : appareil de contrôle.....	33
Figure II-15: vue en plan du bunker.....	33
Figure II-16: coupe B-B du bunker.....	33
Figure II-17 : analyse des Ateliers d'après une maquette.....	33
Figure II-19 : organisation des ateliers.....	34
Figure II-18 : soudage manuel et soudage semi-auto.....	34
Figure II-20: « éclairage naturel latéral des ateliers soudage.....	34
Figure II-21: « éclairage zénithal des ateliers soudage.....	34
Figure II-22 : « aération des ateliers soudage.....	34
Figure II-23 : « le pont roulant.....	35
Figure II-24 : « logo de l'institut de soudure.....	35
Figure II-25 : « implantation de l'institut de soudure dans le monde.....	36
Figure II-26 : « école ESSA et EAPS en France.....	36
Figure II-27 : « centre de formation Villepinte.....	37
Figure II-28: « atelier de soudure du centre de Villepinte.....	37
Figure II-29 : « Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE,.....	37

Figure II-30 : « vue 3D Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE.....	38
Figure II-31: « situation Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE.....	38
Figure II-32: « situation Bee 'ah Headquarter, Sharjah.....	38
Figure II-33 : « implantation de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE,.....	39
Figure II-34 : « plan de mass de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE.....	39
Figure II-35 : « volumétrie de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE.....	40
Figure II-36 : « plan du RDC de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE.....	41
Figure II-37 : « plan du 1 <sup>er</sup> étage de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE.....	41
Figure II-38 : « Coupe C-C de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE,.....	42
Figure II-39 : « plan d'aménagement RDC de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE.....	42
Figure II-40: « plan d'aménagement 1 <sup>er</sup> étage de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE.....	43
Figure II-41 : « hall d'entrée.....	43
Figure II-42 : « escalier et galerale.....	44
Figure II-43 : « escalier sculptural.....	44
Figure II-44 : réception et bureaux.....	44
Figure II-45 : auditorium.....	44
Figure II-46 : réception 1 <sup>er</sup> étage.....	44
Figure II-47 : cour,.....	45
Figure II-48 : les façades, .....	45
Figure II-49 : galerie.....	45
Figure II-50 : diffusion de la lumière.....	45
Figure II-51: les ambiances extérieurs.....	45
Figure II-52: les ambiances intérieure.....	46
Figure II-53 : implantation harmonieuse du projet.....	47
Figure II-54 : ambiance de nuit, Bee'ah Headquarter, .....	48
Figure III-1 : Dubai Frame.....	52
Figure III-2 : hall d'entrée du siège Bee'ah, .....	52
Figure III-2 : laboratoire de radiographie.....	52
Figure III-3 : box de soudure et captage de fumé.....	53
Figure III-4 : cabine de soudure CEPRO SONIC.....	53
Figure III-5 : auditorium a Coex, France.....	54
Figure III-6 : plan de distribution de l'auditorium de Coex, France.....	54
Figure III-7 : organigramme fonctionnel.....	57
Figure III-8 : vue sur la ville de Berriane.....	58
Figure III-9 : situation de Berriane.....	58

Figure III-10 : accessibilité de Berriane.....	58
Figure III-11 : ville de Berriane, source .....	59
Figure III-12 : ville de Berriane période précoloniale.....	59
Figure III-13 : Souk Berriane 1909.....	59
Figure III-14 : ville de Berriane période coloniale, .....	60
Figure III-15 : ville de Berriane période coloniale.....	60
Figure III-16 : ville de Berriane période postcoloniale.....	60
Figure III-17 : ville de Berriane plan actuel.....	61
Figure III-18 : Zonage climatique en Algérie, source .....	62
Figure III-19 : variation des températures mensuelle.....	63
Figure III-20 : heure de clarté et crépuscule à Berriane.....	64
Figure III-21 : niveaux de confort selon humidité à Berriane.....	64
Figure III-22 : vitesse moyenne du vent à Berriane.....	65
Figure III-23 : direction du vent à Berriane.....	65
Figure III-24 : probabilités de précipitations .....	66
Figure III-25 : pluviométrie quotidienne à Berriane.....	66
Figure III-26 : Le pourcentage de temps passé dans diverses bandes de température à Berriane.....	67
Figure III-27 : situation du site d'intervention, .....	68
Figure III-28 : morphologie du terrain.....	68
Figure III-29 : topographie du terrain.....	69
Figure III-30 : données climatiques du site.....	69
Figure IV-1 : Inspiration biomimétique.....	70
Figure IV-1 : Inspiration du projet, .....	71
Figure IV-2 : croquis 1.....	71
Figure IV-3 : croquis 2, organisation spatial.....	72
Figure IV-4 : croquis 3, esquisse formelle 2D.....	73
Figure IV-5 : croquis 4, esquisse formelle 3D.....	73
Figure IV-6 : croquis 5, inspiration formelle .....	74
Figure IV-7 : croquis 6, organisation des entité.....	74
Figure IV-8 : Vue en 3D qui montre la concrétisation des idées.....	74
Figure IV-9 : plan de mass avec les constituants du projet en monochrome.....	75
Figure IV-10 : plan de mass avec ses constituants.....	75
Figure IV-11 : croquis du plan de mass.....	76
Figure IV-12 : vue aérienne du plan masse.....	76

Figure IV-13 : vue aérienne du projet coté sud-ouest.....	77
Figure IV-14 : vue aérienne du projet coté sud-est.....	77
Figure IV-15 : vue aérienne du projet coté nord-ouest.....	78
Figure IV-16 : vue aérienne du projet coté nord-est.....	78
Figure IV-17 : inspiration morphologique du scorpion dans le plan de mass.....	79
Figure IV-18 : vue depuis la route nationale 01 sur le projet.....	79
Figure IV-19 gestion des flux dans le plan masse.....	80
Figure IV-20 vue 3D sur l'accès principale.....	81
Figure IV-21 vue 3D sur administration.....	81
Figure IV-22 vue 3D sur espace de détente.....	81
Figure IV-23 vue 3D sur l'entité pédagogique.....	82
Figure IV-24 vue 3D des ateliers.....	82
Figure IV-25 vue 3D du bloc « loisir ».....	83
Figure IV-26 vue 3D des logements, .....	83
Figure IV-27 vue 3D du centre d'énergie et services.....	84
Figure IV-28 vue 3D sur les lieux de rencontres.....	84
Figure IV-29 vue 3D des parkings.....	84
Figure IV-30 : plan d'aménagement niveau .....	85
Figure IV-31 : plan d'aménagement agrandis de l'administration.....	85
Figure IV-32 : plan d'aménagement agrandis des laboratoires.....	86
Figure IV-33 : plan d'aménagement agrandis.....	87
Figure IV-34 : plan d'aménagement agrandis de l'administration.....	88
Figure IV-35 : plan d'aménagement agrandis de pédagogie.....	89
Figure IV-36 : plan d'aménagement agrandis de pédagogie.....	90
Figure IV-37 : plan d'aménagement agrandis de loisirs.....	91
Figure IV-38 : plan d'aménagement agrandis de logement.....	91
Figure IV-39 : plan d'aménagement agrandis de services et centre d'énergie.....	92
Figure IV-40 : plan d'aménagement.....	92
Figure IV-41 : plan d'aménagement agrandis de toiture végétalisé admin + pédagogie.....	93
Figure IV-42 : plan d'aménagement agrandis de l'auditorium.....	94
Figure IV-43 : plan d'aménagement agrandis de l'espace intermédiaire.....	95
Figure IV-44 : plan d'aménagement.....	96
Figure IV-45 : plan d'aménagement agrandis des logements.....	96
Figure IV-46 : plan d'aménagement agrandis des ateliers.....	97
Figure IV-47 : plan d'aménagement agrandis de restauration.....	98

Figure IV-48 : plan d'aménagement.....	99
Figure IV-49 : plan d'aménagement agrandis des logements.....	100
Figure IV-50 : plan d'aménagement agrandis d'hébergement.....	101
Figure IV-51 : coupe A-A.....	102
Figure IV-52 : coupe B-B.....	103
Figure IV-53 : coupe C-C.....	104
Figure IV-54 : façades sud.....	105
Figure IV-55 : façades nord.....	105
Figure IV-56 : façades ouest.....	105
Figure IV-57 : façades Est.....	106
Figure IV-58 : vue en 3D sur la coque générale.....	107
Figure IV-59 : vue en 3D du flux piéton menant vers l'entité pédagogique.....	107
Figure V-1 : poteaux mixte .....	108
Figure V-2 : poutre et plancher mixtes .....	108
Figure V-3 : la structure tridimensionnelle et son utilisation dans le projet .....	109
Figure V-4 : emplacement des murs rideaux dans le projet .....	110
Figure V-5 : mur en béton de terre stabilisé .....	110
Figure V-6 : caractéristiques du béton de terre stabilisé. ....	111
Figure V-7 : caractéristiques des panneaux de paille.....	111
Figure V-8 : emploi des panneaux de paille dans la façade sud du projet .....	112
Figure V-9 béton renforcé en fibre d'acier.....	112
Figure V-10 blockhaus du projet en béton renforcé.....	112
Figure V-11 porte avec acier inoxydable .....	112
Figure V-12 le vitrage feuilleté.....	113
Figure V-13 panneaux GRC employé dans le projet.....	113
Figure V-14 : schéma de principe de façades double peaux.....	114
Figure V-15 : intégration de la façade à double peaux dans le projet « blocs de logements » .....	115
Figure V-16 : intégration des panneaux de paille dans le projet avec schéma de principe .....	115
Figure V-17 : ventilation par patio et cour, vue en plan des laboratoires.....	116
Figure V-18 : vue sur le patio et les cours du niveau +3.00 .....	116
Figure V-19 : coupe schématique de la ventilation par patio et cour.....	117
Figure V-20 : inertie du sol de l'espace radiographie niveau +3.00.....	117
Figure V-21 : vue sur le laboratoire de radiographie.....	118
Figure V-22 : le Blockhaus.....	118

Figure V-23 : vue en 3D qui montre l'effet d'ombrage.....	119
Figure V-24 : l'atrium comme moyen de ventilation naturel.....	119
Figure V-25 : emplacement des Atrium, Patios et cours dans le projet.....	120
Figure V-26 : orientation des rayons de soleil vers les atriums par des ouvertures cinétiques .....	121
Figure V-27 : schéma de principes des panneaux thermique pour chauffage et eau chaude sanitaire ...	121
Figure V-28 : panneaux solaires PV flexible .....	122
Figure V-29 : productions, stockage et distribution de l'énergie renouvelable dans le projet.....	122
Figure V-30 : énergie cinétique développé par l'entreprise Pavegen.....	123
Figure VI-1 : position de soudeur par rapport au fumé.....	126
Figure VI-2 : Poste à aspiration descendante.....	127
Figure VI-3 : hotte mobile.....	128
Figure VI-4 : Pistolet de soudage équipé d'une buse d'aspiration.....	128
Figure VI-5 : atelier de soudure.....	130
Figure VI-6: simulateur de concentration en dioxyde de carbone.....	130
Figure VI-7 : vitesse de vent de la ville de Ghardaïa.....	131
Figure VI-8 : concentration de CO <sub>2</sub> .....	131
Figure VI-9 : concentration de CO <sub>2</sub> .....	132
Figure VI-10 : température de l'air.....	132
Figure VI-11 : concentration de CO <sub>2</sub> .....	133
Figure VI-12 : concentration de CO <sub>2</sub> .....	134
Figure VI-13 : température de l'air .....	134
Figure VI-14 : concentration de CO <sub>2</sub> .....	135
Figure VI-15 température de l'air.....	136
Figure VI-16 : concentration de CO <sub>2</sub> .....	136
Figure VI-17 : température de l'air.....	137
Figure VI-18 : comparaison concentration de CO <sub>2</sub> .....	138
Figure VI-19 : comparaison concentration de CO <sub>2</sub> .....	138
Figure VI-20 : comparaison température de l'air.....	139
Figure VI-21 : comparaison température de l'air.....	139

## *LISTE DES TABLEAUX*

Tableau I- 1 : tableau récapitulatif, Ministère de l'énergie et des mines.....	10
Tableau I- 2 : Liste des entreprises dans le domaine hydraulique en Algérie.....	11
Tableau III-1 : répartition des espaces selon l'activité « programme initiale du projet .....	51

## Introduction

Dès la fin des années 60, l'humanité a pris conscience de la tendance vers l'épuisement des ressources, la première conférence internationale sur l'environnement de Stockholm en 1972 en est le symbole. En 1988, l'ONU adopte la notion du développement durable qui signifie un développement social, économique et politique répondant aux besoins présents, sans hypothéquer ou compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leur propre développement. Pour le secteur du BTP, très énergivore avec 30 % à 40 % de la consommation d'énergie totale selon les pays, le concepteur doit donc continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur, mais devra, de plus, faire en sorte que l'impact du bâtiment sur l'environnement soit minimisé.

L'architecture environnementale permet à la fois la théorisation des concepts bioclimatiques et la caractérisation de cette réflexion dans la production normale du cadre bâti, et on pense que c'est le seul type d'architecture contemporain en ce moment qui répond enjeux environnementaux mondiale actuel.

La formation professionnelle est la meilleure stratégie à laquelle l'employeur peut avoir recours pour accroître le taux de rendement de l'entreprise. En inculquant de la sorte de nouvelles connaissances professionnelles à ses collaborateurs, l'employeur procède par la même occasion à une optimisation de leurs compétences sauf que les centres de formation en Algérie enregistrent un manque important et surtout dans le domaine de la soudure pipeline et ses applications tandis que l'Algérie est un pays d'hydrocarbure et producteurs de Gaz et de Pétrole.

L'économie de l'Algérie dépend de ses richesses, l'un des plus grands piliers de cette production d'hydrocarbures est le domaine de la soudure pipeline, c'est un domaine indispensable pour la production et la distribution de GAZ et de Pétrole.

Selon les prévisions du Fonds monétaire international (FMI), le taux de chômage devrait continuer à augmenter en Algérie dans les prochaines années. Ainsi, le pourcentage de la population sans emploi passera de 14,86 % en 2022 à environ 17 % en 2024 pour atteindre 19 % en 2026.

Nous avons donc une jeunesse qui veut un métier avec une assurance d'embauche et des entreprises algériennes dans le secteur de pétrochimie qui cherche des employés bien formés dans ce domaine.

Vue l'importance du secteur de pétrochimie en Algérie, vue le manque des centres de formations spatialisé dans le domaine de la soudure pipeline et ses applications, vue le taux de chômage qui augmente en Algérie et en parallèle on a un domaine qui est en manque d'une main d'œuvre requise, un équipement spatialisé dans le domaine de soudage pipeline est une nécessité.

Dans cette optique on va essayer de concevoir un centre de formation spécialisé dans le domaine de la soudure pipeline est ses application régionale au niveau de la ville de Berriane en se basant sur les principes de l'architecture durable dans le but d'avoir un projet avant tout fonctionnel, harmonieux et respectueux a son environnement en assurant les différents de confort.

## Problématique

Il est difficile de combiner entre une conception environnementale et un fonctionnement adéquat, surtout quand il s'agit d'un équipement qui procède différentes entités dans un climat chaud et aride. On va donc essayer de concevoir un centre de formation spécialisé dans le domaine de la soudure pipeline et ses applications et assurer la fonctionnalité de ce projet, en adoptant la notion de durabilités.

Ce projet se situe au niveau de la ville de Berriane connue par un climat chaud et aride, c'est pourquoi on doit chercher des solutions bioclimatiques afin de réduire son impact sur son environnement et on est disposé à répondre aux questions suivantes :

- Comment concevoir durablement un centre de formation régionale spécialisé dans le domaine de la soudure pipeline et ses applications dans la ville de Berriane caractérisé par un climat chaud et aride ?
- Quelles sont les différentes stratégies environnementales qu'on peut adopter dans notre conception pour réduire l'impact du projet sur l'environnement et assurer le confort ?

## Hypothèses

Un projet architectural bien réussi doit être intégré dans son contexte, inspiré à la ville de Berriane qui a été depuis toujours une architecture durable avec des techniques passives tel que les patios, les moucharabiehs, le type des ouvertures pour l'éclairage ou même par l'implantation, on y trouve des bâtiments semi enterré ou la présence de plusieurs sous-sols dans la même construction avec un éclairage zénithal.

La majorité des anciennes constructions son situé au bord d'el oued et sont entouré par des oasis, ceci devrait avoir un rapport avec le rafraîchissement. Ce qui nous laisse supposer que :

- Une architecture durable peut être basée seulement sur des systèmes et des techniques passives
- Dans un climat aride, la ventilation et le rafraîchissement son indispensable

## Objectifs

L'architecture en générale doit réussir la forme et la fonction, l'architecture bioclimatique doit non seulement répondre à ces exigence mais aussi à penser à l'environnement et aux confort tout en réduisant l'impact du projet sur l'environnement.

Cependant, notre objectif est d'avoir une conception durable d'un projet spécialisé dans le domaine de soudage et ses applications par l'implantation et l'orientation favorisées dans un climat chaud et aride, assurer la fonctionnalité de chaque entité en intégrant les techniques de durabilité nécessaires pour faire un projet unique dans son genre par sa forme, un projet autonome et positif avec un minimum d'émission et un micro climat qui réduit la fluctuation de la chaleur.

## Méthodologie

Cette recherche est basé sur deux méthodes : conceptuelle environnementale et expérimentale.

**Méthode conceptuelle environnementale** : permet de concevoir un centre de formation professionnelle spécialisé dans le domaine de soudure pipeline et ses applications suivant une vision durable où tous les paramètres liés à l'aspect fonctionnel d'un projet d'apprentissage et de pratique.

**Méthode expérimentale** : s'effectue à l'aide des logiciels de simulation permet d'évaluer quantitativement le confort thermique et la qualité de l'air des ateliers de soudures.

## Structure du manuscrit

Le manuscrit est structuré en

- **Introduction générale** : on fixe notre problématique, objectif et hypothèse et méthodologie de ce travail.
- **Chapitre thématique** : la phase théorique englobe les notions qui ont une relation soit avec la formation professionnelle, le soudage et le contrôle non destructif ou l'architecture durable.
- **Chapitre analytique** : ou on a choisi des exemples suivant des critères lié au fonctionnement ou la durabilité
- **Le programme architecturale et le contexte** : Consiste à élaborer le programme qui va être concrétisé par la suite dans son contexte.
- **Le chapitre conceptuel** : La conception du projet en se basant sur les synthèses des chapitres précédents suivant l'approche biomimétique, environnementale et fonctionnelle.
- **Technique de construction et stratégies** : explique nos choix pour les matériaux, les stratégies passifs et hybrides.
- **Simulation** : l'évaluation de nos choix par logiciels pour calculer la température et la qualité de l'air

Pour finaliser le projet avec une conclusion générale qui résume nos résultats.

## Introduction

Dans un cadre académique, la recherche constitue une source importante pour l'aboutissement d'un projet et ce premier chapitre est consacré à l'acquisition d'un bagage théorique, ce dernier est divisé en trois parties et la première est liée à la formation professionnelle et en particulier en Algérie, la deuxième est relative au domaine du soudage pipeline et ses applications vue sa particularité et son importance nationale et internationale, et enfin la dernière partie, l'architecture durable.

### 1. La formation professionnelle

La formation en générale est un grand thème qui englobe tous types d'apprentissage mais note but c'est de viser un type de formation en particulier qui ne peut être pratiqué que dans les instituts ou les centres de formations qui ont pour but de former des jeunes de niveau terminale et ce qui en précède dans un domaine particulier.

Il est important de présenter quelques définitions de la formation pour mieux comprendre celle-ci, y compris sa politique, ses enjeux, ses objectifs ainsi les types de formations qui existent.

#### 1.1. Définitions

Il existe en effet plusieurs définitions relatives à la formation et on débute par Pierre LOUART qui définit la formation professionnelle comme suit : « Par la formation professionnelle, on désigne habituellement les moyens pédagogiques offerts aux salariés pour qu'ils développent leurs compétences au travail. Les actions proposées renforcent les aptitudes techniques et opérationnelles, elles enrichissent la personnalité en l'aidant à évoluer vers de nouveaux rôles.<sup>1</sup> »

La seconde est celle donnée par VATIER, qui définit la formation comme « l'ensemble des actions capables de mettre les individus et les groupes en état d'assurer avec compétence leurs fonctions actuelles ou celles qui leurs seront confiées pour la bonne marche de l'organisation.<sup>2</sup> »

La troisième définition est celle présentée par Lakhdar SEKIOU et d'autres, qui accordent à définir la formation comme suit « un ensemble d'actions, de moyens, de techniques et de supports planifiés à l'aide desquels les salariés ont incités à améliorer leurs connaissances, leurs comportements, leurs attitudes, leurs habiletés et leurs capacités mentales, nécessaires à la fois pour atteindre les objectifs de l'organisation et des objectifs personnels ou sociaux, pour s'adapter à leur environnement et pour accomplir de façon adéquate leurs tâches actuelles et futures.<sup>3</sup> »

Du point de vue des organisations, la formation correspond à deux types d'enjeux ; les premiers consistent à l'entretien et au développement des qualifications du personnel, en l'aidant à acquérir des connaissances et des savoir-faire nouveaux. Les deuxièmes consistent à faire évoluer les comportements et les attitudes des salariés.

De ces définitions, on peut dire que la formation est un ensemble d'actions, de méthodes et de techniques dont la finalité est de faciliter la transmission des connaissances , l'apprentissage de savoir-faire, le développement personnel et l'évolution des comportements.

Elle représente un investissement stratégique et un axe de développement privilégié pour améliorer et faire acquérir les qualifications et les compétences aux travailleurs.

<sup>1</sup> P. LOUART, « Gestion des Ressources Humaines », édition. Eyrolles, Paris, 1994. p 130.

<sup>2</sup> R VATIER, « Département de l'entreprise et promotion des R.M », éd .Entreprise Moderne, Paris, 1960, p 90.

<sup>3</sup> L SEKIOU, et d'autres « Gestion des ressources humaines », éd. De Boeck université. Bruxelles, Paris, 2001, p336

Elle est considérée comme :

- Un facteur d'efficacité car elle permet d'accroître les compétences des personnes, qui peuvent de ce fait, maîtriser de mieux en mieux leurs activités actuelles et futures.
- Un facteur de motivation des salariés, car elle répond au besoin du développement et d'épanouissement de l'individu. Elle leur permet de conserver leur emploi et leur assurer une progression dans leur parcours professionnel.
- Un moyen de développement économique, de progrès social et d'assurance contre la sclérose, la perte d'emploi et l'inadaptation de l'individu au travail.

## 1.2. Les objectifs de la formation professionnelle

Les objectifs doivent être définis en fonction des stratégies de l'organisation, et qui se résume comme suit :

- Assurer l'adéquation entre les capacités et les connaissances des employés.
- Adapter les employés à des tâches bien déterminées et au changement dans les emplois.
- Maintenir un degré de compétence nécessaire au progrès de l'organisation.
- Améliorer le statut des employés par l'avancement dans l'organisation.
- Favoriser l'efficacité de tous les nouveaux employés par une meilleure utilisation du matériel et des équipements et une réduction des accidents et des départs.
- Engendrer un meilleur comportement au travail et favoriser des attitudes positives qui permettent de réduire les coûts et les pertes de production ainsi qu'améliorer la qualité et la quantité des produits.
- Accroître l'estime de soi chez chaque employé.
- Aider au développement de la prévention et à la protection des employés dans des situations spécifiques
- Aider les chômeurs à s'intégrer plus aisément dans de nouvelles organisations
- Permettre à la direction de repérer les employés les plus qualifiés pour une promotion.
- S'adapter aux exigences de l'environnement toujours changeant

Les objectifs de formation doivent tenir compte des contraintes existantes, être clairs, réalistes, praticables et vérifiables

## 1.3. Les enjeux de la formation professionnelle

Du point de vue de l'économie et des emplois, la formation constitue un outil fondamental d'adaptation, car elle permet de faire face à l'évolution rapide des métiers ou des pratiques professionnelles. Les entreprises l'utilisent pour anticiper les changements, ou pour réagir rapidement à ce qu'il n'a pas été possible de prévoir.

Du point de vue des organisations, la formation correspond à deux types d'enjeux ; les premiers consistent à l'entretien et au développement des qualifications du personnel, en l'aidant à acquérir des connaissances et des savoir-faire nouveaux. Les deuxièmes consistent à faire évoluer les comportements et les attitudes des salariés.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Mémoire de licence, Filière Management Spécialité Gestion des ressources humaines, Thème : Evaluation de l'efficacité des politiques de formation et recrutement de l'entreprise. Cas de l'entreprise SONATRACH –HBK, Université Kasdi Merbah Ouargla Institut des Sciences et des Techniques Appliquées

## 1.1. Les types de la formation professionnelle :

Selon J.SOYER<sup>5</sup> il existe cinq types de formation : La formation d'adaptation ; la formation pour la mobilité du personnel ; la formation outil intellectuel de base ; la formation culture d'entreprise et la formation mobilisation sur un projet d'entreprise.

- **Formation d'adaptation** : La formation adaptation est utilisée soit dès l'entrée dans le poste (adaptation initiale), soit au niveau d'un recyclage pour effectuer une mise à jour des pratiques. La personne formée garde le même type d'emploi, reste dans la même sphère professionnelle, et dans le même métier.
- **Formation pour la mobilité du personnel** : Dans ce cas, il existe des modifications dans le travail. Il y a changement de métier, soit à l'occasion d'une promotion, soit pour maintenir l'emploi à la suite d'une suppression du poste initial. Cette formation est de longue durée et implique un apprentissage complet de l'utilisation de nouveaux outils. Elle vise à maintenir l'emploi du personnel ou à développer la motivation par le biais de la promotion interne.
- **Formation outil intellectuel de base** : Il s'agit d'une formation générale (langues, Mathématique, Analyse logique de situation, prise de décision...) qui permettra d'élever le niveau du personnel. Elle est souvent utilisée avant d'engager le salarié dans une formation « mobilité »...
- **Formation culture d'entreprise** : Pour ce type de formation, la direction de l'entreprise définit, d'une manière plus ou moins centralisée, ce qui constitue selon elle la culture commune de la société et les actions de formation seront alors proposées à l'ensemble des salariés qui pourront s'inscrire sur la base du volontariat.
- **Formation mobilisation sur un projet d'entreprise** : Des actions de formation peuvent être lancées en accompagnement de certains projets de l'entreprise. Il peut s'agir de la mise en œuvre d'une charte d'entreprise, du lancement d'un projet qualité, de la réalisation d'un plan d'amélioration de l'utilisation de certaines ressources, etc.

## 1.5. La formation professionnelle en Algérie

La formation en Algérie est considérée comme un processus continu de développements des compétences, comme approche d'ingénierie éducative, comme ensemble coordonné d'activités, qui permet de concilier les différents enjeux et attentes qui se caractérisent par la complexité et parfois l'urgence, qui s'affrontent ouvertement ou en filigrane au niveau des entreprises.

Le secteur de la formation et de l'enseignement professionnels offre deux types de formation à savoir : La formation initiale et la formation continue selon le site officielle du Ministère de Formation Professionnelle en Algérie.<sup>6</sup>

- **La formation initiale** : Elles concernent tous types de formations initiales offertes à travers les sessions de février et septembre de chaque année, elle compte trois modes :
  - ✓ Formation présentiel
  - ✓ Formation par apprentissage
  - ✓ Formation à distance
- **La formation continue** : C'est la formation offerte à travers les sessions de février et septembre de chaque année en mode continue.

<sup>5</sup> J.SOYER , Op cit. p 48.

<sup>6</sup> Ministère de Formation Professionnelle en Algérie [www.mfep.gov.dz](http://www.mfep.gov.dz)

Selon le Ministère de Formation Professionnelle en Algérie, La formation doit se faire de façon continue, ainsi qu'elle doit concerner non seulement les jeunes recrues, mais également les travailleurs en poste pour les remettre à niveau et les adapter en permanence aux changements dans tous les domaines.<sup>7</sup>

## 2. Le soudage pipeline et ses applications

Cette partie du chapitre est consacré pour la présentation de la formation choisie pour notre centre de formation afin de justifier notre choix du thème.

Le soudage en générale est un domaine très vaste, riche en même temps méticuleux, mais ce dernier a été soigneusement choisi vu le manque des centres de formations spécialisés dans ce domaine tandis que l'économie de notre pays en dépend.

On commence par définir ce qu'est le soudage pipeline ainsi du contrôle non destructif qui représente ses applications.

### 2.1. le soudage pipeline et ses procédés :

**Le soudage** est un assemblage entre deux ou plusieurs pièces par un métal d'apport adéquat « même nuance, même caractéristiques physiques et mécaniques » parmi ses procédés les plus reconnus on trouve :

- **Le soudage manuel** : Réalise des assemblages d'ensembles et sous-ensembles mécano soudés, chaudronnés ou de tuyauterie par fusion et apport de métal en guidant l'outil à la main sur plaques, tubes, profilés. Il peut être réalisé soit par :
  - ✓ Soudage à l'arc avec électrode enrobée « **SMAW** » Shielded Metal Arc Welding
  - ✓ Tungstène inerte gaz TIG « **GTAW** » Gaz Tungstène Arc Welding
- **Le soudage semi-automatique « MIG-MAG »** : Le poste à souder MIG-MAG est composé d'un dévidoir de fil à souder et d'un générateur de tension (15 V= à 45 V=), Les acronymes MIG et MAG signifient respectivement Metal inert gaz et Metal active gas. La différence entre les deux procédés tient à la composition du gaz. Le procédé MIG utilise un gaz neutre qui ne réagit pas avec le métal fondu (argon ou argon + hélium), contrairement au procédé MAG (mélange d'argon et de dioxyde de carbone ou dioxygène en proportions variables selon les métaux à souder). Le gaz est injecté en continu sur l'arc afin d'isoler complètement le métal en fusion de l'air ambiant.<sup>8</sup>
- **Le soudage automatique SAW :**



Figure I-1 : soudage pipeline  
Source : (is-groupe.com)



Figure I- 2 : soudage MIG  
www.isgroupe.com.



Figure I-3 : soudage SAW  
www.isgroupe.com.

Connu par le SAW qui signifie « submerged arc welding », Le soudage à l'arc submergé (SAW) est un processus d'assemblage qui implique la formation d'un arc électrique entre une électrode alimentée en continu et la pièce à souder. Une couverture de flux en poudre entoure et recouvre l'arc et,

<sup>7</sup> Idem, référence précédente

<sup>8</sup> Institut de soudure page officielle <https://www.isgroupe.com>.

lorsqu'il est fondu, assure la conduction électrique entre le métal à assembler et l'électrode.

On peut donc dire qu'il existe cinq procédés de soudage pipeline, l'arc enrobé et le TIG manuellement, le MIG-MAG comme soudage semi-automatique, et le SAW qui représente le procédé automatique, mais il peut y avoir d'autres types de soudure aux niveaux de la soudure en générale mais cependant on s'intéresse aux cinq procédés dont on vient de parler qui sont liées au soudage pipeline.

### 2.2.1. Le contrôle non destructif « CND »

Le contrôle des joints des soudures est représenté avec des essais destructifs et non destructifs, ce qui nous intéresse c'est le contrôle non destructif et qui compte quatre procédés : la magnétoscopie, l'ultrason, le ressuage et la radiographie.

### 2.2.2. Définition du contrôle non destructif « CND »

Le Contrôle Non Destructif (C.N.D.) est un ensemble de méthodes qui permet de caractériser l'état d'intégrité de structures industrielles, sans les dégrader, soit au cours de la production (les pièces qui sortent des fonderies ne sont jamais exemptes de défaut), soit en cours d'utilisation (apparition de défaut). Il faut donc déterminer (à la casse, de façon empirique) quelle taille de défaut est acceptable et ensuite pouvoir les détecter, sans casser la pièce, et la remplacer si besoin est. On parle aussi d'Essais Non Destructifs ou d'Examen Non Destructifs (E.N.D.)<sup>9</sup>

### 2.2.3. Les différentes méthodes de contrôle non destructif « CND »

- **Le contrôle par ressuage (PT) :** C'est une méthode destinée à révéler la présence de discontinuités ouvertes en surface de pièces métalliques, essentiellement, mais aussi en céramique. Elle consiste à badigeonner (par immersion ou par pulvérisation électrostatique, parfois mais rarement, au pinceau) la cible avec un liquide fluorescent ou coloré en rouge, qui pénètre dans les discontinuités. Après nettoyage de la cible, un révélateur est appliqué et, en faisant " ressuage " le liquide resté dans les fissures, va les révéler.
- **La radiographie (RT) :** Cette méthode présente l'avantage de fournir des images directement exploitables, l'étape d'inversion peut être extrêmement réduite et la résolution spatiale excellente. Toutefois, l'interprétation des images demande un fort niveau d'expertise de la part de l'opérateur. De plus, cette méthode est extrêmement coûteuse et impose des conditions de sécurité pour l'opérateur et l'environnement, qui rendent son utilisation en industrie difficile. Le contrôle à l'aide des rayons X est particulièrement utilisé pour contrôler les soudures en micro-électronique.
- **Les ultrasons (UT) :** Le contrôle par ultrasons est basé sur la transmission, la réflexion et l'absorption d'une onde ultrasonore se propageant dans la pièce à contrôler. Le train d'onde émis se réfléchit dans le fond de la pièce et sur les défauts puis revient vers le transducteur (qui joue souvent le rôle d'émetteur et de récepteur). L'interprétation des signaux permet de positionner le défaut. Cette méthode présente une résolution spatiale élevée et la possibilité de trouver des défauts en profondeur. L'étape d'inversion est simple, du moins pour les pièces géométriquement et matériellement simples. Par contre, c'est une méthode lente car il faut faire un balayage mécanique exhaustif de la pièce. Il est d'ailleurs souvent nécessaire de contrôler plusieurs surfaces de la pièce pour pouvoir faire une représentation tridimensionnelle des défauts.
- **La magnétoscopie (MT) :** La magnétoscopie est une technique qui consiste à créer un flux magnétique intense à l'intérieur d'un matériau ferromagnétique.

<sup>9</sup> Site de technoscience [www.techno-science.net](http://www.techno-science.net), 11/04/2022 à 16h

## 2.3. Les secteurs d'activités relatives au soudage pipeline et ses applications :

La soudure en générale est pratiquement presque au niveau de tous les secteurs industriels, « transport, pétrole et gaz, construction et infrastructure, nucléaire, micro puce ».

Le secteur du pétrole et du gaz est le plus important en Algérie, et même à ce niveau il existe plusieurs étapes y compris le stockage et le transport pipeline « exportation »

### ➤ Pétrole-Gaz

- Stockage
- Transport et distribution
- Chimie
- Exploitation et production
- Raffinage



Figure I-4 : Secteurs d'activités de soudure et ses applications  
www.isgroupe.com.

### ➤ Construction et infrastructure

- Chaudronnerie et tuyauterie
- Ouvrage d'art
- Structure charpente



Figure I-5 : Secteurs d'activités de soudure et ses applications  
www.isgroupe.com.

### ➤ Transport



Figure I-6 : Secteurs d'activités de soudure et ses applications  
www.isgroupe.com.

## 2.4. Justification du choix de spécialité de formation et sa localisation

Le territoire algérien est le plus grand pays d'Afrique et du monde arabe, en 2019 l'Algérie est le 16e producteur de pétrole, le 10e producteur de gaz naturel et le 7e exportateur de gaz naturel au monde. Les hydrocarbures représentent 60 % des recettes du budget et 98 % des recettes d'exportation. <sup>10</sup>

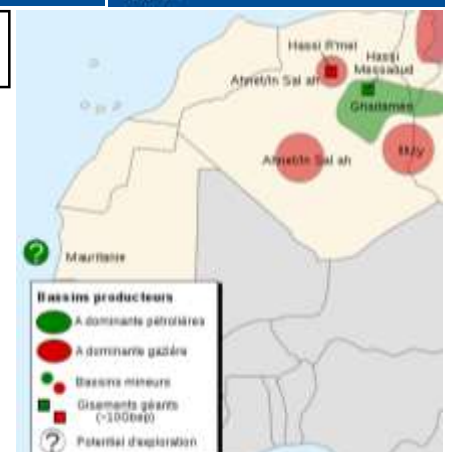


Figure I-7 : bassins de gisement Algérie,  
Ministère de l'énergie et des mines

<sup>10</sup> Ministère de l'énergie et des mines page officielle <https://www.energy.gov.dz/>

**2.4.1. Activité de transport par canalisation :**

En 2018, le Réseau de Transport de l'Activité TRC, comprenant 22 STC (système de transport par canalisations) d'une longueur totale de 20 927 Km, est composé principalement de ce qui suit :

- 21 oléoducs d'une longueur de 9 946 km, avec une Capacité de transport de 247,553 Millions TM/an ;
- 18 gazoducs d'une longueur totale de 10 981 km, avec une Capacité de transport de 195,121 Milliards de Sm<sup>3</sup>/an ;
- 83 stations de pompage et de compression ;
- 127 bacs de stockage de pétrole brut et de Condensat, d'une Capacité design de 4,2 Millions de Tep ;
- 02 Centres de Dispatching Liquides et Gaz.
- 05 bouées de chargement de pétrole brut et condensat en mer (02 à Arzew, 02 à Skikda et 01 à Béjaïa) de type SPM (Single Point Mooring).



Figure I-8 : réseaux de transport par canalisation  
Ministère de l'énergie et des mines

Tableau récapitulatif

	Pétrole Brut	Condensat	GPL	Gaz Naturel	TOTAL
Nombre des STC	7	3	2	10	22
Nombre des Canalisations	12	3	6	18	39
Longueur (Km)	4 973	1 718	3 255	10 981	20 927
Nombre de Stations	34	5	11	33	83
Nombre de Bacs	100	27	-	-	127
Capacité Design Stockage (10 <sup>6</sup> TM)	3,3	0,87	-	-	4,17
Capacité Design Transport (MTEP)	172,9	44,905	29,747	186,833	434,385

Tableau I-1 : tableau récapitulatif,  
Ministère de l'énergie et des mines

**2.4.2. Liste des entreprises dans le domaine hydraulique en Algérie :**

Il existe d'importantes entreprises dans ce secteur en Algérie parmi lesquels on trouve les plus grandes entreprises nationales, ces entreprises indiquent un manque important des soudeurs et de contrôleurs ainsi l'insatisfaction du rendement des employés vis-à-vis les nouvelles technologies apparu dans le domaine pour accélérer la production.

Direction Générale SONATRACH
Entreprise Nationale de Géophysique ENAGEO
Entreprise Nationale de Forage ENAFOR
Entreprise Nationale de Grands Travaux Pétroliers ENGTP
Entreprise Nationale des Travaux aux Puits ENTP
Entreprise Nationale de Services aux Puits ENSP
Compagnie des assurances des hydrocarbures CASH.SPA
Entreprise Nationale de Canalisations ENAC SPA
Société Nationale de Commercialisation et de Distribution des Produits Pétroliers NAFTAL
Société Nationale de Génie Civil et Bâtiment GCB
HELIOS SPA
Société de Conditionnement et de Commercialisation des Gaz Industriels COGIZ
Société de Maintenance Industrielle de Skikda SOMIK
Société de Transport d'Arzew SOTRAZ
Hyproc Shipping Company HYPROC SC
Centre de Développement et d'application des Techniques Pétrolières et Gazières NAFTOGAZ
Algerian Petroleum Institute IAP
Société Algérienne de Réalisation de Projets Industriels SARPI SPA
Tableau I-2 : Liste des entreprises dans le domaine hydraulique en Algérie : Ministère de l'énergie et des mines

## 2.4.3. La formation professionnelle liée au soudage pipeline et ses application en Algérie :

Parmi les spécialités de formation professionnels en Algérie on trouve : la soudure pipeline et ses applications, dirigé par l'IAP « Institut Algérien de Pétrole »

L'ancien PDG de SONATRACH s'est exprimé à ce propos comme suit : « L'analyse des écarts entre les compétences actuelles et les compétences nécessaires est une opération fondamentale dans le développement du potentiel humain et par voie de conséquence dans la politique de formation du personnel. Elle permet de proposer aux collaborateurs des plans de formation personnalisés liés aux besoins des objectifs de l'administration. Cette démarche est prévisionnelle, parce qu'elle permet de réduire les risques d'insatisfaction tant pour l'organisation que pour les individus. Celle-ci permet aussi de déterminer le meilleur profil pour maîtriser le poste de travail et éviter ainsi les risques de dysfonctionnement. »<sup>11</sup>

Et rajoute que « la formation constitue un axe prioritaire dans la stratégie du secteur et dont les orientations sont :

L'intégration de toutes les structures de formation du secteur, dans un même giron pour optimiser et développer les moyens et les ressources nécessaires aux besoins de formation très importants au niveau de toutes les activités du secteur : Electricité, Transport et Distribution du Gaz, Hydrocarbures, Energies Renouvelables et Energie Nucléaire »<sup>12</sup>

Le Ministère de l'Energie, dispose d'un ensemble d'instituts de formation sous l'égide des entreprises du secteur spécialisées dans les domaines suivants :

- **Institut Algérien du Pétrole (IAP-CU)**
  - Ecole de Boumerdes
  - Ecole d'Arzew
  - Ecole de Skikda
  - Ecole de Hassi Messaoud
- **Institut de Formation en Electricité et Gaz (IFEG) Sonelgaz**
  - Centre de formation de Ben Aknoun
  - Centre de Ain M'lila
  - Ecole Technique de Blida

Concernant la formation, l'institut Algérien du pétrole compte 4 écoles, parmi lesquels l'école de formation des soudeurs pipelines et aux contrôleurs de CND « L'école d'Arzew » appelé aussi le CSZ-ENGTP et le CTMC centre technique de métal et de la construction de Beni-Amrane sont les seuls centres de formations diplomates qui forment les soudeurs et les contrôleurs en Algérie.

Le décret exécutif N°96/92 du 3 Mars 1996, relatif à la formation, au perfectionnement et au recyclage des fonctionnaires a défini les conditions et les modalités d'organisation de la formation. Dans cette optique il a institué et consacré un cadre réglementaire approprié pour impulser les actions de formation, de perfectionnement et de recyclage des fonctionnaires en vue de les doter des outils théoriques, méthodologiques et techniques leur permettant d'exercer efficacement les activités auxquelles ils sont destinés.

<sup>11</sup> Mot du PDG Abdelmoumen Oueld Keddour, ministère des énergies page officielle <https://www.energy.gov.dz/>

<sup>12</sup> Mot du PDG Abdelmoumen Oueld Keddour, ministère des énergies page officielle <https://www.energy.gov.dz/>

L'économie de l'Algérie dépend du secteur de pétrole et de gaz et on peut remarquer qu'il existe un manque considérable de l'un des domaines les plus importants du secteur qui est le soudage pipeline et ses applications par la présence de seulement 2 centres de formations spécialisés seulement et qui se trouve au niveau de la région du Nord tandis que les grands gisements se trouvent au sud.

La création d'un centre de formation régionale au sud à la ville de Berriane spécialisé en soudure et ses applications va jouer un rôle important pour fournir la main-d'œuvre nécessaire aux entreprises d'hydrocarbures, ainsi que d'encourager les jeunes de la région en les formant à acquérir les compétences requises en soudure pipeline avec les différents procédés ainsi que les différentes techniques de contrôle afin de décrocher des emplois dans les secteurs de Gaz et de l'hydrocarbure.

La conception de ce centre doit suivre un programme qui permet de former les jeunes mais aussi de remettre à niveau les employés en service pour assurer la bonne continuité et arriver à un bon niveau de satisfaction.

### 3. La durabilité architecturale

L'humanité a pris conscience de la tendance vers l'épuisement des ressources et on peut clairement le comprendre à travers la première conférence internationale sur l'environnement de Stockholm en 1972

L'ONU adopte la notion du développement durable en 1988, qui signifie un développement social, économique et politique répondant aux besoins présents, sans hypothéquer ou compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leur propre développement.

Pour le secteur du BTP, très énergivore avec 30 % à 40 % de la consommation d'énergie totale selon les pays, le concepteur doit donc continuer à assurer l'abri et le confort de l'utilisateur, mais devra, de plus, faire en sorte que l'impact du bâtiment sur l'environnement soit minimisé, c'est pourquoi on a consacré cette partie dans ce chapitre pour parler de la durabilité en architecture.

#### 3.1. Définitions :

L'architecture durable (ou architecture écologique) est un terme général qui désigne des bâtiments conçus pour limiter l'impact de l'humanité sur l'environnement.

L'architecture durable est souvent liée à l'architecture « bio climatique », c'est une architecture qui assure le confort des usagers, réponds à leurs besoins avec des mesures pour réduire l'impact environnemental des bâtiments, en cherchant des moyens de réduire les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'énergie et la mauvaise utilisation des ressources naturelles.

Luis De Garrido en 2010, qui est un Architecte espagnol « pratiquant l'architecture durable » a défini l'architecture durable comme « celle qui répond aux besoins de ses occupants, à tout moment et partout, sans compromettre le bien-être et le développement des générations futures »<sup>13</sup>

De nombreux architectes pensent que l'architecture durable ne doit pas être un type d'architecture, mais le seul type d'architecture existante, basé sur la promotion de l'efficacité énergétique et contribuant à la conservation de l'environnement et au bien-être de ses occupants.

#### 3.2. Les principes de l'architecture durable :

Par des décisions intelligentes en matière de conception et planification, nous pouvons exploiter les sources de façon plus économe, renforcer la durabilité des bâtiments et diminuer leurs effets sur l'environnement.

L'architecture durable implique un "engagement honnête vers le développement humain et la stabilité sociale qui a pour but de :

<sup>13</sup> Luis de GUERRIDO, Sustainable Architecture Green in Green, 2012

- Améliorer la qualité de vie des occupants « assurer le confort »
- Optimiser les ressources et les matériaux
- Réduire la consommation d'énergie
- favoriser les énergies renouvelables
- minimiser les déchets et les émissions
- minimiser l'entretien, la fonctionnalité et le prix des bâtiments

### 3.3. Les pratiques de l'architecture durable :

L'architecture durable se concrétise à travers différentes pratiques afin d'atteindre ses objectifs, La mise en œuvre d'une architecture durable se manifeste par un ensemble de choix de techniques, des méthodes de gestion, la sélection des matériaux employés et l'organisation interne des fonctions et des espaces, afin de maîtriser, en particulier, la consommation d'énergie et l'aménagement du cadre de vie des utilisateurs.

C'est ici qu'on peut comprendre le passage de « des décisions intelligentes en matière de conception et planification » cet ensemble de pratiques se manifestent à travers :

#### • Implantation du bâtiment

« Le bâtiment doit être implanté de façon à réduire les consommations d'énergie relatives au refroidissement mécanique et à l'éclairage artificiel, et à contrôler l'accès à l'énergie solaire pour l'éclairage naturel (Gonzalo et Habermann, 2012) »<sup>14</sup>

#### • Orientation du bâtiment

La conception judicieuse d'un bâtiment en fonction des conditions du terrain (ensoleillement, présence de zones boisées, surfaces exposées aux vents...) permet de maximiser les apports d'énergies naturels et de minimiser les pertes d'énergies

« En étudiant l'orientation du bâtiment, les divers concepts constituent souvent une confusion à laquelle nous devons faire face. Ce qui fait que nous sommes tenus de bien différencier et de spécifier les termes "éclairage", "énergie solaire" utilisés pour le chauffage d'un espace, et "ensoleillement" en tant que concept définissant la qualité spatiale, (Stauskis, 2014). »<sup>15</sup>

#### • Forme du bâtiment

La surface totale exposée à l'extérieur est un facteur de déperdition d'énergie, un bâtiment présentant une surface extérieure étendue aura tendance à perdre plus de chaleur. Il faudra donc privilégier une forme plus compacte qui augmente le rapport entre le volume des espaces intérieurs et la surface exposée aux intempéries et limite donc les pertes calorifiques.

#### • L'isolation thermique

« Élément le plus efficace et le moins coûteux pour réduire les pertes énergétiques, une bonne isolation thermique est une des clés de la construction durable. Une isolation efficace réduit la dissipation de chaleur en hiver et inversement, l'entrée de chaleur en été ; les besoins en énergie pour le chauffage et la climatisation sont donc réduits d'autant. »<sup>16</sup>

« L'isolation thermique de l'enveloppe permet d'augmenter le confort des habitants tout en réduisant les consommations d'énergie et les émissions de polluants (Branders et Evrard, 2011). »<sup>17</sup>

#### • La végétation

#### • La ventilation

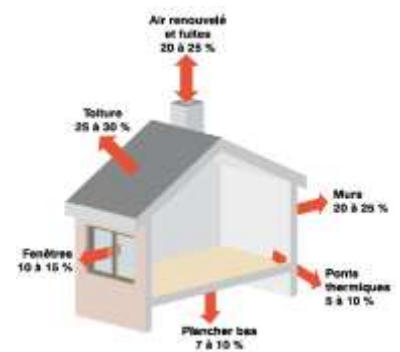


Figure I-9 : Répartition des pertes d'énergie par élément de l'enveloppe (Source : Branders et Evrard, 2011, p.13).

<sup>14</sup> Mme Atik-Mehaoued Karima, thèse de doctorat en science d'architecture, option urbanisme bioclimatique, Université Mohamed Khider – Biskra, 2019

<sup>15</sup> Réf précédente « 14 »

<sup>16</sup> Réf précédente « 14 »

<sup>17</sup> Branders et Evrard, Isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines, 2011, p13,

- **La production d'énergies**
- **Choix des matériaux**

Le choix des matériaux est un élément prépondérant pour le respect de l'environnement et de la nature. Une importance particulière doit donc être accordée aux matériaux naturels qui utilisent peu d'énergie grise (énergie nécessaire à la production des matériaux) et qui ont éventuellement un impact positif ou, du moins, ne nuisent pas à l'environnement lors de leur production.

- **Inertie thermique**

C'est la capacité thermique d'un matériau qui détermine son inertie. Plus la capacité thermique est élevée, plus le matériau est capable de stocker et de restituer des quantités de chaleur. Ainsi, un mur en pierre ou en brique ensoleillés reste chaud longtemps après le coucher du soleil et pour les mêmes raisons, une cave reste fraîche même en plein été. C'est la forte inertie thermique du mur qui permet ce phénomène. (IBGE, 2010)<sup>18</sup>

Ces différentes pratiques caractérisent une architecture durable et respectueuse à l'environnement, qui assure le confort de l'utilisateur et minimise le coût, un seul facteur n'est pas suffisant pour atteindre un niveau acceptable de durabilités mais, par un ensemble de pratiques on pourrait avoir des résultats optimaux.

Depuis des générations, l'être humain à chercher un moyen de s'adapter à son environnement tel que l'habitat du M'Zab à Ghardaïa, et avec l'évolution de tous les domaines et l'augmentation des niveaux de vie ainsi l'apparition de nouvelles techniques de constructions y compris les matériaux, on trouve de nouveaux types d'architecture liée à la durabilité.

### **3.4. Les types de l'architecture durable :**

Depuis des générations, l'être humain à chercher un moyen de s'adapter à son environnement tel que l'habitat du M'Zab à Ghardaïa, et avec l'évolution de tous les domaines et l'augmentation des niveaux de vie ainsi l'apparition de nouvelles techniques de constructions y compris les matériaux, on trouve de nouveaux types d'architecture liée à la durabilité.

#### **3.4.1. Architecture vernaculaire :**

« L'architecture vernaculaire est conçue en harmonie avec son environnement immédiat et ses habitants. Ce type de bâti naît des ressources locales et sa conception prend en compte des aspects socioculturels tels que les modes de vie, les usages et les croyances. Cette architecture révèle la façon dont différents peuples conçoivent le monde et leur procure ainsi un sentiment d'appartenance.

La spécificité de cette architecture vernaculaire est caractérisée, entre autres, par : l'orientation et l'implantation du bâti en lien avec les quatre points cardinaux et le sacré, la gestion de l'ensoleillement et de la lumière, et tant d'autres aspects...

L'agencement des espaces privés, semi-privés et publics, intégrant également les fonctions de protection l'utilisation des éco-matériaux (durables et recyclables) autant dans la construction que dans la réalisation des finitions (enduits et peintures)<sup>19</sup>. »

« L'exemple du paysage de la vallée du M'Zab, créé au Xe siècle par les Ibadites autour de leurs cinq *ksour*, ou villages fortifiés, semble être resté intact. Simple, fonctionnelle et parfaitement adaptée à l'environnement, l'architecture du M'Zab a été conçue pour la vie en communauté, tout en respectant les structures familiales. C'est une source d'inspiration pour les urbanistes d'aujourd'hui. »<sup>20</sup>

18 Réf précédente « 14 »

19 Observatoire des politiques culturelles, Ce que les arts nous disent de la transformation du monde, 2021, p136

20 Convention du patrimoine mondiale UNESCO, <https://whc.unesco.org/2022>,



Figure I-10 : cité de Mزاب. (Source : UNESCO,

Parmi les caractéristiques de l'architecture mozabite loin des ksour on trouve l'implantation sur des collines tout près d'El Oued, orienté vers le Nord, les gradins permet de créer un ombrage pour se protéger de la chaleur intense de l'été. « Figure 8 »



Figure I-11 : Vallée de Mزاب. (Source : slideshare).

Cette architecture s'adapte au contexte connu par les températures élevées pendant une grande partie de l'année, la création du microclimat joue un rôle important pour le refroidissement tel que la présence de l'eau et les oasis. « Figure 8 : Oasis de Bounoura »



Figure I-12 : Oasis de Bounoura. (Source : Alamy banque d'image).

Les maisons sont centrées sur elle-même, fermée par l'extérieur mais ouverte par le ciel à l'intérieur par un patio, pour des raisons symboliques et climatiques, le patio est généralement couvert par un chebek. « Figure 9 : plan d'une maison traditionnel à Ghardaïa »

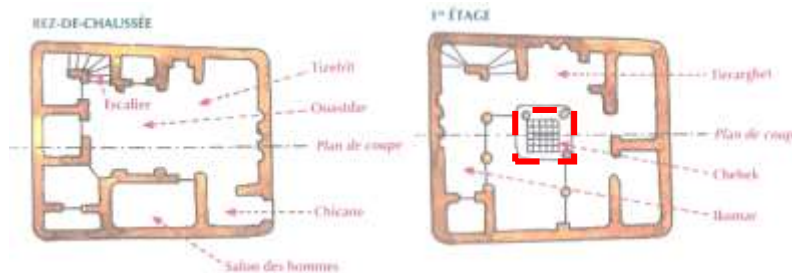


Figure I-13 : plan d'une maison traditionnelle à Ghardaïa. (Source : OPVM de



Figure I-14 : patio d'une maison traditionnelle à Ghardaïa. (Source : OPVM de Ghardaïa).

Le patio est toujours considéré comme « paisible », « Lumineux », « ensoleillé », « coloré », « charmant », et « agréable » : l'impression de fraîcheur et de confort (En été, « le chebec » est couvert durant la journée pour empêcher les rayons solaires de pénétrer à la maison. Pendant la nuit, il est ouvert pour permettre la sortie de l'air chaud de la maison et la pénétration de l'air extérieur plus frais, dans ce cas il joue le rôle d'une "cheminée de ventilation" Les murs servent d'accumulateurs et de transfert d'énergie entre le jour et la nuit en limitant les variations de températures de l'air ambiant, d'après Le Corbusier ; « Ils ont pu se loger si nombreux et à l'aise, dans les ombres diverses de la cour, dans l'espace des horizons de la terrasse ». »

Les constructions mozabites se basent principalement sur l'inertie thermique, les murs en pierre de 50cm les protègent de la fluctuation des températures pendant la journée, ou encore les constructions semi enterrés « cave » ou bien « Damous » sont les espaces les plus frais pendant l'été et les plus chauds pendant l'hiver, c'est l'inertie de la terre qui assure ce phénomène.

### 3.4.2. Architecture bioclimatique :

L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques, de maintenir des températures agréables, de contrôler l'humidité et de favoriser l'éclairage naturel. Elle utilise l'énergie solaire disponible sous forme de lumière ou de chaleur, afin de consommer le moins d'énergie possible pour un confort équivalent. Elle vise également à protéger la construction des vents et pluies froides. Elle s'appuie sur l'emplacement, l'orientation, l'isolation et l'agencement des pièces ; il s'agit pour les constructeurs d'allier, par ces biais, l'architecture au contexte du climat local. « J-Pierre OLIVA »

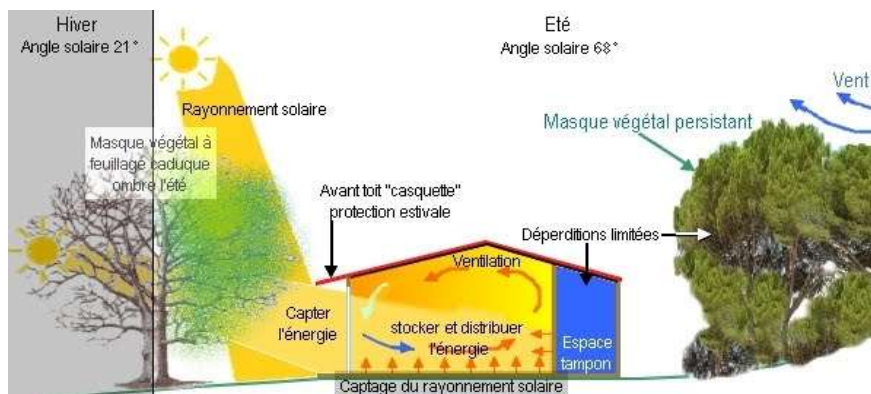


Figure I-15 : principes bioclimatique. (Source : maison à énergie positive <https://sites.google.com/>).

Le Centre Médico-Social de la Rivière Salée à Nouméa est un bon exemple de l'architecture bioclimatique, « Ce bâtiment de santé bénéficie d'une conception bioclimatique, se manifestant d'abord par un patio central fortement végétalisé. Ce dernier est organisé en « cheminée dépressionnaire » pour favoriser surtout la ventilation naturelle. L'enjeu était de garantir le confort des patients et du personnel, sous tous ses aspects : thermique, visuel, olfactif et acoustique. L'innovation du projet réside dans le système de protection solaire et le matériau utilisé pour les lames des façades : un principe de double peau en résille poreuse, filtre solaire généralisé, qui constitue également une protection contre les dégradations urbaines. »<sup>21</sup>



Figure I-16 : Centre Médico-Social de la Rivière Salée à Nouméa. (Source : maison à énergie positive <https://sites.google.com/>).

### 3.4.3. L'architecture biomimétique :

L'architecture biomimétique est une branche de la nouvelle science du biomimétisme définie et popularisée par Janine Benyus dans son livre de 1997 « Biomimicry : Innovation Inspired by Nature ».<sup>22</sup> Le biomimétisme (bios - vie et mimesis - imiter) fait référence aux innovations inspirées par la nature comme celles qui étudient la nature, puis imitent ou s'inspirent de ses conceptions et processus pour résoudre les problèmes humains.

Ce livre introduit trois aspects qui relient la création et l'innovation humaine avec la nature :

- **La nature comme modèle**

Le biomimétisme est une nouvelle science qui étudie les modèles de la nature, puis émule ces formes, processus, systèmes et stratégies pour résoudre les problèmes humains - de manière durable.

- **La nature comme mesure**

Le biomimétisme utilise une norme écologique pour juger de la durabilité de nos innovations.

Après 3,8 milliards d'années d'évolution, la nature a appris ce qui marche et ce qui dure.

- **La nature comme mentor**

Le biomimétisme est une nouvelle façon de voir et de valoriser la nature.



Figure I-17 : installation au musée Victoria et Albert. (Source : archdaily)

<sup>21</sup> Architectes organisation <https://www.architectes.org/>, 2022, 17/05 à 20h

<sup>22</sup> Benyus, Janine M. (1997). Biomimétisme : innovation inspirée par la nature (1ère éd.). New York

Le biomimétisme peut fonctionner à trois niveaux : l'organisme, ses comportements et l'écosystème. Les bâtiments au niveau de l'organisme imitent un organisme spécifique, Travailler à ce seul niveau sans imiter la façon dont l'organisme participe à un contexte plus large peut ne pas être suffisant pour produire un bâtiment qui s'intègre bien à son environnement car un organisme fonctionne et répond toujours à un contexte plus large. Au niveau du comportement, les bâtiments imitent la façon dont un organisme se comporte ou se rapporte à son contexte plus large. Au niveau de l'écosystème, un bâtiment imite le processus naturel et le cycle de l'environnement plus large.

Les principes éco-systémiques ne suivent que les écosystèmes :

- Dépendent de la lumière solaire contemporaine
- Optimiser le système plutôt que ses composants
- Sont adaptés et dépendants des conditions locales
- Sont divers dans leurs composants, leurs relations et leurs informations
- Créer des conditions favorables à une vie soutenue

Cela signifie essentiellement qu'un certain nombre de composants et de processus constituent un écosystème et qu'ils doivent fonctionner les uns avec les autres plutôt que contre pour que l'écosystème fonctionne correctement. Pour que la conception architecturale imite la nature au niveau de l'écosystème, elle doit suivre ces cinq principes.



Figure I-18 : complexe à usage mixte inspiré par la forme d'une montagne, Jean Nouvel, (Source : archdaily)



Figure I-19 : centre national aquatique de Pékin ou Water Cube. (Source : archdaily)

L'architecture biomimétique est une approche scientifique multidisciplinaire de la conception durable qui va au-delà de l'utilisation de la nature comme source d'inspiration pour l'esthétique, mais qui étudie et applique plutôt en profondeur les principes de construction que l'on retrouve dans les environnements naturels et les espèces.



Figure I-20 : Flavours Orchard, Vincent Callebaut, Chine 2014 (Source : vincent.callebaut.org)

Cette « révolution biomimétique » est désormais considérée comme une orientation majeure vers des environnements bâtis plus durables, ce qui signifie que les bâtiments sont axés sur l'apprentissage de la nature plutôt que sur la simple extraction d'éléments de celle-ci.



Figure I-21 : stade national de Beijing, Jacques Herzog et Pierre de Meuron, Pékin 2008 (Source : [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net))

### 3.4.4. L'architecture paramétrique :

La conception paramétrique est une approche innovante du design numérique qui permet de générer des formes à géométrie complexe à partir de l'exploitation d'une grande quantité de données. Ces données peuvent être de type environnemental, acoustique, structurel, social, urbain.<sup>23</sup>



Figure I-22 : centre Heydar Aliyev, Zaha Hadid, Baku, Azerbaïdjan 2007 (Source : Pinterest)

L'architecture et le design paramétriques questionnent les nouveaux rôles des architectes et des concepteurs qui ne sont plus des simples créateurs de formes et d'espaces, mais plutôt des coordinateurs d'un processus organique et complexe capable d'interpréter et de transformer des données. Cette approche permet de générer et de contrôler des formes complexes et évolutives mais demande à la fois une maîtrise importante des enjeux artistiques et techniques liés à la conception de ces formes.

<sup>23</sup>[www.hexabim.com](http://www.hexabim.com), 11/04/2022 à 17h

Issu du langage mathématique, l'architecture paramétrique permet de :

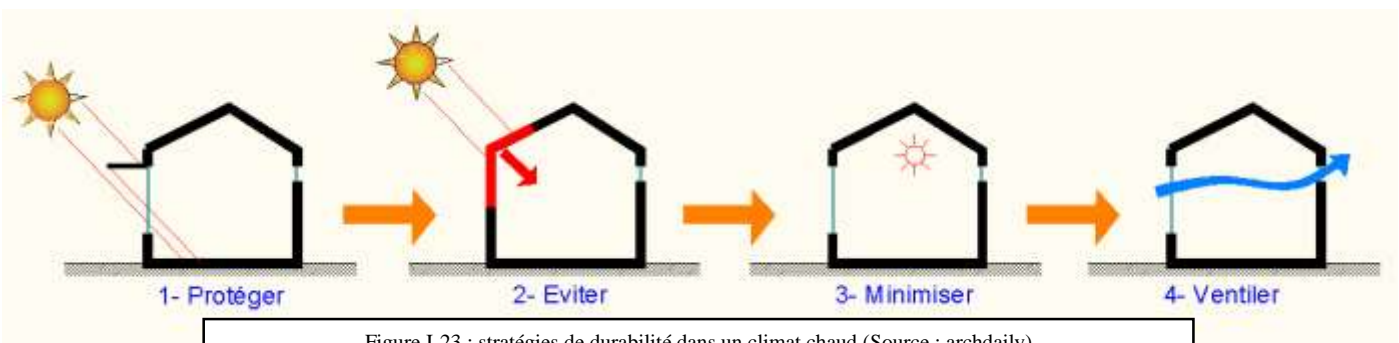
- La création de formes ou de structures complexes
- Elle révolutionne l'architecture traditionnelle en ouvrant le champ des possibles en matière de création.
- Ajouter une signature architecturale forte aux réalisations.
- Une adaptation constante et facilitée aux évolutions du projet.
- Une optimisation de l'usage des matériaux

La conception paramétrique en 3D permet de générer des formes constituées de milliers de pièces différentes mais dont les principes de conception sont similaires et basés sur les mêmes paramètres. Le système algorithmique est le fondement même de cette méthode de conception innovante. « SMC2 »<sup>24</sup>

### 3.5. Stratégie de conception dans un climat chaud et aride :

Notre site d'intervention se trouve dans une zone connue par de longues périodes de température élevée et sec, « l'aridité s'exprime généralement en fonction des précipitations et de la température. Pratiquement s'exprime par l'indice d'aridité climatique :  $P = \text{précipitation} - \text{ETP} = \text{évapotranspiration potentielle}$ , calculée par la méthode de Penman, en tenant compte de l'humidité atmosphérique, du rayonnement solaire et du vent. »

Nous en tant que concepteurs, on doit tenir compte des stratégies et des systèmes de conceptions passives, actives et hybrides dans un climat chaud et aride.

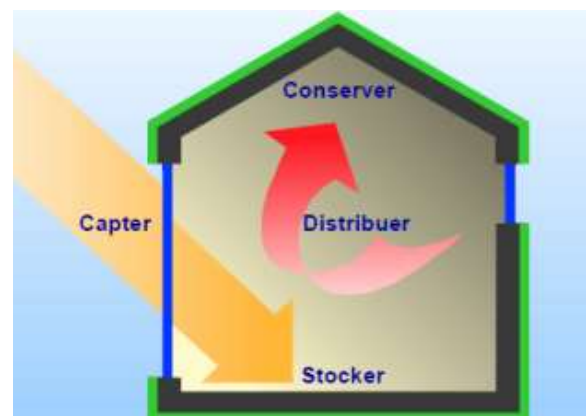


La conception du bâtiment doit mettre en œuvre des principes simples, basés sur le bon sens et qui ont prouvé leur efficacité dans les constructions anciennes. Elle doit être adaptée aux besoins saisonniers (chaleur en hiver, fraîcheur en été) et favoriser au maximum l'apport solaire passif et minimiser les déperditions.

#### 3.5.1. Stratégie du chaud en hiver :

Consiste à capter l'énergie solaire et la stocker dans la masse pour un déphasage et un écrêtage des pics de température. La redistribution de cette chaleur se fait lorsque les températures extérieures sont plus faibles que les températures intérieures désirées

Cette stratégie n'est pas aussi efficace dans un climat chaud et aride car la durée de la saison hivernale est de 2 à 3 mois.



<sup>24</sup> SMC2, Entreprise de conception et de réalisation paramétrique

### 3.5.2. Stratégie du froid en été :

Consiste à se protéger des apports solaires, adopter des solutions passives de refroidissement par humidification ou ventilation naturelle et limiter les charges internes

Cette stratégie est plus efficace, qui tente de favoriser l'éclairage naturel, se protéger des rayonnements intense et assurer une bonne ventilation.

### 3.5.3. Système et techniques passifs :

Il faudrait opter pour une conception architecturale intelligente suivant des systèmes de constructions passifs ainsi par l'adaptation de différentes techniques de construction.

#### a. Systèmes et techniques de captage

Il existe différente forme de captage selon l'utilisation, on va se focaliser sur les systèmes de captage de lumière et de chaleur.

##### ➤ Le mur capteur :

Proposé dans les années 1950, ce mur porte le nom de ses inventeurs, Félix Trombe et Jacques Michel. Pour son fonctionnement, l'espace est chauffé en exploitant le phénomène de tirage thermique, qui consiste à canaliser l'énergie solaire incidente et la redistribuer dans la bâtisse associée. Le mur Trombe se compose d'une paroi vitrée placée devant un mur épais à forte inertie et faiblement isolé, la surface extérieure du mur est généralement peinte en noir. Des ouvertures en parties hautes et basses des vitrages sont réalisées pour fermer les entrées et sorties d'air (Izard et Guyot, 1979).<sup>25</sup>



Figure I-28 : école de Chancy, Groupe H. Hervé, 2010 Suisse (Source : www.charpente-concept.com)

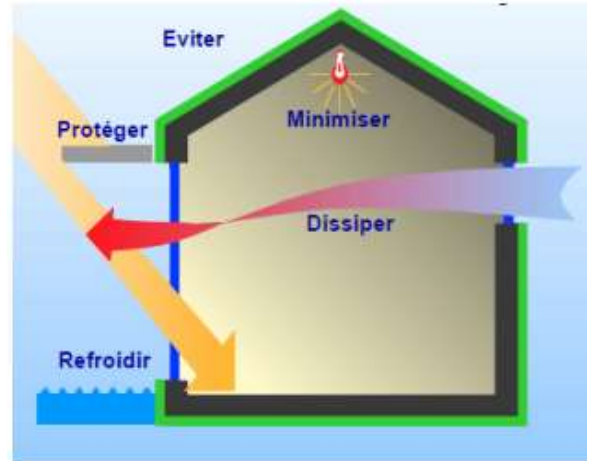


Figure I-25 : stratégies de durabilité en été (Source :



Figure I-26 : chapelle notre dame du haut 1953, Le Corbusier, France (Source : archdaily)

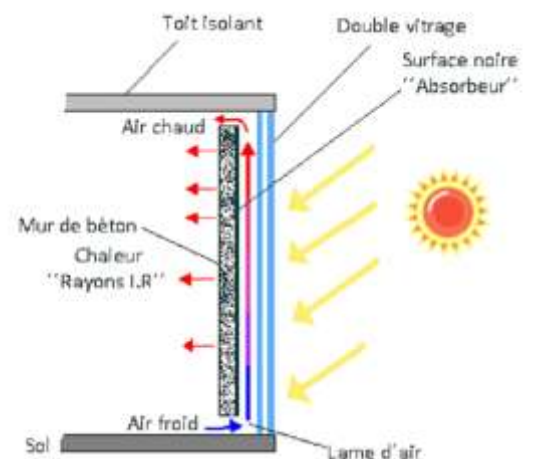


Figure I-27 : schéma de principe du mur capteur (Source : Izard et Guyot)

Durant la saison d'été, ces clapets sont fermés en présence de soleil afin de délimiter les apports de chaleur. En hiver, la surface extérieure du mur absorbe le rayonnement solaire incident, ce qui permet d'accumuler

<sup>25</sup> Archi bio. Broché – 1 janvier 1979 de IZARD Jean-Louis (Auteur), GUYOT Alain (Auteur)

de la chaleur par l'effet de serre, et de favoriser la circulation naturelle de l'air chauffé et dilaté depuis l'ouverture haute. Le mouvement de l'air permet de reprendre la chaleur stockée, de chauffer passivement l'espace et de réduire par conséquent l'énergie consommée pour le chauffage. D'ailleurs, il est estimé qu'un mur Trombe assure annuellement un apport en moyenne de 50 kWh/m<sup>2</sup> (Izard et Guyot, 1979).<sup>26</sup>

L'école de Chancy prouve que L'autonomie énergétique ne fait pas exploser les budgets de construction, Ce dernier ne consomme donc aucune énergie fossile « figure I-28 », « figure I-29 »



Figure I-29 : école de Chancy, Groupe H. Hervé, 2010 Suisse (Source : [www.charpente-concept.com](http://www.charpente-concept.com))

### ➤ Les serres :

La véranda, ou serre bioclimatique fonctionne de la même manière que le Trombe-Michel, sauf que pour là la lame d'air devient un espace de vie. Selon les deux saisons d'hiver et d'été, la serre bioclimatique dispose d'après Izard et Guyot (1979)<sup>27</sup> d'un double fonctionnement à savoir :

- **en hiver**, il s'agit de stocker de la chaleur solaire qui pénètre dans la véranda et entre en conséquence dans la maison, à travers des ouvertures qui s'ouvrent vers la serre. Simultanément, les parties massives (dalle, mur capteur) emmagasinent les calories pour les restituer graduellement dès que la température redescend le soir. Dans ce cas, il convient de fermer les ouvertures, afin de ne pas laisser la chaleur partir vers la véranda ;
- **en été**, le rayonnement solaire qui atteint le vitrage doit être minimisé par des protections solaires (store, auvent, végétation...). Par ailleurs, une ventilation naturelle peut être mise en place grâce à des ouvertures spécifiques en partie haute et partie basse de la véranda.

<sup>26</sup> Archi Bio. Broché – 1 Janvier 1979 de IZARD.J-L et GYTOT.A

<sup>27</sup> Archi Bio. Broché – 1 Janvier 1979 de IZARD.J-L et GYTOT.A

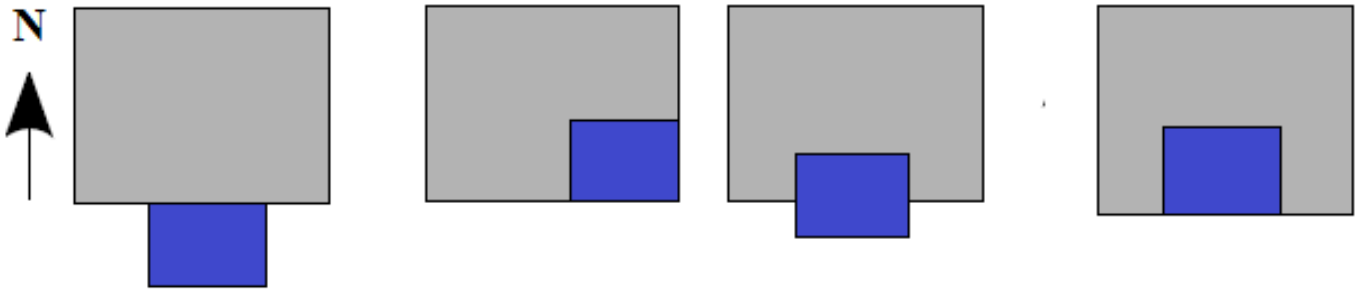


Figure I-30 : intégration des serres, (Source : Izard et Guyot)

La serre bioclimatique dans le projet du centre de formation et d'examens de Lille en France, construit en 2013, est intégrée au centre du projet « Figure I-24 ». Elle joue le rôle d'un "jardin d'hiver" vers lequel donnent les bureaux et la cafétéria. Lieu de passage, de détente, et de rencontre elle permet également par son orientation (Sud-Est) de capter l'énergie. Des brises soleils couvrent les façades de la serre afin de gérer les confort d'été et d'hiver. De par leur dimension et leurs emplacements optimisés, les lames brises soleils protègent des rayons solaires d'été tandis qu'ils laissent passer ceux d'hiver (Hornez, 2017).<sup>28</sup>



Figure I-31 : serre du centre de formation et d'examen à Lille de France, (Source : Hornez, 2017)

Le jardin, couvert mais non chauffé, assure un confort en hiver grâce aux apports solaires, et en été par l'association de puits canadiens et d'une serre horticole qui assure une ventilation rafraîchie. « Figure I-25 »

Le jardin sous serre du collège pierre gilles offre une atmosphère particulière, baignée de lumière naturelle et des effluves des essences. « Figure I-25 »

JLH Architecture Ecole d'Architecture DE Jean Louis Hornez à Lille, France



Figure I-32 : Serre du collège pierre gilles de Gennes France, (Source : www.toa-archi.com)

<sup>28</sup> JLH Architecture Ecole d'Architecture DE Jean Louis Hornez à Lille, France

## b. Systèmes et techniques de protections

### ➤ Brise solaire :

Le brise soleil moderne est une variante esthétique pour diminuer les conditions infavorables et pour avoir une quantité de lumière bienfaisante.



Figure I-33 : résidence pour handicapé à Lleida, (Source : www.tamiluz.es)

Les ouvertures doivent être protégés, c'est le minimum afin d'éviter les apports solaires direct. Dans un climat chaud, ces apports solaires venant des 3 principales façades de source du soleil ont un impact négatif sur le bâtiment par une grande quantité de lumière perturbante.

### ➤ Les murs inertes :

Ces murs ont la capacité de stocker la quantité de chaleur pendant la journée, cette chaleur sera dégager pendant la nuit. La pierre par exemple est un matériau de construction très utilisé à Berriane.



Figure I-34 : construction en pierre à Ghardaia, (Source : Google image)

### ➤ Les façades végétalisés :

La présence du végétal constitue un enjeu écologique dans la lutte contre le changement climatique, Les façades végétalisées aident à lutter contre le phénomène d'îlot de chaleur, évitant aux façades inertes d'absorber la chaleur tandis que les plantes rafraîchissent l'air ambiant.

La végétalisation des bâtiments offre de nombreux avantages :

- Elle améliore l'isolation et l'inertie thermique des bâtiments, ainsi que l'isolation phonique.
- Elle régule aussi la température ambiante en ville car l'air est rafraîchi et humidifié grâce au phénomène d'évapotranspiration, contribuant à lutter contre le phénomène d'îlots de chaleur.
- La végétalisation améliore aussi la qualité de l'air en absorbant les particules en suspension telles que les poussières et substances polluantes.



Figure I-35 : musée quai Branly à paris, (Source : Google image)

## ➤ Toiture végétalisée :

Les toitures végétales sont notamment utilisées pour lutter contre les îlots de chaleur qui se développe dans les villes. La toiture végétalisée s'inscrit dans une démarche de développement durable en proposant une isolation naturelle en zone urbaine.<sup>29</sup>



Figure I-36 : dispositif des toitures verte, (Source : Pinterest)



Figure I-37 : hôtel jardin Parkroyal on Pickering, Singapour, 2013 (Source : Pinterest)

Parkroyal on Pickering est le premier « hôtel jardin » de Singapour. La verdure verticale en cascade qui le recouvre est son principal atout architectural : pour constituer ses quelque 15 000 m<sup>2</sup> de jardins, arbres, plantes

<sup>29</sup> [www.vegetalid.fr](http://www.vegetalid.fr), 14/05/2022 à 22h

à fleurs, arbustes feuillus et plantes grimpantes ont été plantés. Modèle d'économie d'énergie, le ressort s'élève sur quatre niveaux dont les formes ondulées évoquent les rizières en terrasses. « Figure I-37 »

**c. Systèmes et techniques de ventilation :**

D'après Sørensen cité par Widera (2014), les systèmes de refroidissement utilisés dans l'architecture vernaculaire dans les zones chaudes sont basés sur la ventilation naturelle. Parmi les différents systèmes observés dans les habitations traditionnelles, trois modèles de base se distinguent, et qui peuvent être appliquées à l'architecture bioclimatique contemporaine :

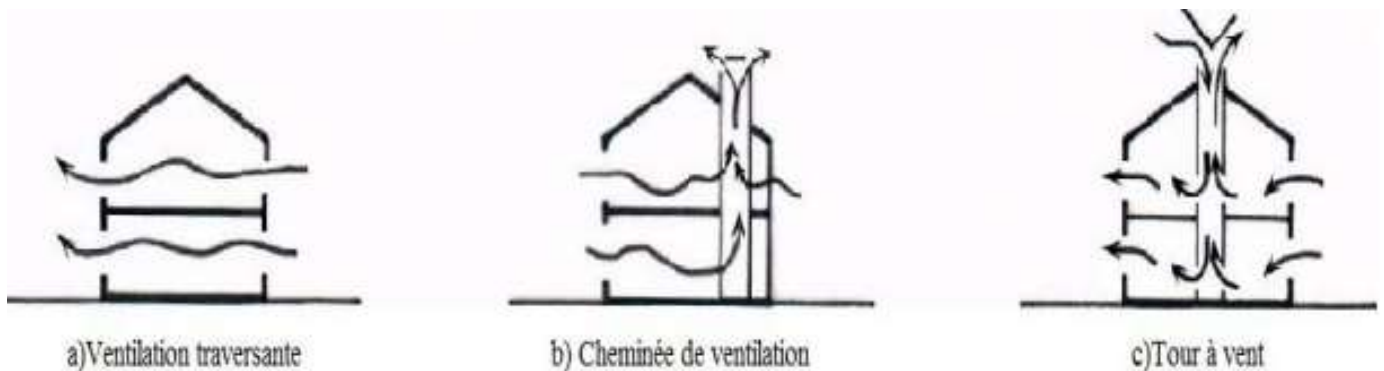


Figure I-38 : systèmes de ventilation traditionnel par Sørensen, (Source : Widera 2014, P2)

➤ **L'atrium :**

Les atriums sont une caractéristique de design populaire car ils donnent à leurs bâtiments un «sentiment d'espace et de lumière», et assure la bonne ventilation des espaces, souvent situés juste au-delà des portes d'entrée principales (dans le hall).



Figure I-39: atrium à Yakoutsk, par Le cabinet russe Atrium Architects et Vostok+ (Source : archdaily)

## ➤ Les patios :

Un patio est une cour intérieure à ciel ouvert, dont l'origine remonte à l'atrium des villas de la Rome antique. Plus largement, un patio est un espace extérieur d'agrément, dédié aux repas ou à la détente, souvent utilisé dans les constructions de la ville de Berriane pour des raisons d'éclairage et de ventilation.



Figure I-40 : Galaxy Soho à Pékin par Zaha Hadid 2012  
(Source : archdaily)

La conception du bâtiment doit mettre en œuvre des principes simples, basés sur le bon sens et qui ont prouvé leur efficacité dans les constructions anciennes. Elle doit être adaptée aux besoins saisonniers (chaleur en hiver, fraîcheur en été) et favoriser au maximum l'apport solaire passif et minimiser les déperditions.

Réunir ces concepts dès les premières phases de conception du bâti peut donner naissance à d'importantes économies d'énergie tout en assurant le confort des usagers. Mettre en œuvre une conception bioclimatique nécessite la prise en considération des contraintes affectant le problème thermique, ce qui implique de prendre en compte simultanément la consommation d'énergie et le confort.

## 4. Synthèse :

La formation joue un rôle important sur le plan sociale, culturel et économique, le domaine du soudage pipeline est indispensable dans le secteur de Gaz et de Pétrole. L'économie de l'Algérie dépend de ce secteur tandis que la formation dans le domaine du soudage pipeline et le contrôle non destructif est très minoritaire.

La ville de Berriane possède un climat chaud et aride et dominé par des vents chauds et des vents de sable, nous devant avoir connaissance des stratégies qu'on doit adapter pour assurer le confort de l'utilisateur, réduire le coût et économiser l'énergie en limitant les émissions et sans être nocive à la nature.

L'architecture durable permet de porter réponse aux problématiques actuelles, l'épuisement de l'énergie non renouvelable et la dégradation de l'environnement. Par la proposition de plusieurs stratégies et techniques qui s'adaptent aux différents contextes.

### Introduction

Dans ce chapitre on va analyser des projets suivant des critères visés, pour comprendre le fonctionnement lié au thème ou bien afin de mieux comprendre les stratégies et les techniques de durabilité employé dans des projets situés dans un climat chaud et aride. Pour cela, l'école de soudure et d'expertise d'Arzew et un bon exemple national, ça nous permet de comprendre son fonctionnement et en tirer un programme.

L'institut de soudure en France est notre choix international tandis que pour la durabilité notre choix a été fixé sur le projet de Zaha Hadid Beech Headquarter à Dubaï.

Ces exemples sont différents par rapport à leur formes, leurs fonctions et leurs situations, on s'est basé sur des critères tel que :

- Projet national fonctionnel dans le domaine de la soudure pipeline et ses applications
- Projet international fonctionnel dans le domaine de la soudure pipeline et ses applications
- Projet conçu avec les principes de durabilité

### 1. Ecole de soudure et d'expertise d'Arzew CSZ « Algérie »

Le Centre de Soudure et d'Expertise d'Arzew a été créé en 1978 avec pour vocation de promouvoir et de garantir la formation dans l'entreprise dans le domaine du soudage, de la construction métallique et du contrôle non destructif, c'est aussi un membre de l'AGCIFM (Association Générale du Comité Industriel Fabrication & Maintenance) et adhérent à la COFREND (Confédération Française des Essais Non Destructifs) depuis l'année 2003. L'analyse de ce projet a été faite par visite sur place de l'institut.

#### 1.1. Fiche technique

- Maître d'ouvrage : Altra, ENGTP actuellement
- Maître d'œuvre : Altra, ENGTP actuellement
- Date de réalisation : 1978
- Situation : Zone industrielle Arzew, Oran, Algérie
- Superficie : 5h
- Surface bâties : 5200m<sup>2</sup>



Figure II-1 : CSZ Arzew, photos prise sur place le 12/12/2021

#### 1.2. Situation

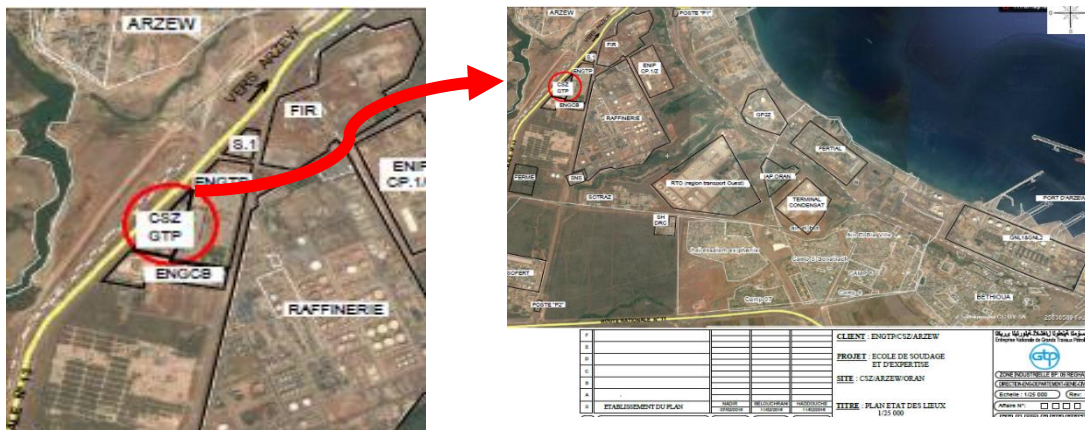


Figure II-2 : situation CSZ Arzew, administration de l'école, 2021

## II. CHAPITRE ANALYTIQUE

Le CSZ se trouve dans la zone industrielle d'Arzew, une zone sécurisée qui comprend les plus grandes entreprises algériennes, en tête SONATRACH, l'école est mitoyenne de l'ENGTP et l'ENGCB, située à l'extrémité de la zone industrielle et de la route nationale N°13.

### 1.3. Aspect fonctionnel et architectural :

#### 1.3.1. Plan de mass :

Il existe 4 postes d'entrée au niveau de la zone industrielle, l'école se trouve entre le P01 et le P02 en mitoyenneté avec l'ENGTP et l'ENGCB, L'école s'étend sur 5h, sous forme triangulaire, se présente de façon fragmentée en 4 blocs principaux entourés par des voies mécaniques et des espaces verts.

La surface bâtie est de 10%, de grands espaces verts et de végétations entourent les îlots.

Avant l'entrée principale on trouve 2 parkings, destinés pour les visiteurs ou stagiaires, un autre parking se trouve à l'intérieur de la clôture pour le personnel permanent. Sauf qu'actuellement aucun visiteur n'a le droit à l'accès mécanique à l'intérieur de la zone.

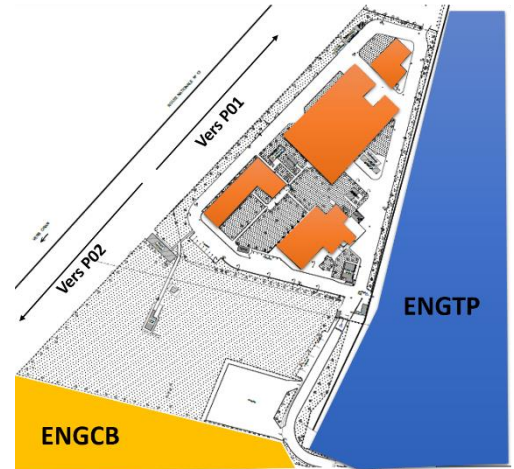


Figure II-3 : plan de mass CSZ Arzew, Administration de l'école, 2021

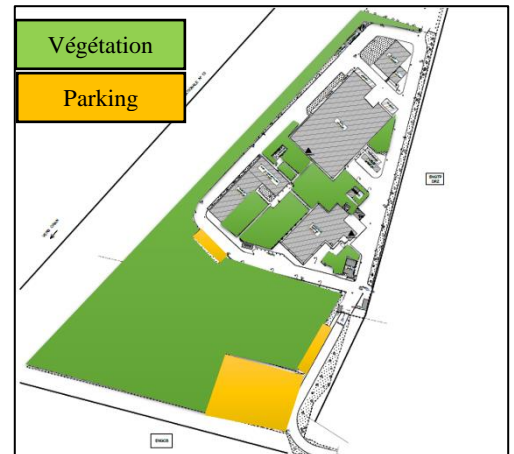


Figure II-5 : parking et surfaces vertes, Administration de l'école, 2021



Figure II-4 : photo prise sur place qui montre les parkings et les espaces verts, L'auteur, 2021

#### 1.3.2. Accessibilité :

Pour accéder au CSZ, il existe deux entrées, une entrée principale et une autre qui est liée par un portail avec le bâtiment voisin de l'ENGTP, c'est beaucoup plus une liaison qu'une entrée, certains membres du personnel de l'école l'utilisent pour accéder à l'ENGTP. L'accès principal est le seul qui existe donc, à la fois mécanique et piéton.

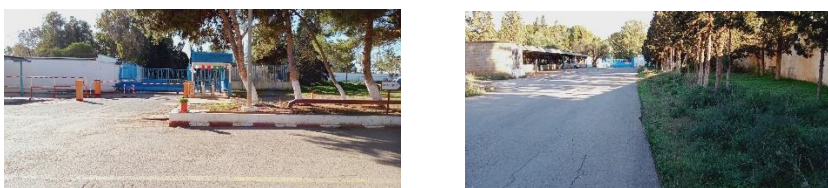


Figure II-6 : photo prise sur place qui montre l'accessibilité, l'auteur, 2021

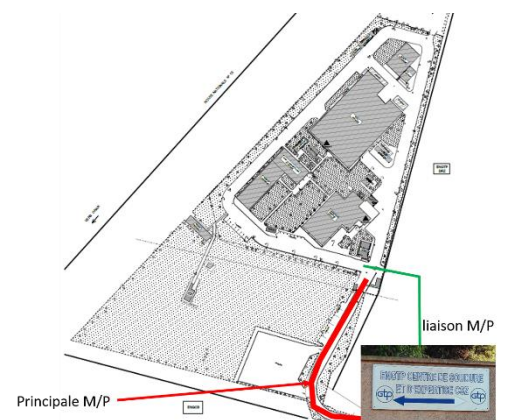


Figure II-6 : plan de mass CSZ Arzew, Administration de l'école, 2021. Le plan indique la 'Principale M/P' (entrée principale mécanique/piéton) et la 'Liaison M/P' (liaison mécanique/piéton) avec l'ENGTP.

## II. CHAPITRE ANALYTIQUE

### ➤ Analyse des espaces intérieurs :

Pour mieux comprendre la disposition des blocs, un schéma simplifié a été fait. On peut distinguer les entités principales du projet qui sont :

- Pédagogique
- Administration
- Maintenance
- Réfectoire, qui avait été transformé en laboratoire.

L'ensemble bâti en RDC, la plupart en charpente métallique, les ateliers sont la partie la plus haute de cette construction pour des raisons d'éclairage et de ventilation. Les différentes entités disposent des espaces suivants :

### ➤ Administration et salle de cours :



Figure II-7 : schéma du plan de mass simplifié  
Source : l'auteur



Figure II-8 : analyse du bloc D, administration et salle de cours d'après une maquette par l'auteur

## II. CHAPITRE ANALYTIQUE

D'après cette courte analyse, on remarque qu'il existe 3 accès pour ce bloc, mais au départ, il y'avait deux accès possible, l'un dédié au stagiaire, l'autre pour le personnel, pour des raisons de fonctionnalités, la partie de la bibliothèque a été modifier en rajoutant un couloir qui se termine par la création d'un troisième accès. « Figure II-8 »

Sous forme de « L », ce bloc englobe l'entité administrative avec 5 bureaux et un sanitaire pour femme, et une partie de l'entité pédagogique avec 6 salles de cours, un laboratoire ultrason, une bibliothèque et un sanitaire pour homme. Il n'existe pas de séparation entre ces 2 entités ils sont lié et non hiérarchisés.

Des fenêtres en longueur se trouvent à l'intérieur pour éclairer le couloir qui reste insuffisant. Et donc le recours à l'éclairage artificiel est indispensable. « Figure II-8 »

Les cloisons préfabriquées jouent un rôle important au niveau de la modification pour ce types de projet, certains espaces vont apparaître vis-à-vis du besoin sur le long terme.

### ➤ La cantine

La cantine ou bien le réfectoire, a été conçu pour rassembler l'ensemble du personnel et les stagiaires en leur offrant les repas du jour, constitué d'une cuisine d'un espace de stockage et d'une grande salle de réception, ce dernier avait été modifié partiellement en laboratoire et n'occupe plus sa fonction primaire.

Cette partie a été modifiée en deux laboratoires CND, Ressuage et magnétoscopie, ces derniers ont certaines exigences ; et se compose d'une salle théorique, labos pratique et chambre noire ainsi qu'un espace de stockage.

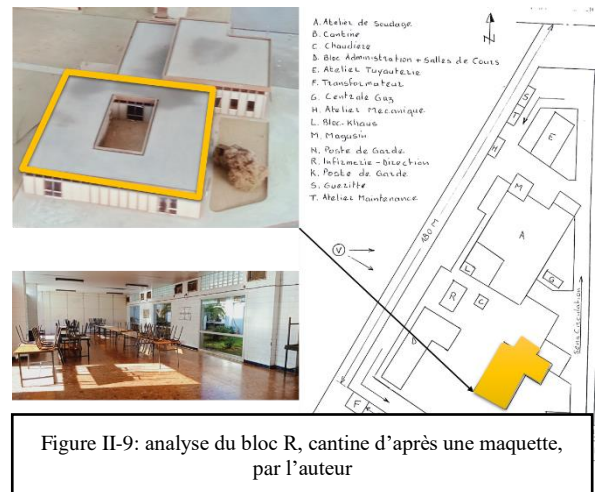


Figure II-9: analyse du bloc R, cantine d'après une maquette, par l'auteur

### ➤ Les laboratoires

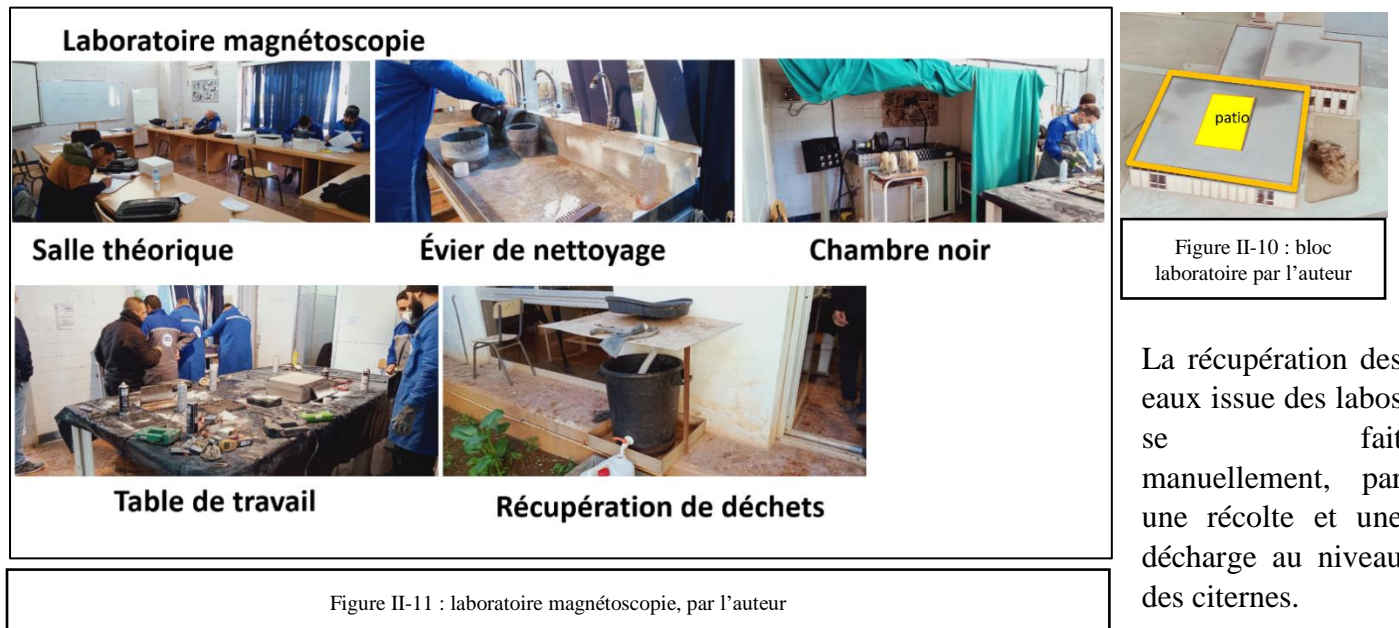


Figure II-11 : laboratoire magnétoscopie, par l'auteur

La récupération des eaux issues des labos se fait manuellement, par une récolte et une décharge au niveau des citernes.

## II. CHAPITRE ANALYTIQUE

### Laboratoire ressuage



Salle théorique

Chambre noir



Table pratique

Évier de nettoyage

stockage

Figure II-12 : laboratoire ressuage, par l'auteur

### Laboratoire radiographie



Figure II-13 : laboratoire radiographie, photos prise par l'auteur

Qui se trouve à l'intérieur des ateliers, contient une salle théorie, le bunker, des chambres noires et des bureaux. La zone la plus dangereuse du projet par la présence d'une source radioactive, le bunker entouré par des murs en béton armé de 90cm et une entrée en labyrinthe.

En cas de tirage sur la source de rayonnement, les usagers sont prévenus de cette activité et une signalisation apparaît à l'extérieur du bunker ainsi que chez le poste de garde. D'autres appareils sont utilisés pour calculer le taux des rayonnements afin d'éviter tout danger.



Figure II-14 : appareil de contrôle, photos prise par l'auteur

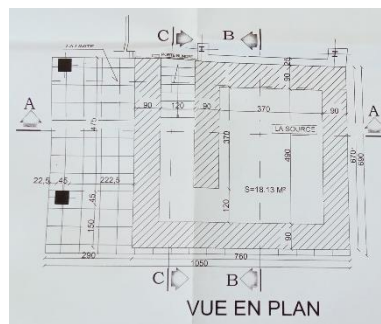


Figure II-15 : vue en plan du bunker, photos prise par l'auteur

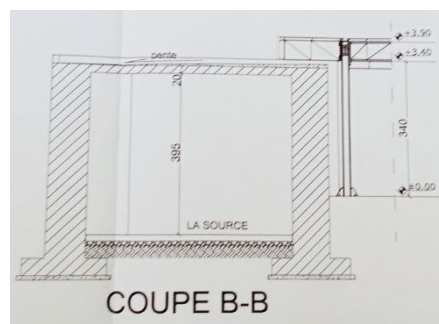


Figure II-16 : coupe B-B du bunker, photos prise par l'auteur

## II. CHAPITRE ANALYTIQUE

### ➤ Les ateliers de soudures :

Les ateliers de soudure font la particularité du projet, construit en charpente métallique, ce bloc englobe tous les ateliers de soudage ainsi une partie pour la radiographie qui contient le Blockhaus.

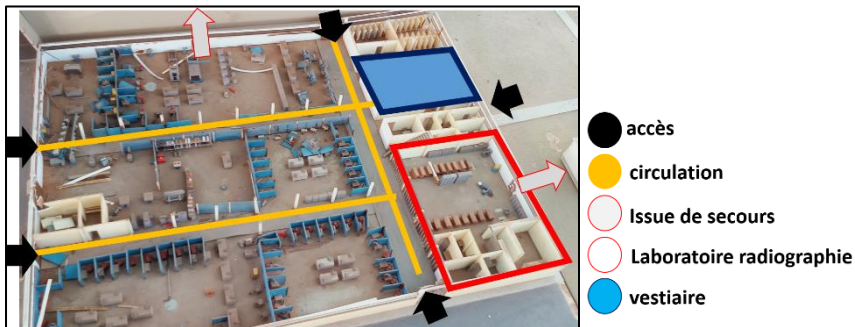


Figure II-17 : analyse des Ateliers d'après une maquette, traitée par l'auteur

Les ateliers s'organisent de façon centralisée, des niches de soudure séparée en tôle de 20 personnes entourent la table de travail, ainsi qu'un espace dédié à la théorie de la pratique du jour.



Figure II-18 : soudage manuel et soudage semi-auto, photos prise par l'auteur



Figure II-19 : organisation des ateliers, photos prise par l'auteur

L'éclairage au niveau des ateliers doit être naturel et uniforme, des fenêtres en longueur latérale et un éclairage naturel assurent le confort visuel des usagers, il n'existe aucun point lumineux artificiel au niveau des ateliers, les séances de travail se font donc seulement pendant la journée.



Figure II-20: « éclairage naturel latérale des ateliers soudage, photos et traité prise par l'auteur



Figure II-21: « éclairage zénithal des ateliers soudage, photos prise et traité par l'auteur

## II. CHAPITRE ANALYTIQUE

L'aération des ateliers est importante pour une bonne qualité de l'air, la ventilation est assurée par la présence d'extracteur. Mais aussi par la hauteur importante de la construction qui fait tourner l'air.



Figure II-22 : « aération des ateliers soudage, photos prise et traité par l'auteur »

Avant, il existait un pont roulant, qui permet de déplacer les pièces métallique depuis la décharge aux ateliers, ce dernier a été supprimé et remplacé par l'engin élévateur, le pont roulant avait son propre flux.



Figure II-23 : « le pont roulant, photos prise et traité par l'auteur »

### Synthèse

Le CSZ a été réalisé en 1978, c'est une construction moderne par la présence de la structure métallique, le béton armé, les murs sandwich, l'emploi du verre etc...

Se présente comme un ensemble de blocs séparés éparpillés sur un terrain triangulaire, la grande présence de végétation dans ce projet crée une certaine harmonie avec la nature vue que le projet se situe dans une zone industrielle.

Le projet se trouve dans une zone industrielle critique, ce qui explique l'absence de l'hébergement et des espaces de loisirs.

L'absence de la hiérarchisation des espaces est la faille de ce projet ainsi que l'absence totale de la durabilité, les transformations employées dans ce projet montrent la mauvaise programmation et l'organisation des espaces.

La ventilation des ateliers par les extracteurs d'ancienne génération sans évolution reste un point d'interrogation, cette école est unique en son genre en Algérie qui nécessite plus d'occupations ou bien une réhabilitation en adaptant de nouvelles techniques et des stratégies passives et actives pour un meilleur rendement sans nuire à la nature.

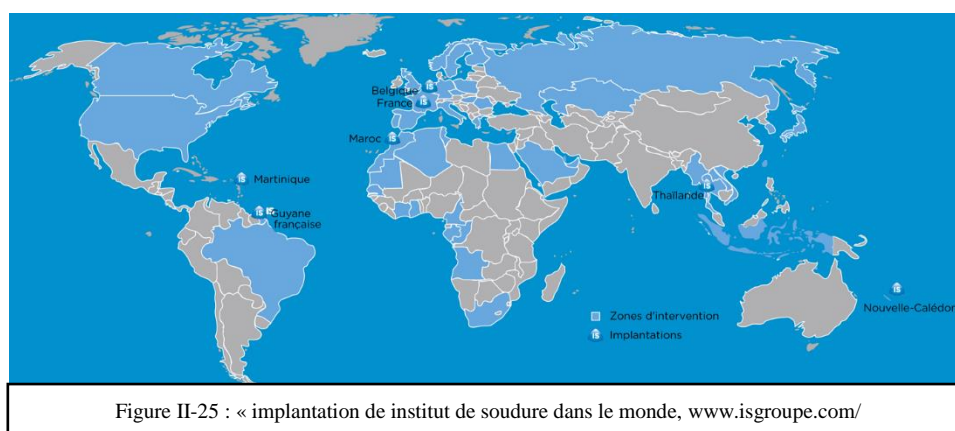
### 2. Institut de soudure groupe « France »

« L'Institut de Soudure est un groupe entrepreneurial, apporteur de solutions, innovant dans le domaine du soudage, de l'assemblage, des contrôles associés et de la formation tant en France qu'à l'international »<sup>1</sup>, on a choisi d'analyser cet exemple pour défendre notre thème et avoir une idée sur un exemple international dans le domaine de la soudure et ses applications au niveau international.



#### 1.1. Implantation :

Avec une histoire riche de 115 ans d'innovation, ce groupe compte 28 implantations en France et 7 d'autres dans 45 pays du monde.



« C'est le Premier organisme à délivrer des cours de soudage en France dès 1909, le Groupe Institut de Soudure n'a depuis jamais cessé d'étendre son offre de formation aux métiers de soudeurs, tuyauteurs, coordonnateurs en soudage, chaudronniers, braseurs, contrôleurs et inspecteurs, avec une diversification vers les composites et les assemblages multi matériaux. »<sup>2</sup>

#### 2.2. Ecoles d'ingénieurs :

« Deux écoles de spécialisations en soudage pour les ingénieurs, l'École supérieure du soudage et de ses applications (ESSA) et l'École d'adaptation aux professions du soudage (EAPS) assurent la spécialisation en soudage d'ingénieurs et de techniciens, en une année.

Le soudage entrant dans la fabrication de la plupart des équipements industriels, les élèves de l'ESSA et de l'EAPS sont fortement convoités par les entreprises quel que soit leur secteur d'activité : pétrole ; gaz chimie ; énergie naval ; aéronautique ; transports routiers ; ferroviaire ; ouvrages d'art ; charpentes ; chaudronnerie ; tuyauterie...

Les diplômés de l'ESSA et de l'EAPS sont appelés à œuvrer dans des domaines très variés : recherche ; production ; bureaux d'études ; commerce ; inspection ; contrôles, etc. »<sup>3</sup>

Il n'existe aucune formation pour ingénieurs en soudage en Algérie, que ce soit au niveau des universités, les écoles supérieures ou les centres de formations.

<sup>1</sup> Page officiel de l'institut de soudure, <https://www.isgroupe.com/>

<sup>2</sup> Page officiel de l'institut de soudure, <https://www.isgroupe.com/>

<sup>3</sup> Page officiel de l'institut de soudure, <https://www.isgroupe.com/>



Figure II-26 : « école ESSA et EAPS en France, [www.isgroupe.com/](http://www.isgroupe.com/) »

### 2.3. Le centre de formation de Villepinte, Ile de France :

« Le **centre régional Île-de-France** délivre des prestations de services industriels en inspection, en contrôle, en expertise et des formations en soudage et en contrôles non destructifs. »<sup>4</sup>

Destinée à la fois aux personnes en recherche d'emploi de tout âge et aux soudeurs en activité dans les entreprises, hommes et femmes, représentant à terme environ 200 stagiaires par an, cette école est unique en son genre.



Figure II-27 : « centre de formation Villepinte, [www.isgroupe.com/](http://www.isgroupe.com/) »

Malheureusement, le manque de données nécessaire nous empêche de faire une analyse architecturale complète, on va donc parler de ce qui est le plus important dans ce projet qui est les ateliers de soudures.

#### ➤ Les ateliers de soudures :

Les ateliers de soudure au niveau de ce centre dispose de locaux neufs et spacieux pour dispenser nos formations pratiques et théoriques en toute sécurité selon les normes en vigueur :

- Un plateau technique de 360 m<sup>2</sup> entièrement équipé en machines-outils
- Des postes à souder de dernières générations dégageant 70% de fumées en moins et préservant ainsi la santé du soudeur
- Des cabines de soudage et meulage spacieuses et entièrement équipées d'une aspiration individuelle ainsi que tout l'outillage.
- Une salle de cours et de ressources lumineuse de 38m<sup>2</sup>



Figure II-28: « atelier de soudure du centre de Villepinte, [www.isgroupe.com/](http://www.isgroupe.com/) »

<sup>4</sup> Page officiel de l'institut de soudure, <https://www.isgroupe.com/>

Le but de cet exemple, n'est pas l'analyse architecturale car malheureusement aucun exemple d'analyse dans le domaine du soudage n'avait été trouvé à l'échelle internationale mais, c'est la comparaison entre ce qui se trouve en France en matière de recherche et d'innovation dans ce domaine bien que ce n'est pas un pays d'hydrocarbure, en comparaison avec l'Algérie qui dépend entièrement de cette source et qui ne compte qu'une seule école spécialisée dans le domaine de soudage et du contrôle.

### 3. Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE



Figure II-29 : « Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE, archdaily.com

Conçu par Zaha Hadid d'après un concours international organisé en 2013, c'est le siège de la société Bee'ah qui opère dans le secteur des services environnementaux et de la gestion intégrée des déchets, situé à Sharjah, UAE.

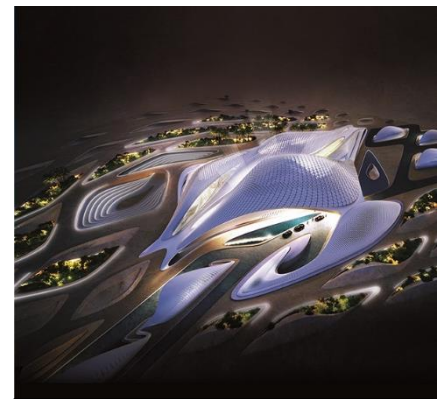


Figure II-30 : « vue 3D Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE, archdaily.com

#### 3.1. Fiche technique

- Maître d'ouvrage : Société Bee'ah
- Maître d'œuvre : Zaha Hadid
- Date de réalisation : 2013
- Situation : Sharjah, UAE.
- Superficie : 9h
- Surface bâties : 9000 m<sup>2</sup>

#### 3.2. Situation



Figure II-31 : « situation Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE, google.com

Situé à l’UAE à Charjah « الشارقة », Intersection 8 sur la route Al Dhaid, Al Rowdat, Rodhat Al Sidir, en plein milieu du désert, Le projet a ouvert ses portes dans la zone industrielle d’Al Sajaa après un processus de conception et de construction de huit ans



Figure II-32: « situation Bee `ah Headquarter, Sharjah, UAE, google.com

### 3.3. Aspect fonctionnel et architecturale :

Zaha Hadid relaie dans un communiqué officiel : «Le siècle social est la dernière étape importante pour le groupe BEEAH alors qu'il continue d'innover à Sharjah et dans le monde entier, établissant une base d'opérations pour que le groupe se diversifie dans de nouvelles industries critiques pour l'avenir. Avec son nouveau siège social, BEEAH démontre comment la technologie peut avoir un impact durable et servir finalement de modèle pour les villes intelligentes et durables de demain. »<sup>5</sup>

#### 3.3.1. Implantation :

Installé sur un paysage désertique dynamique façonné par les vents dominants, les courbes plongeantes du bâtiment, évoquant l'image de dunes de sable jumelles sont une signature du style distinctif de Zaha Hadid, ancré dans la conception paramétrique .



Figure II-33 : « implantation de Bee `ah Headquarter, Sharjah, UAE, www.zaha-hadid.com

<sup>5</sup> Page officiel du groupe Zaha Hadid, [www.zaha-hadid.com/architecture/beeah-headquarters-sharjah-uae/](http://www.zaha-hadid.com/architecture/beeah-headquarters-sharjah-uae/)

« La conception du siège social répond à son environnement comme une série de « dunes » interconnectées orientées et façonnées pour optimiser les conditions climatiques locales. Intégré dans son contexte du désert Al Sajaa de Sharjah, le design fait écho au paysage environnant façonné par les vents dominants dans des dunes de sable concaves et des crêtes qui deviennent convexes lorsqu'elles se croisent. »<sup>6</sup>

### 3.3.2. Plan de mass et volumétrie :

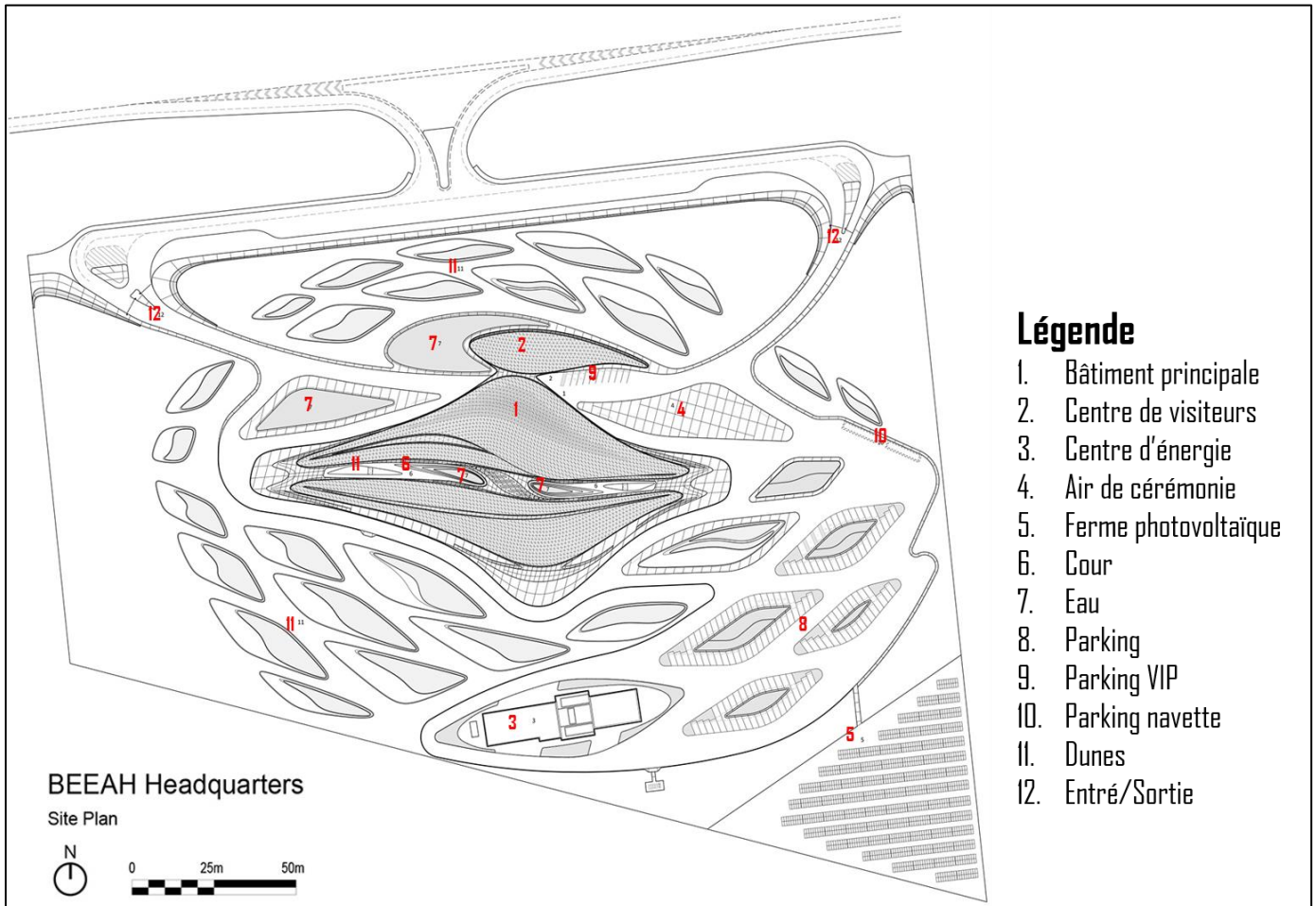


Figure II-34 : « plan de mass de Bee `ah Headquarter, Sharjah, UAE, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com), traité par l'auteur

D'après le plan de mass, on remarque qu'il existe 03 volumes de différentes fonctions ; le bâtiment principale qui est le siège du Bee`ah Headquarter, un centre pour les visiteurs et un centre d'énergie, le projet a été configurée comme une paire de dunes jumelles reliées par une cour centrale

Le projet est situé dans une zone industrielle désertique, ce qui explique le faite qu'il n'existe que l'accès mécanique ainsi que tous le voisinage est industrielle.

Le complexe s'étend sur 9 000 m<sup>2</sup>, mais la surface totale est de 9h ce qui fait que seulement 10% de la surface est bâties, l'aménagement extérieurs est très riche par la présence des jeux d'eau, les dunes, les parkings, la ferme photovoltaïque, et un zone de cérémonie.

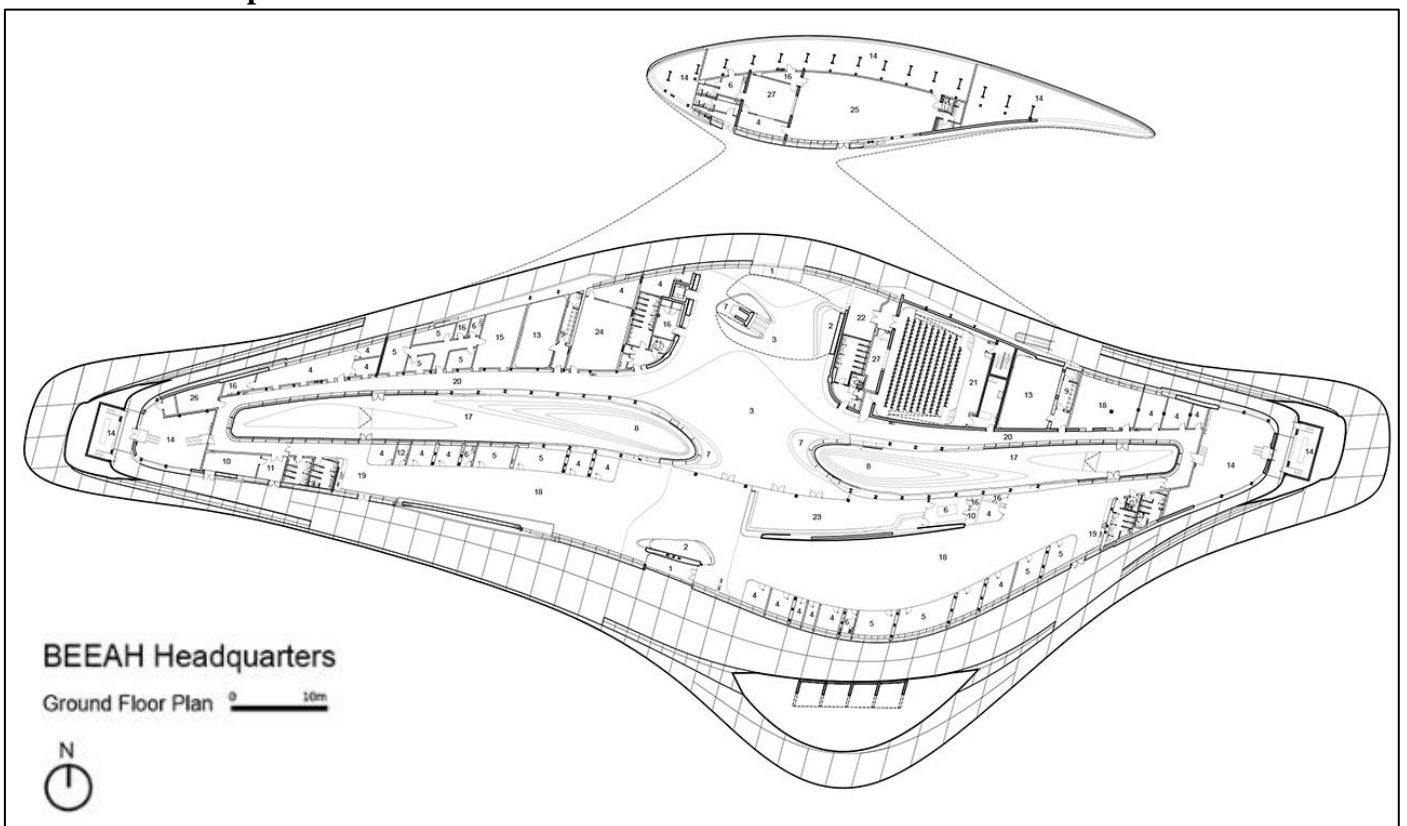
L'entrée se fait par un dôme de 15 mètres de haut, la forme organique aide à créer des cycles de ventilation naturelle tout en modulant l'entrée de la lumière du jour diffusé dans à l'intérieur.

<sup>6</sup> Page officiel du groupe Zaha Hadid, [www.zaha-hadid.com/architecture/beeah-headquarters-sharjah-uae/](http://www.zaha-hadid.com/architecture/beeah-headquarters-sharjah-uae/)



Figure II-35 : « volumétrie de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com).

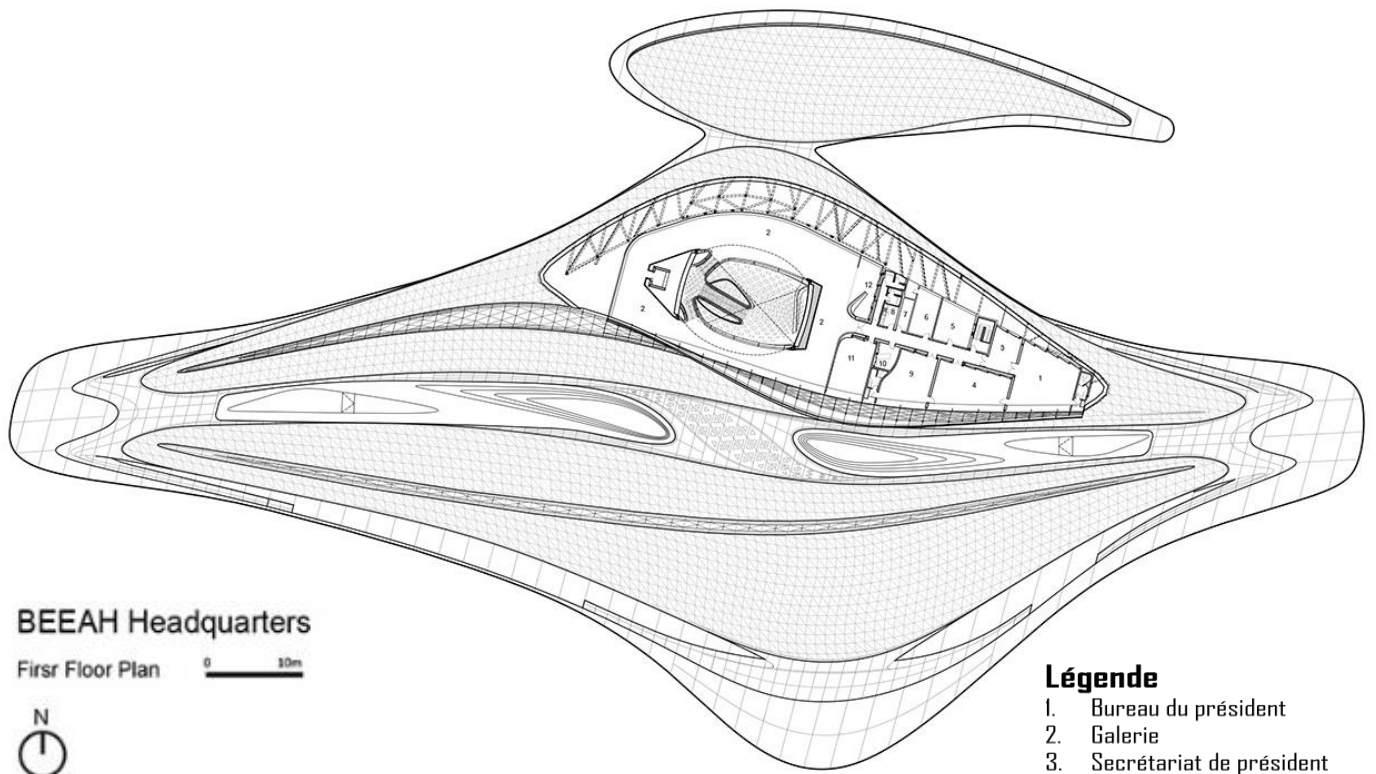
### 3.3.3. Les plans de distributions :



#### Légende

- |                         |                              |                         |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1. Hall d'entrée        | 13. Salle de prière          | 25. Centre de visiteurs |
| 2. Réception            | 14. Local technique          | 26. Annexes             |
| 3. foyer                | 15. Salle de conférence      | 27. Salle de contrôle   |
| 4. Bureau               | 16. Stockage                 |                         |
| 5. Salle de réunion     | 17. Cour                     |                         |
| 6. Magasin              | 18. Bureau du département    |                         |
| 7. Jeux d'eau intérieur | 19. Espace du personnel      |                         |
| 8. Jeux d'eau extérieur | 20. Couloir                  |                         |
| 9. Salle d'ablution     | 21. Auditorium               |                         |
| 10. Salle de recyclage  | 22. Foyer de l'auditorium    |                         |
| 11. Livraison           | 23. Cafétéria                |                         |
| 12. Entré/Sortie        | 24. Laboratoire de recherche |                         |

Figure II-36 : « plan du RDC de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com).



### BEEAH Headquarters

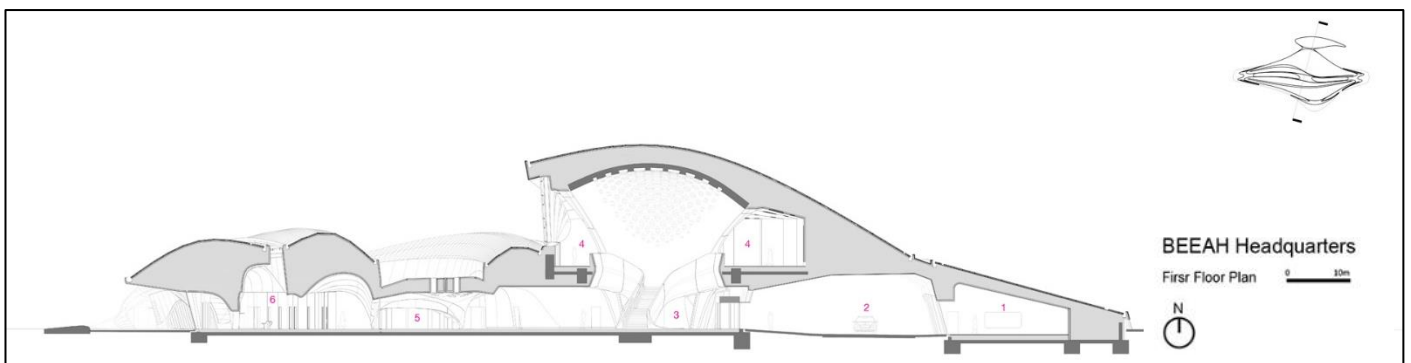
First Floor Plan 0 10m



### Légende

1. Bureau du président
2. Galerie
3. Secrétariat de président
4. Majlis
5. Bureau du directeur
6. Bureaux
7. Salle d'impression
8. Garde manger
9. Bureau du PDG
10. Secrétariat du PDG
11. Salle de réunion
12. Accueil de la direction

Figure II-37 : « plan du 1<sup>er</sup> étage de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com).



### BEEAH Headquarters

First Floor Plan 0 10m



### Légende

1. Centre de visiteurs
2. dépôts
3. Foyer et réception
4. Galerie
5. Salon
6. Bureaux départementales

Figure II-38 : « Coupe C-C de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com).

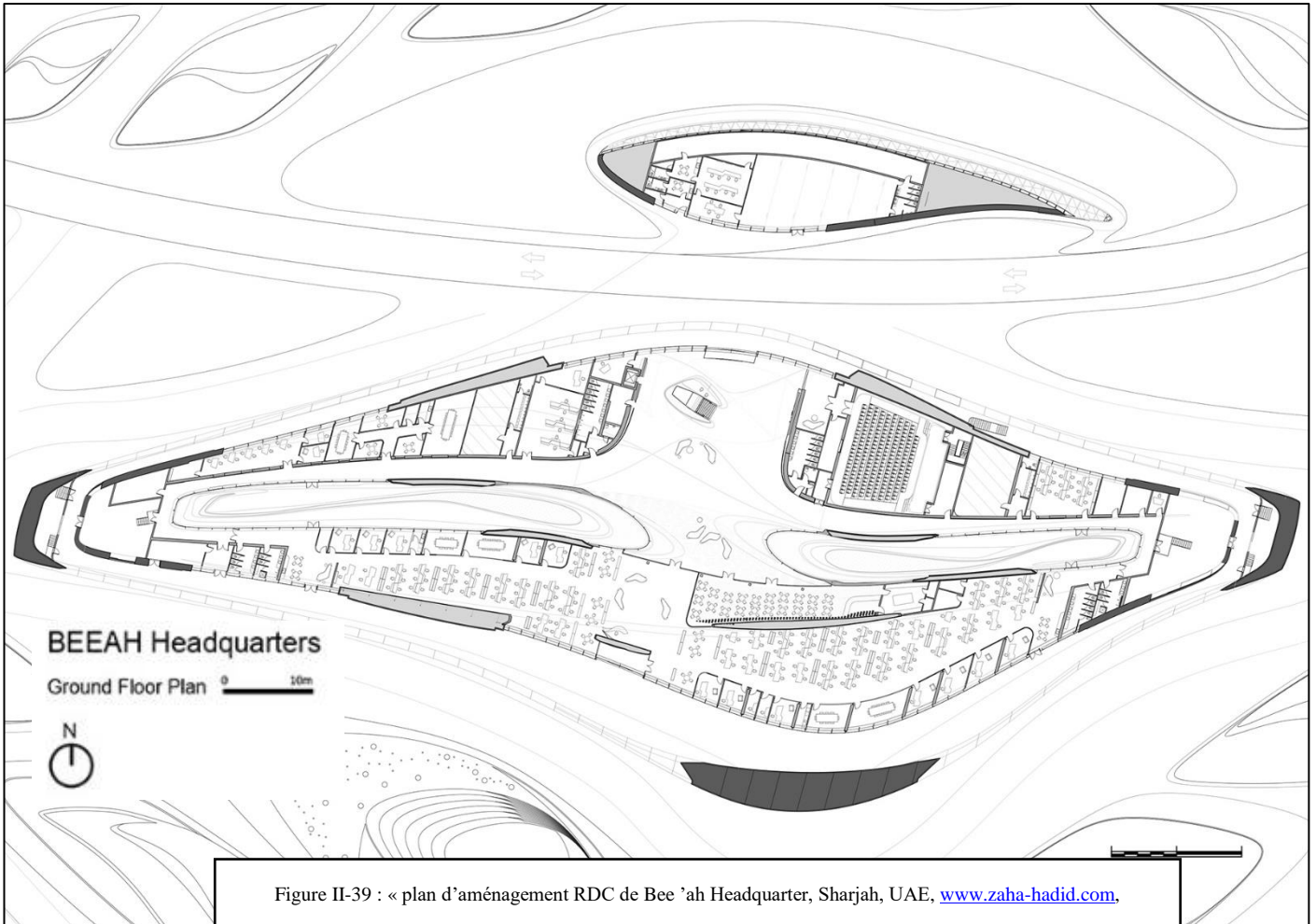


Figure II-39 : « plan d'aménagement RDC de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com).

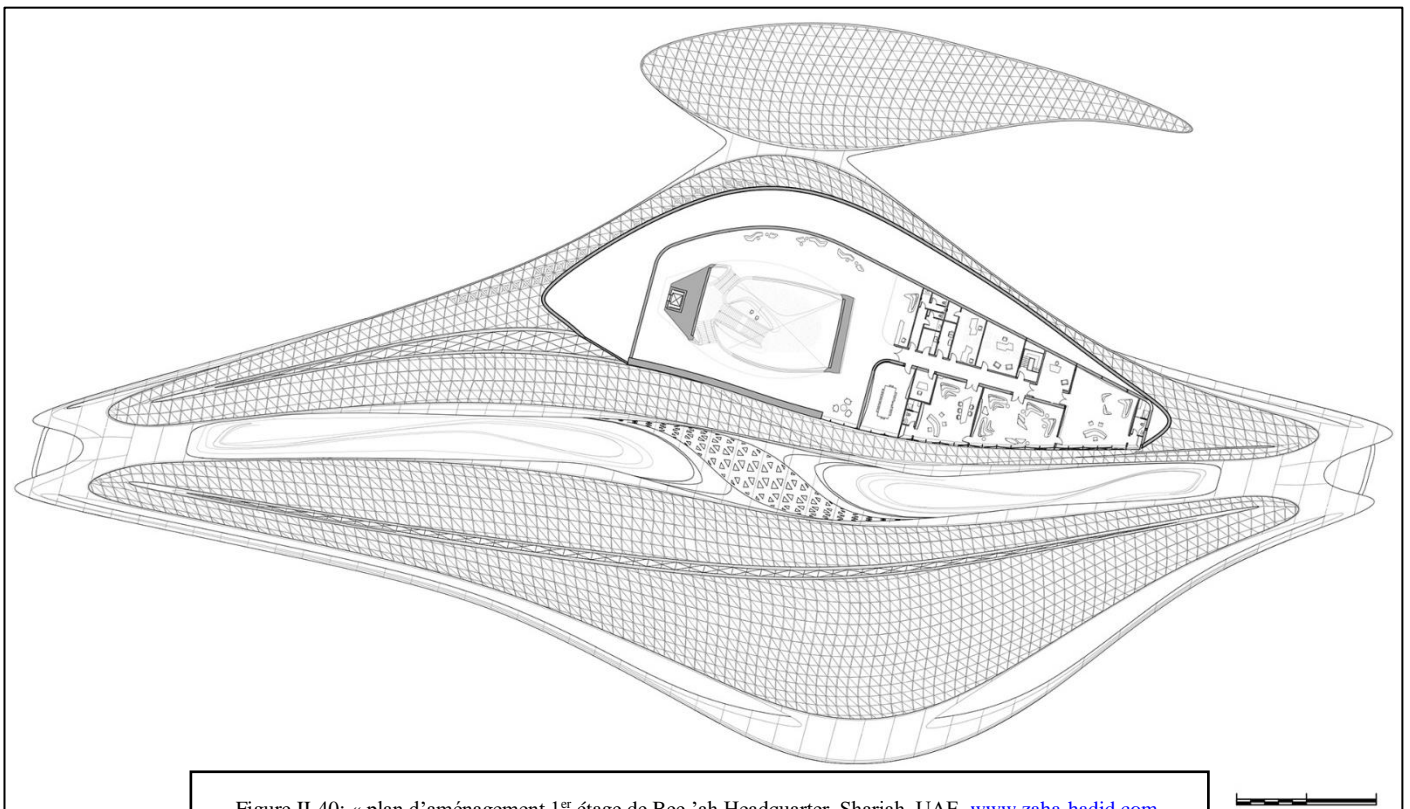


Figure II-40: « plan d'aménagement 1<sup>er</sup> étage de Bee 'ah Headquarter, Sharjah, UAE, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com).

### 3.3.3. Analyse :

Le siège social de Bee'ah se présente par deux blocs séparés par une cours centrale, le centre de visiteurs et le bâtiment principale. Le centre de visiteurs en RDC est dédié au public qui s'intéresse à la société tandis que le bâtiment principal occupe la gestion.

Les services publics et de gestion sont hébergés dans les deux dunes principales, le long d'une zone administrative qui relie une paire de cours séparées par un foyer au cœur du développement. Selon Zaha Hadid, «Cela définit une oasis dans le bâtiment qui fait une partie intégrante de sa stratégie de ventilation naturelle » Prolongeant le langage de conception fluide de l'extérieur du bâtiment vers l'intérieur, un escalier sculptural se trouve au centre du plan, avec des marches ondulantes qui descendent en cascade depuis l'étage supérieur.



Figure II-41 : « hall d'entrée, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com),



Figure II-42 : « escalier et galerie, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com),

L'intérieur n'est qu'une extension du langage de conception fluide de l'extérieur, les parcours sans contact, l'éclairage intelligent automatisé et les systèmes de gestion de la température font tous partie intégrante de l'expérience utilisateur de pointe, Les bureaux à aire ouverte sont répartis dans le développement et les bureaux de la haute direction de l'entreprise sont situés au premier étage.

Le siège social du groupe Bee'ah comprend également un centre de visiteurs immersif, des salles de réunion intelligentes et un auditorium, en plus d'espaces de bureaux décloisonnés. Des parcours sans contact, des systèmes intelligents automatisés de gestion de l'éclairage et de la température, l'auditorium a également été aménagé dans l'aménagement fonctionnel.



Figure II-43 : « escalier sculptural, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com),



Figure II-44 : réception et bureaux, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com),



Figure II-45 : auditorium, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com),



Figure II-46 : réception 1<sup>er</sup> étage, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com).



Figure II-47 : cour, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com).

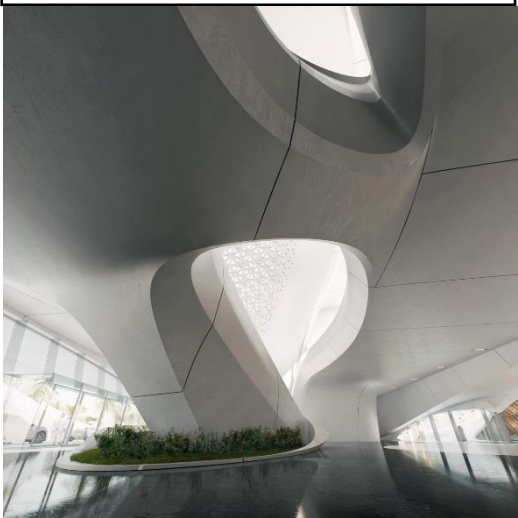
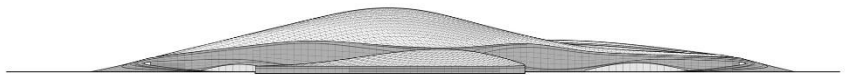


Figure II-49 : galerie, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com).

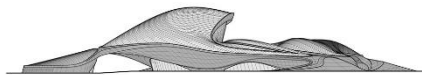
Le premier étage abrite des bureaux pour la haute direction de l'organisation, ainsi qu'un espace galerie, une salle du conseil, un garde-manger et un *majlis* (salle de réunion).

Le dôme de 15 mètres de haut sert à améliorer la ventilation naturelle et permet à la lumière du jour passive d'entrer dans le bâtiment.

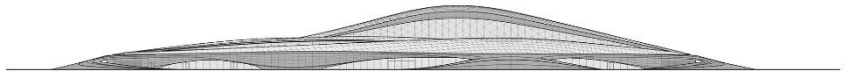
Au-delà d'une façade paysagée, avec des poches de dunes entrecoupées autour d'une place ouverte avec des pièces d'eau, la masse sinuose de la conception de la façade dévie et se tord autour des espaces, pour fournir aux zones intérieures une lumière du jour abondante tout en limitant la surface des sections vitrées exposées au soleil, la forme organique aide à créer des cycles de ventilation naturelle tout en modulant l'entrée de la lumière du jour à l'intérieur.



BEEAH Headquarters  
North Elevation



BEEAH Headquarters  
West Elevation



BEEAH Headquarters  
South Elevation



BEEAH Headquarters  
East Elevation

Figure II-48 : les façades, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com),

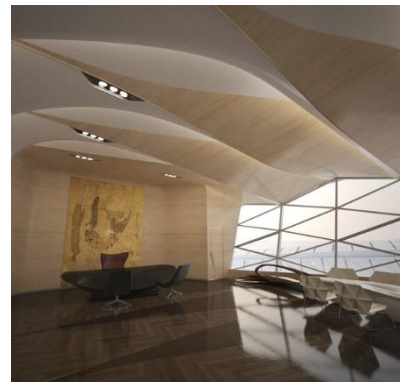
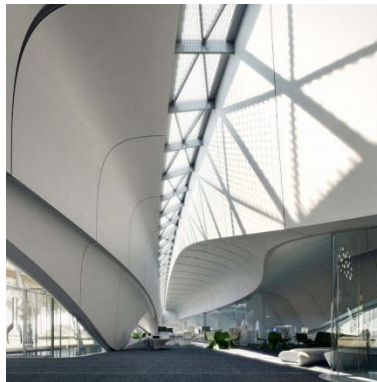


Figure II-50 : diffusion de la lumière, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com),

## II. CHAPITRE ANALYTIQUE



Figure II-51: les ambiances extérieurs, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com)

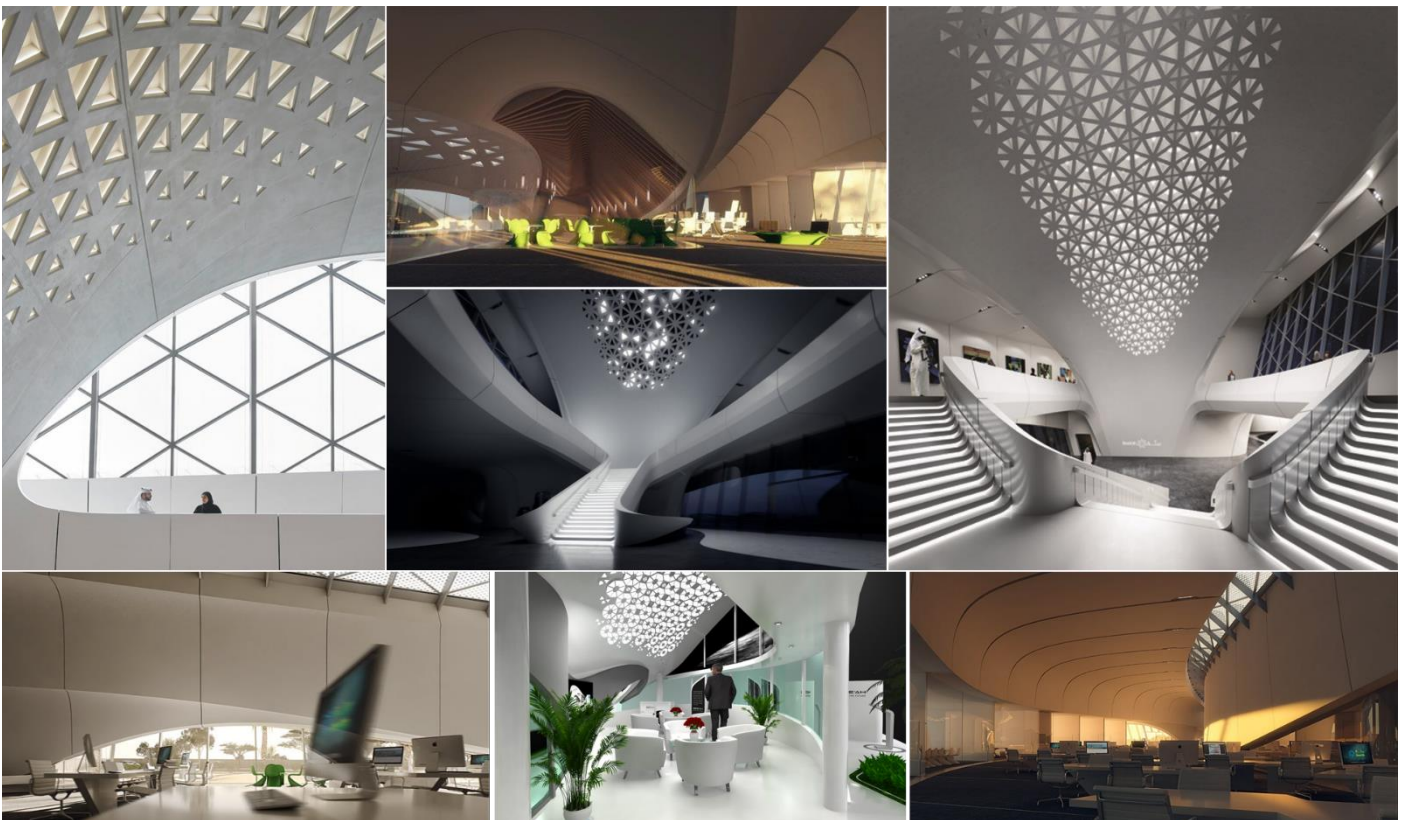


Figure II-52: les ambiances intérieure, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com)

### 3.4. Aspect de durabilité :

La société Bee'ah repose sur deux piliers, la durabilité et numérisation, le siège de la Bee'ah conçu par Zaha Hadid à Sharjah en Emirat manifeste ces deux piliers en commençant par l'intégration parfaite du projet dans contexte en s'inspirant des dunes deux sables, il s'implante dans un milieu désertique en harmonie avec la nature.

L'entreprise a décrit le comme une incarnation de la stratégie à deux piliers du groupe BEEAH en matière de durabilité et de numérisation, que l'organisation applique dans les domaines de la gestion et du recyclage des déchets, de l'énergie propre, du conseil en environnement, de l'éducation et de la mobilité verte.

« Le siège social de Bee'ah est axé sur la durabilité avec un pourcentage élevé de matériaux achetés localement et est équipé de technologies prêtes pour l'avenir pour permettre des opérations conformes aux normes **LEED Platinum** avec des émissions nettes nulles et une consommation d'énergie minimale. »<sup>7</sup>



Figure II-53 : implantation harmonieuse du projet, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com)

On peut relever les dispositifs de durabilités utilisés dans ce projet comme suit :

- **L'implantation** parfaite du projet dans son milieu de désert.
- Conçu comme une paire de dunes jumelles, **les formes** sinueuses qui se fondent dans le paysage désertique et qui s'intègrent avec le contexte à l'intérieur et l'extérieur.
- **Une orientation vers le nord** pour bénéficier d'une grande quantité d'éclairage naturelle passive et se protéger du soleil.
- Une **conception paramétrique** équipée pour fonctionner avec la norme LEED Platinum.
- La masse sinueuse de la **conception de la façade** dévie et se tord autour des espaces, pour fournir aux zones intérieures une lumière du jour abondante tout en limitant la surface des sections vitrées exposées au soleil.
- La présence des **jeux d'eau** ainsi que les **oasis** à l'intérieur et à l'extérieur jouent un rôle important pour la **ventilation** et le **refroidissement**.
- **Des panneaux de fibre de verre renforcés** disposés selon un motif en losange tessellé habillent l'extérieur du bâtiment et aident à **minimiser les gains solaires**, en combinaison avec des mécanismes de **refroidissement de dalle et de verre** qui régulent les températures intérieures dans le climat désertique rigoureux de Sharjah.
- **La forme organique** du dôme d'entrée de 15m aide à créer des cycles de ventilation naturelle.
- Présences de systèmes **intelligents** automatisés de gestion de l'éclairage et de la température.
- **Une ferme solaire** « des panneaux photovoltaïques » qui charge les batteries Tesla pour les besoins énergétiques.
- un pourcentage élevé de **matériaux de construction achetés localement** et utilisés dans la construction, des cellules photovoltaïques couplées à un système de batterie de secours de 1890 kWh par **Tesla**
- Des technologies d'économie d'énergie et d'eau et de recyclage

- **aménagement paysager durable**, qui comprend des étangs d'eau et des palmeraies, soigneusement positionnés pour fournir de l'**ombre**, du refroidissement et une protection contre les tempêtes de sable.
- **La façade** du bâtiment est fonctionnelle et peut être **ouverte** pendant les mois les plus doux pour permettre une ventilation naturelle et minimiser le refroidissement artificiel.
- Un éclairage naturel avec un chauffage passif et refroidissement.

Le nouveau siège social de Bee'ah est la principale société de gestion environnementale des Émirats arabes unis et vise à devenir l'un des plus durables au monde. La consommation d'énergie nette nulle et la certification LEED Platine seront obtenues grâce aux solutions techniques et de conception dont on vient de citer.

Le mécanisme du bâtiment a été conçu pour utiliser 100% de sources d'énergie renouvelables vertes pour s'alimenter et garantir que la quantité maximale de matériaux recyclés récupérés à partir des déchets générés est utilisée dans sa construction.

Poursuivant la conviction de réduire la consommation d'énergie, l'électricité nécessaire au fonctionnement du siège social devrait être générée par des sources à faible et à zéro carbone, principalement à partir de la conversion des déchets municipaux en énergie par le centre de gestion des déchets adjacent, ainsi que de vastes réseaux de cellules photovoltaïques.

Pendant les mois les plus doux, la façade peut être ouverte pour permettre une ventilation naturelle, pour le reste de l'année, les finitions extérieures du bâtiment ont été sélectionnées pour refléter les rayons du soleil, ce qui contribue à réduire la consommation d'énergie en fournissant un profil de chaleur local qui s'apparente au désert naturel. Ces approches d'énergie active et passive sont calculées pour réduire la consommation d'énergie de 30 %.

### 3.5. Conclusion :

Bee 'ah Headquarter a été conçu en réponse à son contexte naturel pour offrir un confort aux visiteurs comme au personnel, une conception paramétrique informée par son contexte désertique comme une série de deux dunes qui se croisent orientées pour optimiser le climat, réduire la consommation et se basé sur l'autogestion.

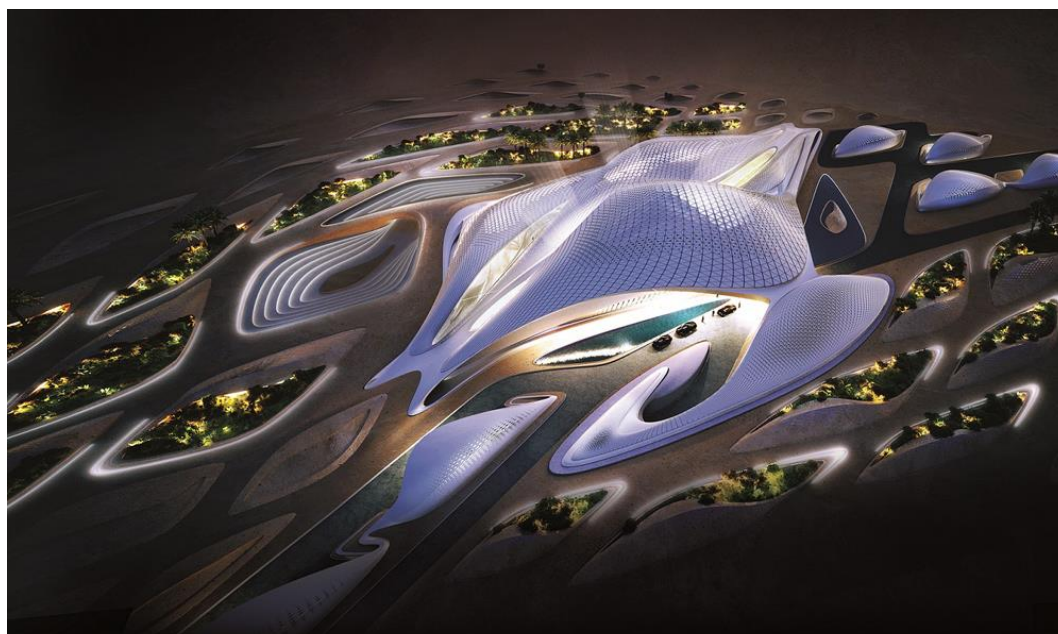


Figure II-54 : ambiance de nuit, Bee'ah Headquarter, [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com)

### **Synthèse du chapitre :**

Après l'analyse de ces trois exemples on peut synthétiser que même si l'Algérie dépend du secteur de pétrole et de gaz, la formation dans le domaine de la soudure pipeline et ses application est en manque par rapport à l'IS « institut de soudure » en France qui s'est beaucoup développé et continue encore dans tous les secteurs d'intervention du domaine.

Le CSZ est un centre qui a besoin de plus d'occupation, sa surface est importante et peut être restauré par de nouvelles techniques de durabilités pour offrir plus confort et moins de consommation énergétique.

Le projet de Bee 'ah Headquarter est une véritable merveille architecturale en terme de forme, de fonction et de durabilité qui vise à devenir l'un des bâtiments les plus durable dans le monde, En plus d'être un exemple de design et d'architecture modernes, il peut être décrit comme un véritable bâtiment « Zaha Hadid », où le design incarne la fonction et laisse le spectateur à bout de souffle.

Avec ces différents exemples, on peut avoir une idée d'inspiration, une organisation fonctionnel et élaborer un bon programme architecturale suivant des dispositifs de durabilités et de nouvelles techniques dans notre projet.

#### **Introduction**

Avant d'entamer toute conception il est primordial de commencer par élaborer un programme à suivre et d'après ce dernier on peut choisir notre site d'intervention et dans ce chapitre on va faire une programmation de notre centre de formation situé à Berriane, on va aussi analyser la ville et son développement pour choisir un site capable d'englober notre programme établis et ses exigences.

Ce chapitre, comme il est indiqué sur son titre est divisé en deux partie, la première est dédié à la programmation architecturale de notre centre de formation, la deuxième est dédié à la ville de Berriane et du site choisi pour réceptionner le projet.

#### **1. Identification du projet**

C'est un centre de formation régional durable de soudure pipeline et ses applications à Berriane, autrement dit ; concevoir un centre qui a pour fonction la formation professionnel, et là on va viser les jeunes qui n'ont pas eu leurs bac afin de s'inscrire dans un domaine qui leurs permet de jouer un rôle dans la société.

Les formations seront spécialisées dans le domaine de la soudure pipeline, qui est un domaine important pour l'Algérie vu que c'est un pays producteur des hydrocarbures et de gaz naturelle, et les applications de contrôle des joints de soudure « CND ».

Destiné à recevoir 250 stagiaires avec 150 places d'hébergements d'une durée qui varie entre 06 et 24 mois, non seulement pour les nouveaux apprentis dans le domaine mais aussi pour remettre à niveau les travailleurs en place avec les nouvelles techniques de soudage et de contrôle non destructif.

La création d'un centre fonctionnel est l'un des objectifs de notre conception, il se compose donc de certaines entité mère tel l'entité pédagogique, le service y compris l'hébergement et l'administration, ainsi que d'autres entités secondaire pour le loisir et le divertissement. Afin de créer un lieu convivial confortable et fonctionnel entre les stagiaires, les visiteurs et le personnel.

#### **2. Le programme architectural :**

La forme et la fonction d'un projet varie selon sa nature et on va essayer de présenter notre programme élaborer avec toutes ses recommandations, ce dernier doit être la concrétisation du produit finale qui répond aux exigences qualitatifs et quantitatifs.

##### **2.1. Le programme initial :**

L'objectif de la conception est de créer des espaces dynamiques, une assurant un certain confort, fonctionnel, visuel et opérationnel ; voir :

##### **➤ Administration :**

Qui est l'espace réservé pour accueillir et réceptionner les stagiaires, les invités et le personnel il occupe aussi la haute direction, on y trouve le hall d'accueil, la salle d'attente et les bureaux de la direction.

##### **➤ L'entité pédagogique :**

C'est la plus essentielle dans notre projet, comme le centre propose deux types de formations différentes à noter le soudage et ses 5 procédés ainsi que la tuyauterie qui sont en grande partie des formations de pratique et le contrôle non destructif « CND » avec ses 4 procédés « ressuage, ultrason, magnétoscopie, radiographie » qui sont des formations de théories.

Cette entité englobe les salles de cours réservées pour les CND, ainsi que leurs laboratoires de pratiques, le « blockhaus » pour la radiographie avec toutes ses exigences.

### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

Les ateliers de soudures doivent être séparés de la partie réservée pour la théorie, afin d'assurer un confort acoustique, les salles de théories réservées pour le soudage et ses procédés sont situées à l'intérieur des ateliers ainsi que les bureaux des responsables et des salles pour les enseignants.

Il est aussi indispensable de penser à un auditorium qui rassemble tous les stagiaires et les invités pour gérer les conférences et présenter les nouvelles techniques.

#### ➤ Entité de service :

Un projet régional doit comprendre un restaurant collectif, des cafétérias, des lieux de détente à l'intérieur et à l'extérieur, un foyer et des magasins mais aussi on aura besoin de plusieurs locaux techniques.

#### ➤ Entité d'hébergement :

Nous avons déjà cité qu'on a l'attention d'héberger 150 stagiaires, le centre doit assurer non seulement de l'hébergement pour les stagiaires mais aussi pour certains membres de responsables et des invités particuliers.

#### ➤ Entité de loisir :

Nous avons pensé à créer plus de détente par la présence des salles de sport, une piscine, un terrain de basketball.

On peut résumer la répartition des différents espaces dans le tableau suivant :

Administration	Entité pédagogique	Entité de services	Entité d'hébergement	Entité de loisir	Annexes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hall d'accueil</li> <li>• Réception</li> <li>• Bureaux</li> <li>• Salle de réunion</li> <li>• Bureau du directeur</li> <li>• Secrétariat</li> <li>• Salle de conférence</li> <li>• Cafétéria</li> <li>• Salon VIP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hall d'accueil</li> <li>• Salle de cours</li> <li>• Laboratoire de CND</li> <li>• Blockhaus Radiographie</li> <li>• Ateliers de soudage</li> <li>• Auditorium</li> <li>• Bibliothèque</li> <li>• Médiathèque</li> <li>• Bureaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hall d'accueil</li> <li>• Restaurant</li> <li>• Foyer</li> <li>• Cuisines</li> <li>• Chambre froide</li> <li>• Cafétéria</li> <li>• Ateliers mécanique</li> <li>• Infirmerie</li> <li>• Locale technique</li> <li>• Locale d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hall d'accueil</li> <li>• Réception</li> <li>• Hébergement Homme/femme</li> <li>• Appartements des responsables</li> <li>• Hébergement pour agents de garde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hall d'accueil</li> <li>• Réception</li> <li>• Piscine</li> <li>• Salle de basket</li> <li>• Salle de gym</li> <li>• Bestiaire</li> <li>• Magasins</li> <li>• Bureaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferme PV</li> <li>• Centre d'énergie</li> <li>• Parking</li> <li>• Salles de prières</li> <li>• Quais de contrôles</li> </ul>

Tableau III-1 : répartition des espaces selon l'activité « programme initiale du projet », source « auteur »

Ceci n'est que le programme initial du projet, il nous permet d'organiser les espaces afin d'atteindre nos objectifs fonctionnels. Ces espaces ont certaines exigences qualitatives tel que le blockhaus ou les ateliers de soudures afin d'assurer tous types de confort.

#### 2.2. Le programme qualitatif :

On va essayer de présenter certains espaces particulier selon la nature de notre projet à commencer par :

- **L'entrée principale du projet** : marquée par sa grandeur et sa hauteur, elle doit faire référence à des éléments contextuels ou bien elle peut être liée à l'idée d'inspiration ou bien au thème «Symbolique »
- **Le hall d'accueil** : c'est le point de coordination et de distribution de tous les espaces qui l'entoure, surplombé par un atrium avec une présence d'escalier magistrale tel que l'exemple du siège social de **Bee 'ah**.

Cet espace a besoin d'une grande quantité de lumière naturelle et une bonne ventilation, les taches solaires peuvent être employées afin de créer des ambiances lumineuses, la présence de l'eau et de la végétation sont des systèmes passifs de refroidissement dans les zones arides.

- **L'entité pédagogique** : c'est un ensemble d'espaces qui offre différentes formation, il existe une différence entre les salles de cours, les laboratoires, les ateliers, la bibliothèque et l'auditorium. Chaque espace a ses propres exigences, à commencer par :

- **Les salles cours** : d'après l'analyse l'école de soudure d'Arzew et le Neufert, des salles plus profondes que large de  $75 \text{ m}^2$  sont aménagés pour recevoir 20 stagiaire d'un ratio d'environ  $4 \text{ m}^2$ , on favorise la lumière du jour par une orientation vers le nord et de grand ouverture vitrées.

Tous types de confort doit être assurer tel que :

- Le niveau acoustique : 40 dB
- Le débit d'air :  $18 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{pers}$
- Confort thermique  $21^\circ$  à  $26^\circ \text{ C}$

- **Les laboratoires :**

On y trouve la salle de cours, les lieux de travail, la chambre noire pour le développement ainsi des éviers de nettoyages, lors de l'analyse du seul exemple que nous avons on remarque que le traitement du sol est ignifuge « anti incendie », les espaces doivent être aérer et éclairer mais aussi afin de rendre la pratique agréable on doit assurer le confort thermique de  $22^\circ \text{ C}$ .

- **Les laboratoires de radiographie :**

C'est l'endroit le plus dangereux, la présence de la source nucléaire présente plusieurs risque pour les usagers, un mur en béton armé de 90cm est requis avec une entré en labyrinthe, aucune source de lumière naturelle n'est présent à l'intérieurs, le seule type d'éclairage accepté est l'éclairage artificiel et un taux d'humidité faible.

On a aussi besoin de chambres noirs pour le développement des films sans lumière naturel.



Figure III-1 : Dubai Frame, source : archdaily



Figure III-2 : hall d'entrée du siège Bee'ah, source : Zahahadid.com



Figure III-2 : laboratoire de radiographie, www.scifrancesa.fr

#### ➤ Les Ateliers :

Les ateliers de soudures sont destinés à proposer les cinq procédés de soudure « manuelle avec l'arc enrobé et le GMAW, semi-automatique avec le MIG-MAG, et automatique SAW » ainsi que la tuyauterie, le soudage manuel et le soudage automatique utilise de l'électricité, les niches ou bien les boxes sont centralisée sur une table de travail, chaque niche est équipée d'un aspirateur de fumé.

Le soudage semi-auto est à base de gaz inerte, on doit prévoir un emplacement pour les kits de gaz et une bonne ventilation.

La source d'éclairage favorable est la lumière du jour, les taches solaire désorientent le soudeur on doit donc s'orienter vers le nord.

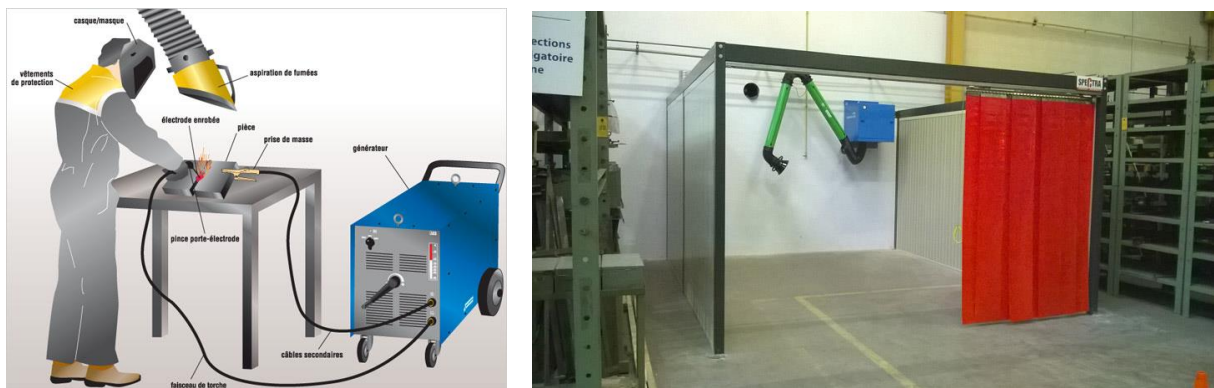


Figure III-3 : box de soudure et captage de fumé, source : SPECTRA

La double hauteur est requise pour assurer une bonne ventilation, afin de minimiser les bruits sonores de la soudure, l'entreprise CEPRO1 nous propose « des parois insonorisées permettent de séparer un atelier de manière à isoler la source du bruit du reste du périmètre et ainsi de réduire le niveau sonore. Les matériaux formant nos parois réduisent et absorbent le bruit, le système Sonic n'est pas seulement un abri insonorisant (pour la source sonore) mais un formidable réducteur de nuisances sonores pour le reste du périmètre. »<sup>2</sup>



Figure III-4 : cabine de soudure CEPRO SONIC, source CEPRO

#### CEPRO Parois Sonic classique :

- Hauteur 2.012 mm
- Largeur 1.012 ou 512 mm
- Epaisseur 50mm
- Garde au sol compris de  $\pm 180$  mm
- Finition vert mat RAL 6011

<sup>1</sup> Une entreprise spécialisée pour la mise en place des zones de soudage

<sup>2</sup> Page officiel de l'entreprise CEPRO, [www.cepro.eu](http://www.cepro.eu)



### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

#### ➤ Bibliothèque :

Ce n'est pas l'espace le plus essentiel du projet, les stagiaires en CND sont les usagers principaux de cet espace, placé à proximité des salles de cours, la bibliothèque a besoin de lumière du jour et d'une bonne isolation phonique pour un meilleur usage. 500 à 700 lux, 21 à 26°C,

Le reste des entités n'est que la complémentarité de l'entité la plus importante du projet et en plus particulier les salles d'ateliers et les laboratoires de pratique pour les CND.

#### 2.3. Le programme quantitatif :

Afin d'atteindre nos objectifs, on a élaboré un programme qui nous permet d'avoir un fonctionnement opérationnel et durable comme suit :

Entité	Espace	Surface en m <sup>2</sup>	Nombre	Totale
Accueil	Hall d'accueil	150	1	150
	Accueil et réception	100	1	100
	Bloc Sanitaire	50	1	50
	Circulation	20%		60
	<b>Totale : 360m<sup>2</sup></b>			
Administration	Hall d'accueil	220	1	220
	Accueil et réception	80	1	80
	Office open space	100	1	100
	Bureau	25 à 30	8	240
	Salle de formateurs	35	2	70
	Surveillance	25	1	25
	Secrétariat	30	1	25
	Bureau directeur	100	1	100
	Salon	45	1	45
	Salle de réunion	120	2	240
	Salle de projection	250	1	250
	Cafeteria	80	1	80
	Salle de prière	60	1	60
	Bloc sanitaire	30	5	150
	Salle d'entretien	20	1	20
	Circulation	20%		350
<b>Totale : 2100m<sup>2</sup></b>				
Pédagogique	Hall d'accueil	150	4	600
	Salles de cours	100	14	1400
	Salle de formateurs	70	3	210
	Salle de réunion	150	1	150
	Bureaux	30	5	150
	Ateliers	150-200	9	1700
	Laboratoires	200	4	800
	Chambre noir	50-100	3	200
	Auditorium	450	1	450
	Bibliothèque	250	1	250
	Médiathèque	250	1	250
	Salon	45	4	180
	Cafeteria	70	2	140

### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

	Salle de prière	70	3	210
Pédagogique	Magasin	180	2	360
	Niche à gaz	250	1	250
	Vestiaires	120	4	480
	Sanitaire	25	10	250
	Infirmierie	100	1	100
	Locale d'entretien	30	1	30
	Locale technique	180	1	180
	Circulation	20%		
Totale : 10040m <sup>2</sup>				
Hébergement	Hall d'accueil	180	3	540
	Réception	65	3	195
	Bureau	30	4	120
	Chambre concierge	30	3	90
	Magasin	90	3	180
	Infirmierie	50	1	50
	Chambre homme	30	50	1500
	Chambre femme	30	30	900
	Salon	90	2	180
	Salle de prière	100	2	200
	Locale d'entretien	25	2	50
	Blocs sanitaire	50	4	200
	Douches	200	2	400
	Appartements	180	6	1080
Circulation	20%		1137	
Totale : 6822m <sup>2</sup>				
Restauration	Hall d'accueil	200	1	200
	Réception	90	1	90
	Cuisines	250	1	250
	Chambre froide	35	2	70
	Dépôt	50	1	50
	Restaurant	350	1	350
	Salle VIP	100	1	100
	Bar à jus	55	1	55
	Cafétéria	70	1	70
	Bloc sanitaire	25	4	100
	Magasin	70	1	70
	Circulation	20%		280
Totale : 1685m <sup>2</sup>				
Loisirs	Hall d'accueil	120	1	120
	Réception	55	1	55
	Salle de gym	180	1	180
	Salle de fitness	180	1	180
	Piscines	500 (30x14)	1	500
	Terrain de basket	350 (12x24)	1	350
	Boutique	60	1	60
	Magasin	55	2	110
	Vestiaire H	60	1	60
	Vestiaire F	60	1	60
	Blocs sanitaire	40	2	80

### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

	Salle de prière	55	1	55
	Locale technique	65	1	65
	Locale d'entretien	25	1	25
	Circulation	20%		380
<b>Totale : 2280m<sup>2</sup></b>				
Service	Atelier maintenance	90	1	90
	Atelier mécanique	120	1	120
	Tours de contrôle	200	2	400
	Locale technique	90	1	90
	Lavage	150	1	150
	Stockage énergie	120	1	120
	Dépôt de métal	500	1	500
	circulation	25%		400
	<b>Totale : 2000m<sup>2</sup></b>			
<b>Surface totale : 25287m<sup>2</sup></b>				

Nous avons environ 2,6h, sans compter les espaces de rencontre et de regroupement ainsi que les parkings, la ferme PV doit aussi prendre place au programme ce qui nous mène à 3h plus la création du microclimat.

Dans un projet unique dans son genre, il nous faut comprendre son organisation fonctionnelle afin de choisir notre assiette « site d'intervention » et pour cela l'organigramme suivant a été fait :

#### 2.4. Organigramme fonctionnel :

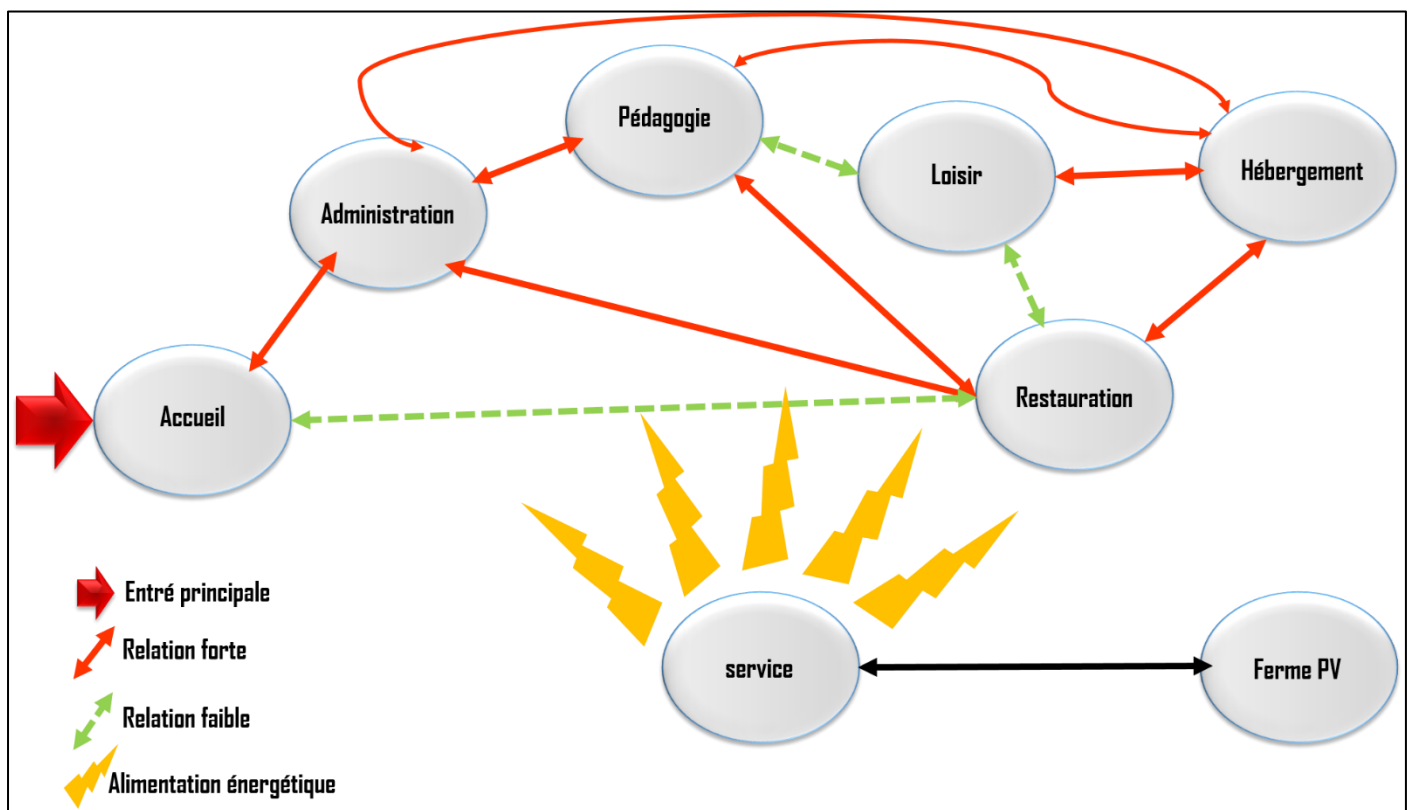


Figure III-7 : organigramme fonctionnel, source : auteur

## 3. La ville de Berriane

Dans cette partie du chapitre on va parler de la ville de Berriane, sa texture urbaine est ancienne et très riche en matière d'urbanisme et de l'architecture, l'analyse de la ville va nous permettre d'avoir une meilleure intégration à notre contexte et bonne organisation spatiale.

Le choix du site est fixé d'après la nature de notre projet et le programme architecturale établis, sans oublier qu'on travaille dans un climat chaud et aride et ce qui va nous permettre de nous positionner par rapport à la ville et avoir une meilleure orientation.

### 3.1. Présentation de la ville de Berriane

Berriane est l'une des 6 Ksour de Ghardaïa, située à 552 km au sud d'Alger, à 45 km au Nord de la ville de Ghardaïa. Par ailleurs il se positionne à 32° 50 de latitude Nord et 3° 49 de longitude Est. Classée patrimoine national en 1998. C'est une zone d'agglomération entourée par des oasis



Figure III-8 : vue sur la ville de Berriane, source : auteur

#### 3.1.1. Situation géographique

Berriane est située au nord de la wilaya de Ghardaïa, à la limite de la wilaya de Laghouat, dans la région du Mzab. Elle est située le long de la route nationale 1 et occupe une position stratégique en reliant les villes du sud algérien à celles du nord.



Figure III-9 : situation de Berriane, source : Google Maps

#### 3.1.2. Accessibilité

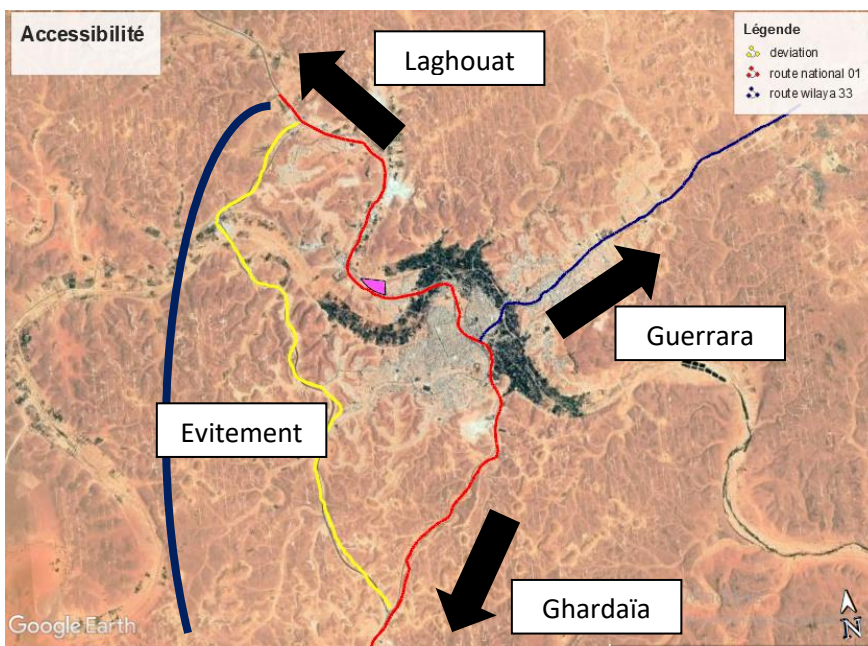


Figure III-10 : accessibilité de Berriane, source : Google Maps, traité par l'auteur

Berriane est située à 45 km au nord de Ghardaïa, à 73 km d'El Guerrara et à 153 km de Laghouat ; elle possède une vaste palmeraie, sur l'oued Ballouh, affluent de l'oued N'sa.

#### 3.2. Aperçu historique :

Le ksar de Berriane matérialise globalement les concepts qui ont présidé à l'édification des Ksour de la vallée du M'Zab, Créé en 1640, Le ksar de Berriane est implanté sur un monticule rocheux isolé avec une superficie totale estimée à 27 ha. Les régions de Ballouh et sidi Mbarek sont caractérisées par la présence de stations de gravures rupestres datées de l'âge préhistorique. Les palmeraies sont irriguées par le barrage oued Ballouh, réalisé en 1947.



Figure III-11 : ville de Berriane, source : Google image

#### 3.2.1. Développement de la ville :

- La période précoloniale :

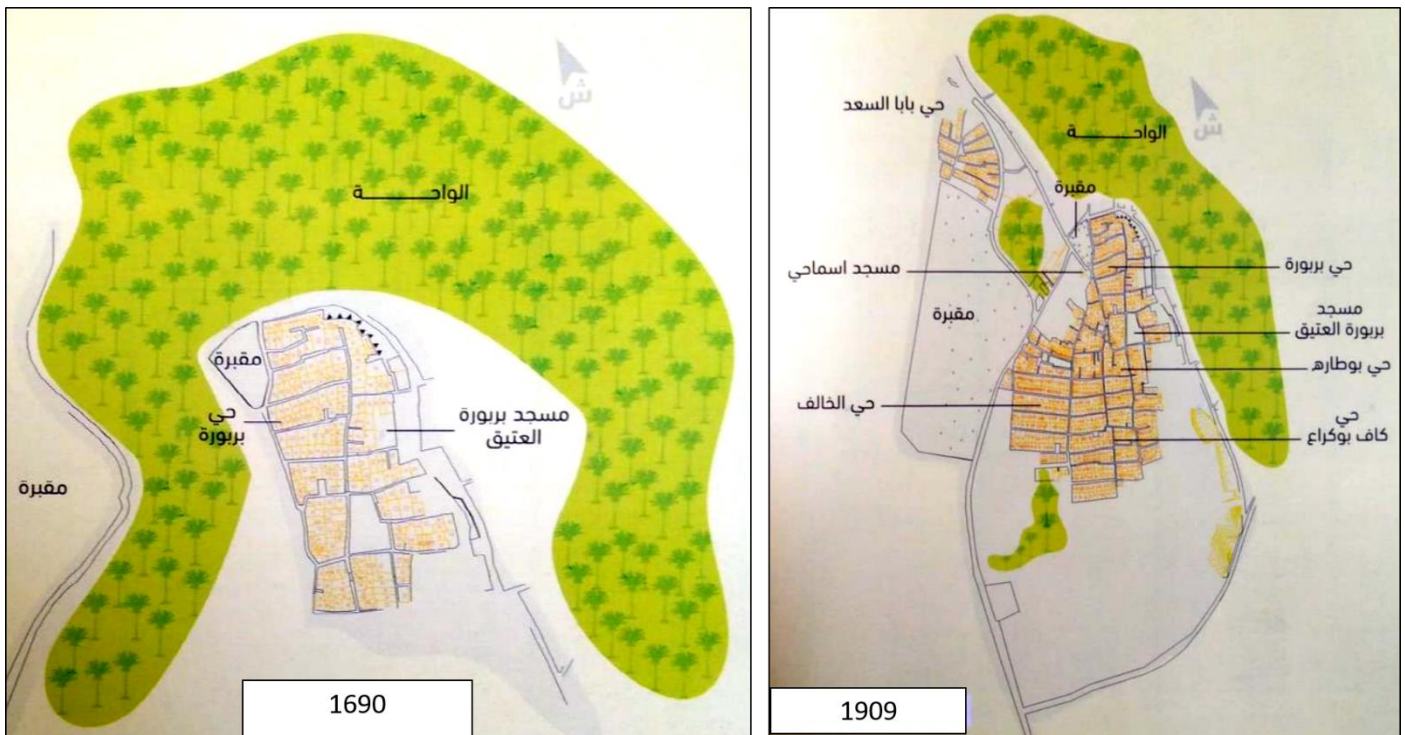


Figure III-12 : ville de Berriane période précoloniale, source : OPVM

Berriane est une zone d'agglomération entourée par des Oasis, on remarque la présence de la trame irrégulière, des habitats, le ksar et un vaste espace d'oasis même si pour des raisons d'étalements une partie de la palmeraie avait été enlevée, avec l'apparition de Beb Essad, Botarah et kef Boukraa ainsi que certaines mosquées.



Figure III-13 : Souk Berriane 1909, source OPVM

### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

• La période coloniale :

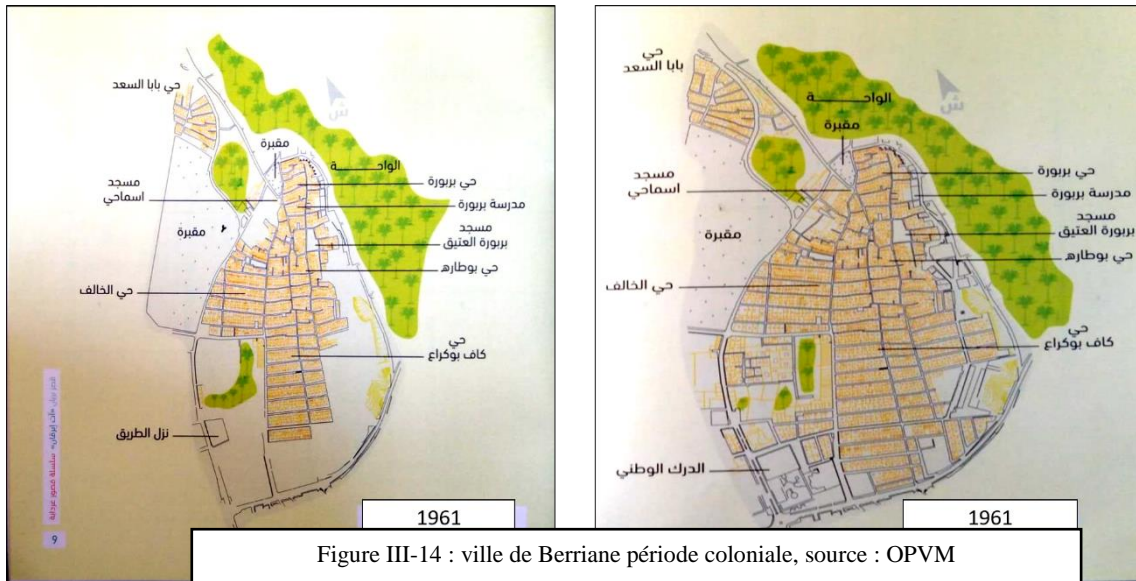


Figure III-14 : ville de Berriane période coloniale, source : OPVM

Certains opération ont été faites pendant cette période tel que :

- Etalement vers le Sud et l’Ouest et rétrécissement de l’oasis pour des raisons de développement démographique ainsi que les servitudes naturelles du côté EST « collines rocheuses »
- Création de poste de gendarmerie
- Création de la RN°01
- Création de la RW°33
- Elargissement des voies et du tissu urbain
- Arrivage des nomades

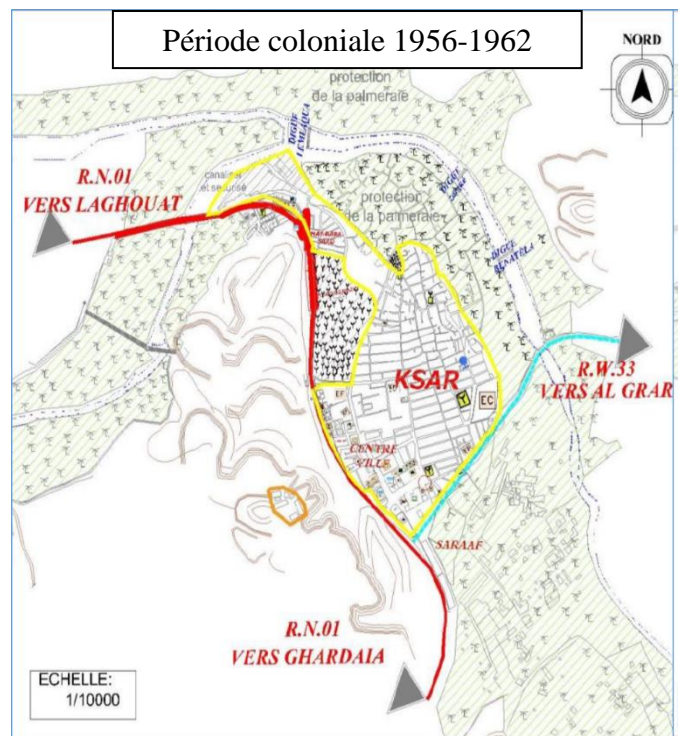


Figure III-15 : ville de Berriane période coloniale, source : OPVM

• La période coloniale :

Cette partie n’a pas vu de grand changement sur le plan urbain et se caractérise seulement par l’indépendance.

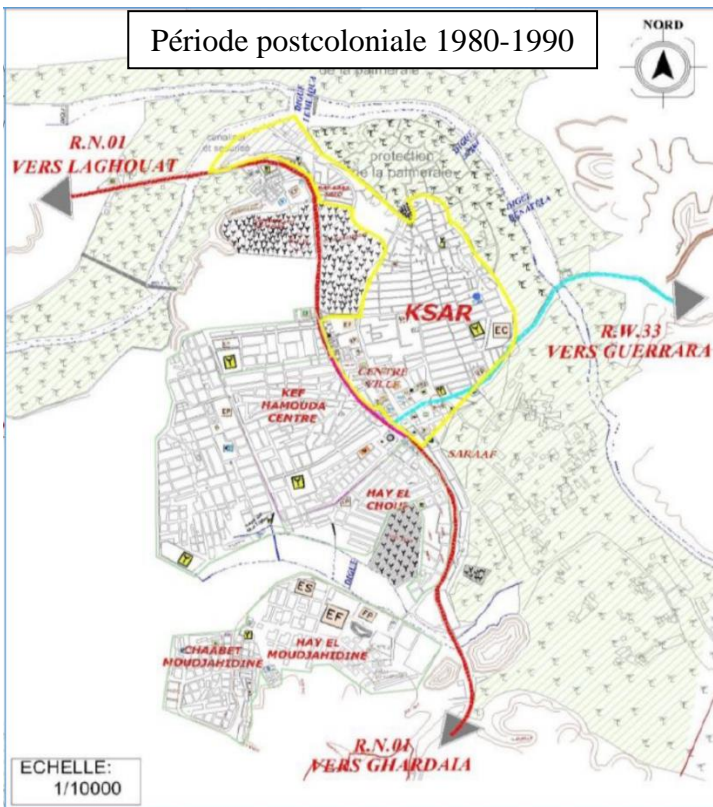


Figure III-16 : ville de Berriane période postcoloniale, source : OPVM

### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

- La période actuelle :

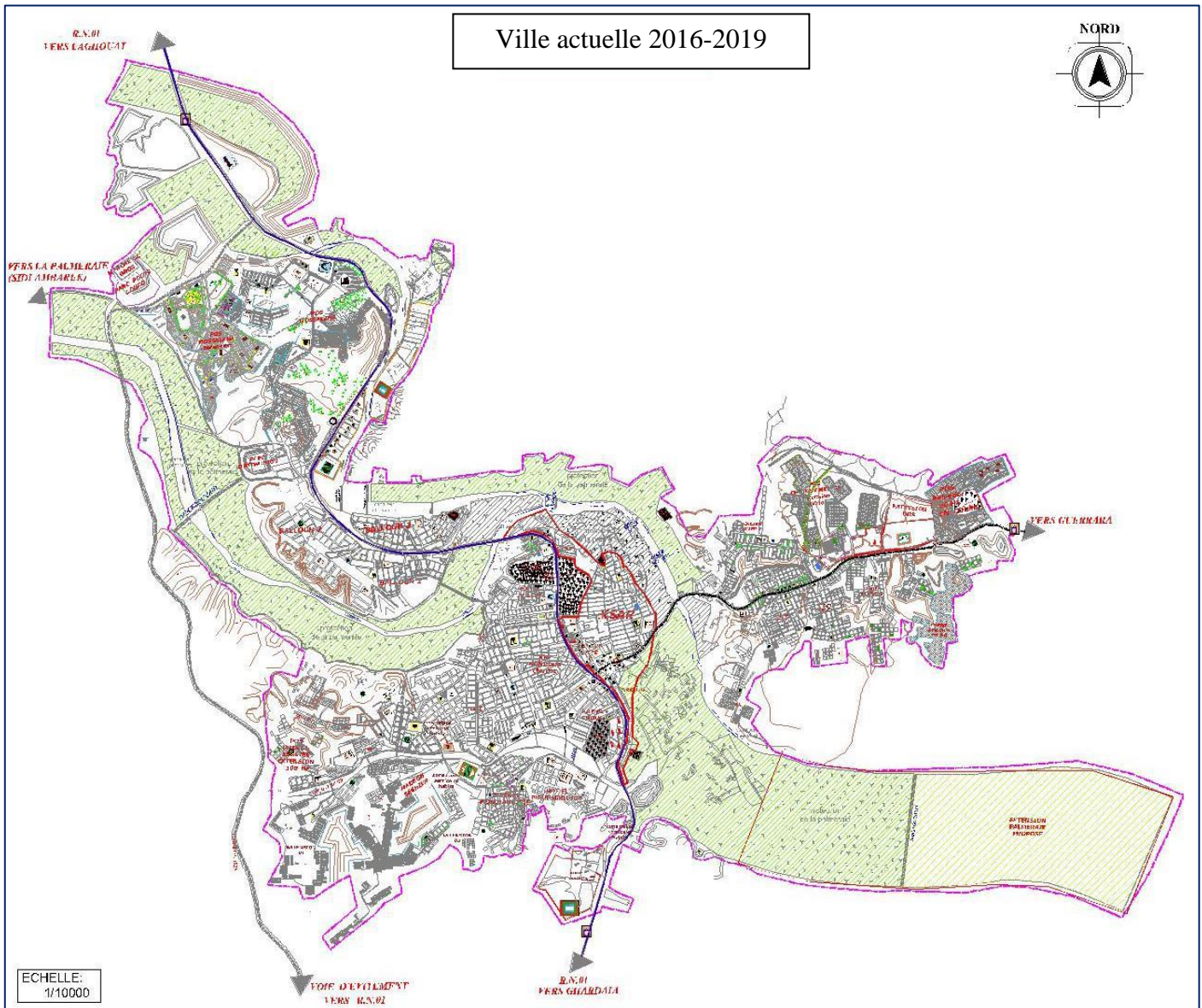


Figure III-17 : ville de Berriane plan actuel, source : OPVM

On va dire que cette période se caractérise par un étalement vers l'Est et l'Ouest et par l'apparition de la route d'évitement ainsi par l'élargissement du tissu urbain et cela est due à aux « événements qui ont eu lieux en 2008 jusqu'à 2014. »

#### 3.3. Climat :

La ville de Berriane, zone retenue dans cette étude, est caractérisée par de longues périodes de surchauffe où l'inconfort est fortement ressenti. L'analyse de la distribution mensuelle de la température et de l'humidité relative de la ville de Berriane indique que la majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort.

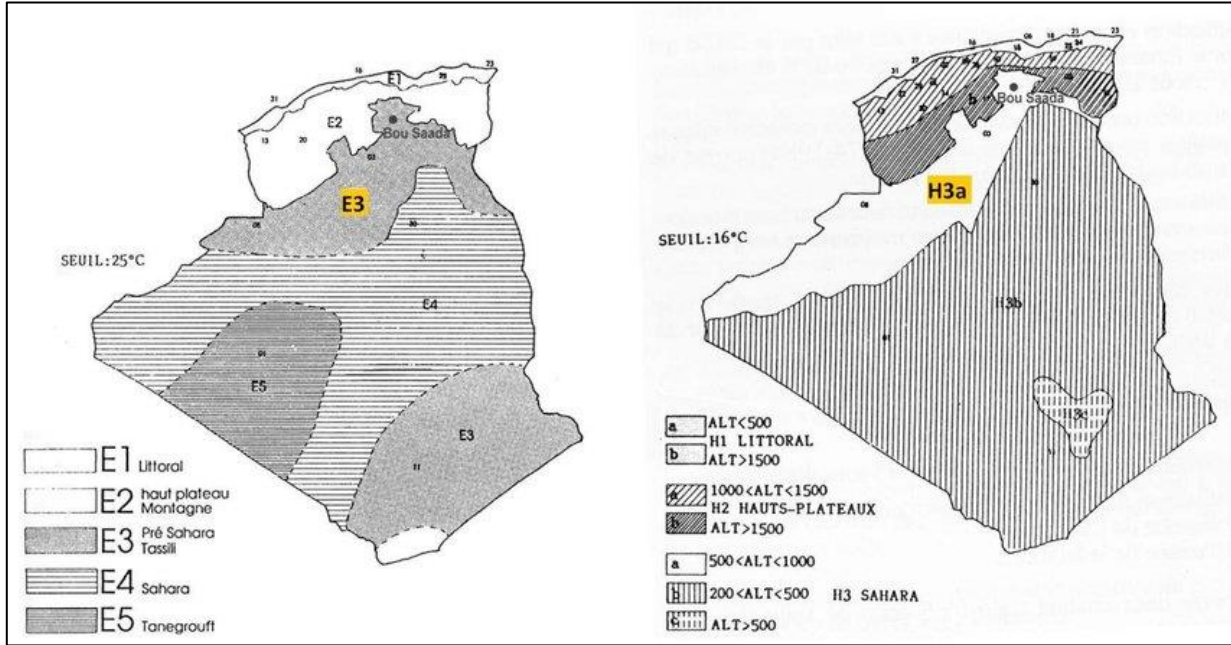


Figure III-18 : Zonage climatique en Algérie, source : [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Plus de 85 % de la surface totale de l'Algérie est caractérisée par un climat chaud et sec, subdivisée en trois zones climatiques d'été (E3, E4 et E5) et une zone climatique d'hiver (divisée à son tour en trois sous zones H3a, H3b et H3c). Toutes ces régions subissent l'influence de l'altitude

- La zone E3 (Présaharien et Tassili), les étés y sont très chauds et très secs,
- La zone E4 du Sahara, correspondant à des étés plus pénibles que ceux d'E3,
- La zone E5 du Tanezrouft est la plus chaude en Algérie,
- La zone H3a (Présaharien), d'altitude comprise entre 500 et 1000 mètres, est caractérisée par des hivers très froids la nuit par rapport au jour,
- La zone H3b (Sahara), d'altitude comprise entre 200 et 500 mètres, les hivers y sont moins froids que ceux de la zone H3a,
- La zone H3c (Hoggar), d'altitude supérieure à 500 mètres, avec des hivers rigoureux Analogues à ceux de la zone H3a, mais qui persistent même durant le jour.

La ville appartient à la zone climatique d'été E3 et celle d'hiver H3a avec deux saisons principales (été et hiver). Avec une forte insolation, dépassant les 3500 h/an, et un intense rayonnement solaire direct qui peut atteindre 800 W/m<sup>2</sup> sur un plan horizontal.

##### 3.3.1. Etude climatique de la ville de Berriane :

Selon le site wetherspark, à Berriane, les étés sont caniculaires, aride et dégagé et les hivers sont frisquets, sec, venteux et dégagé dans l'ensemble. Au cours de l'année, la température varie généralement de 5°C à 39 °C et est rarement inférieure à 2 °C ou supérieure à 43 °C. L'analyser du climat de Berriane est basé sur les informations fournis d'après le site Wetherspark en 2022.

- **Température :**

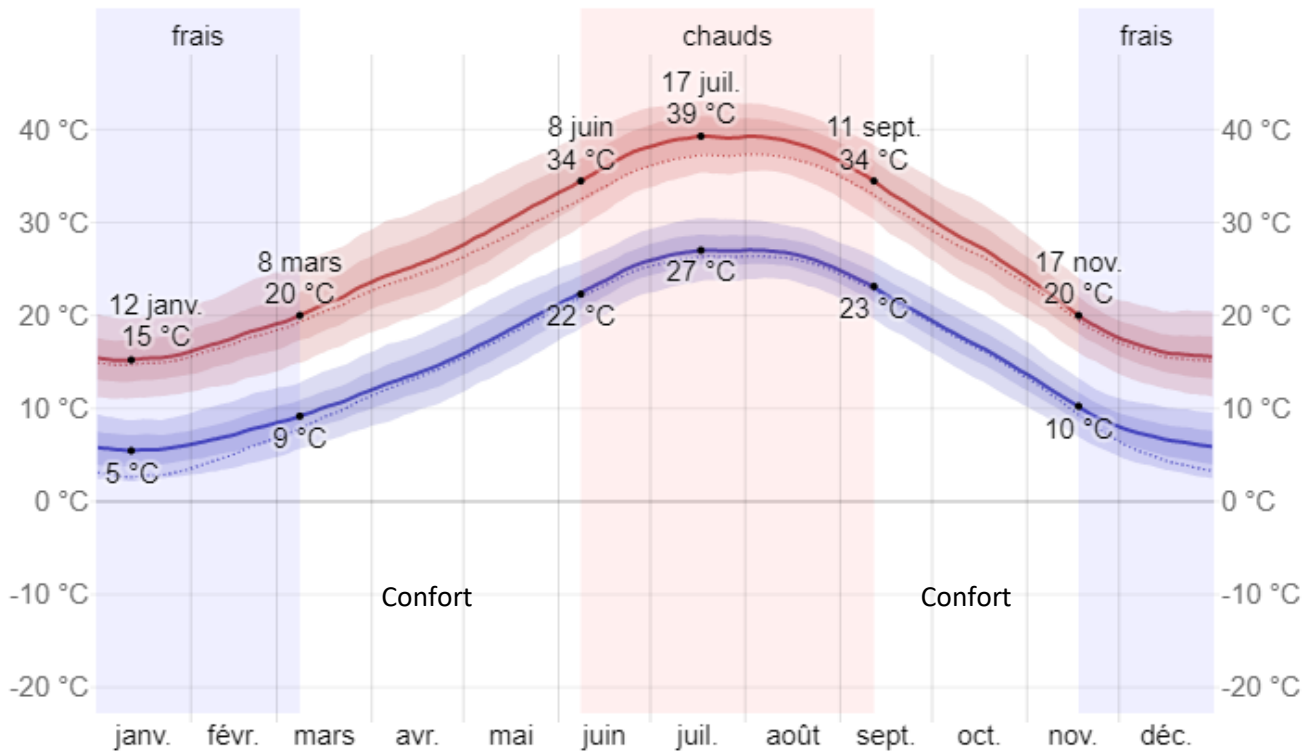


Figure III-19 : variation des températures mensuelle, source Wetherspark

La saison très chaude dure 3,1 mois, du 8 juin au 11 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 34 °C. Le mois le plus chaud de l'année à Berriane est juillet, avec une température moyenne maximale de 39 °C et minimale de 27 °C.

La saison fraîche dure 3,7 mois, du 17 novembre au 8 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 20 °C. Le mois le plus froid de l'année à Berriane est janvier, avec une température moyenne minimale de 6 °C et maximale de 15 °C.

- **Ensoleillement :**

La longueur du jour à Berriane varie considérablement au cours de l'année. En 2022, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 59 minutes de jour ; le jour le plus long est le 21 juin, avec 14 heures et 19 minutes de jour.

### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

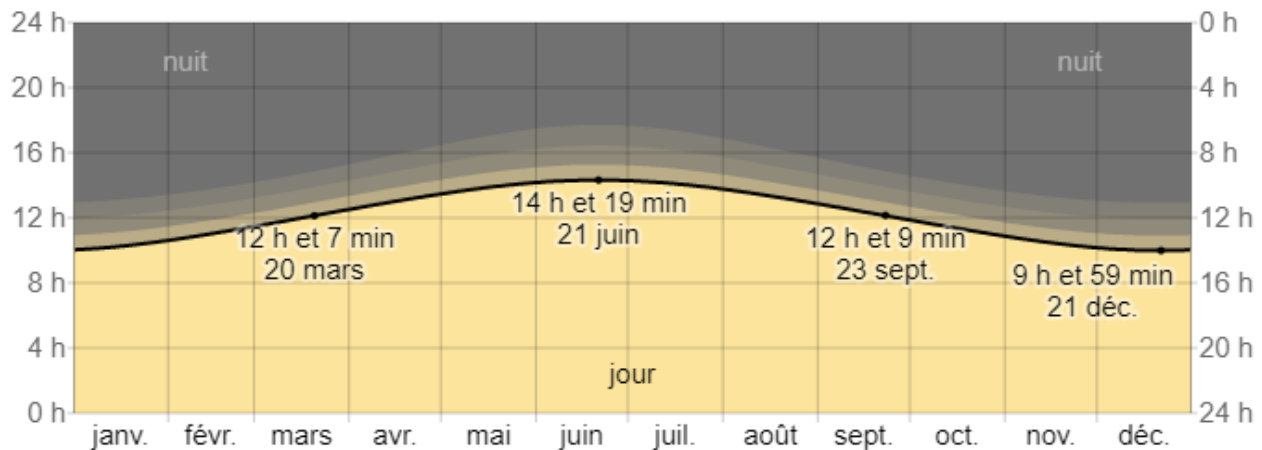
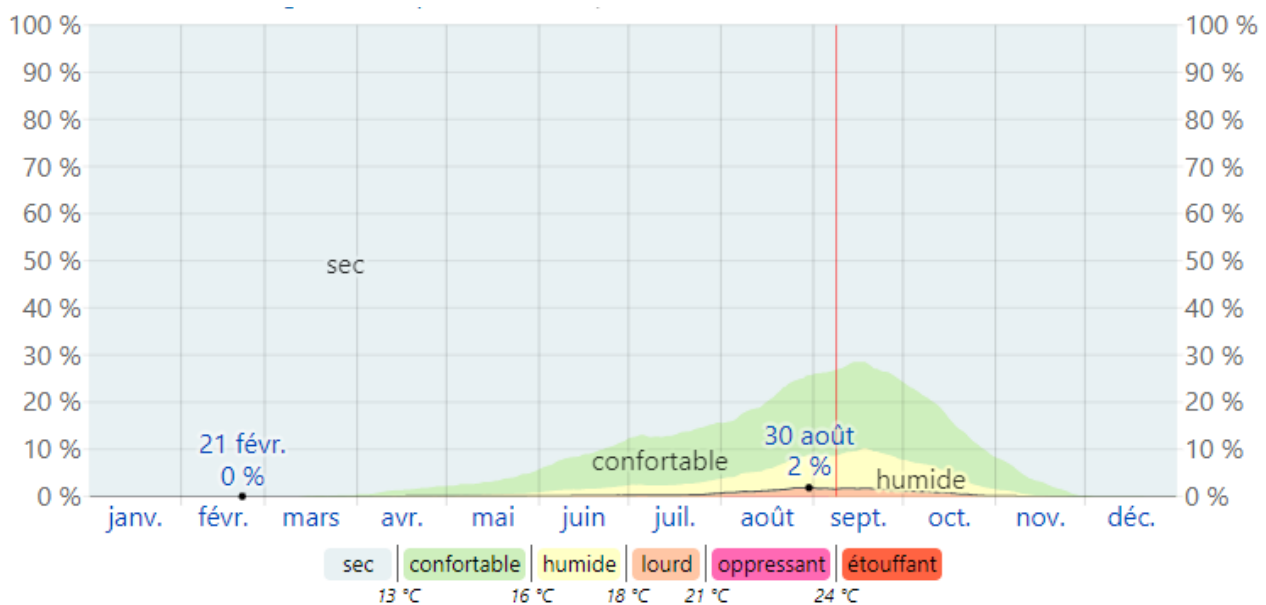


Figure III-20 : heure de clarté et crépuscule à Berriane, source Wetherspark

- **Humidité :**



Le pourcentage de temps passé dans divers niveaux de confort selon l'humidité, catégorisés par le point de rosée.

Figure III-21 : niveaux de confort selon humidité à Berriane, source Wetherspark

Le niveau d'humidité perçue à Berriane, tel que mesuré par le pourcentage de temps durant lequel le niveau d'humidité est *lourd*, *oppressant* ou *étouffant*, ne varie pas beaucoup au cours de l'année, se maintenant à 1 % +/- 1 %.

- **Les vents :**

La vitesse horaire moyenne du vent à Berriane connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année.

La période la plus venteuse de l'année dure 6,7 mois, du 15 décembre au 6 juillet, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 15,3 kilomètres par heure. Le mois le plus venteux de l'année à Berriane est avril, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 17,0 kilomètres par heure.

La période la plus calme de l'année dure 5,3 mois, du 6 juillet au 15 décembre. Le mois le plus calme de l'année à Berriane est octobre, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 13,7 kilomètres par heure.

### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

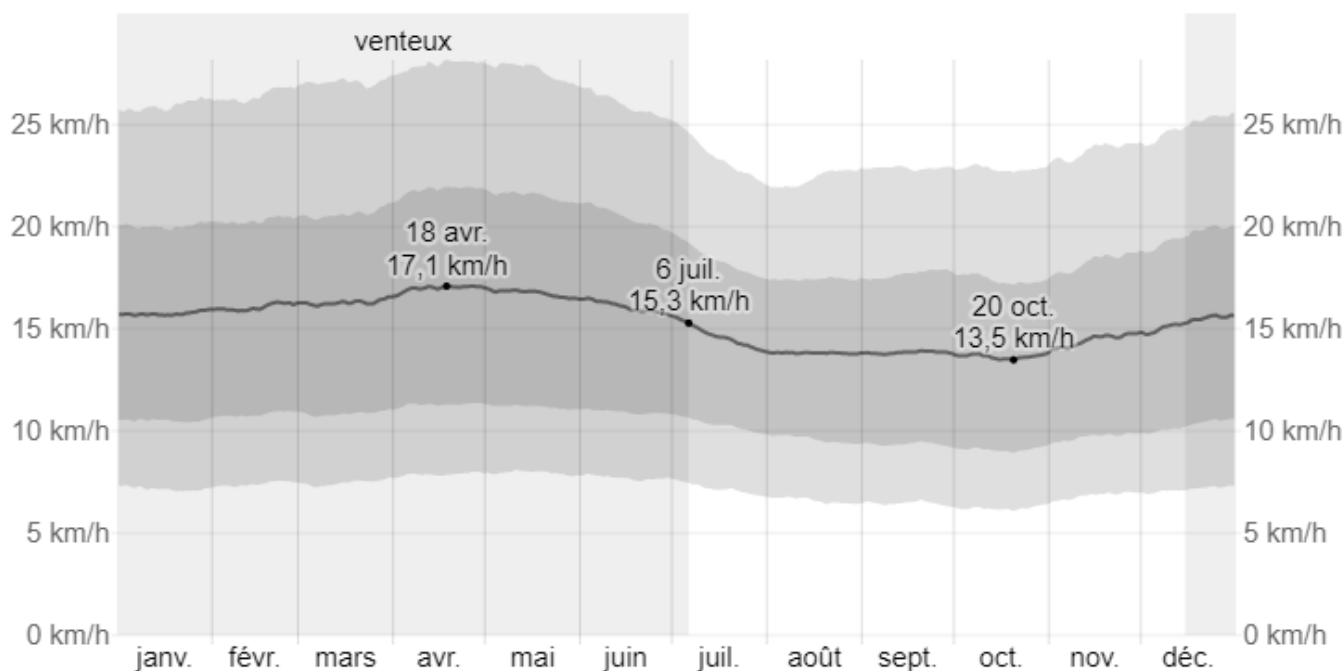


Figure III-22 : vitesse moyenne du vent à Berriane, source Wetherspark

La direction horaire moyenne principale du vent à Berriane varie au cours de l'année. Le vent vient le plus souvent de l'est pendant 5,2 mois, du 6 mai au 13 octobre, avec un pourcentage maximal de 45 % le 3 juillet. Le vent vient le plus souvent du nord pendant 6,8 mois, du 13 octobre au 6 mai, avec un pourcentage maximal de 42 % le 1 janvier.

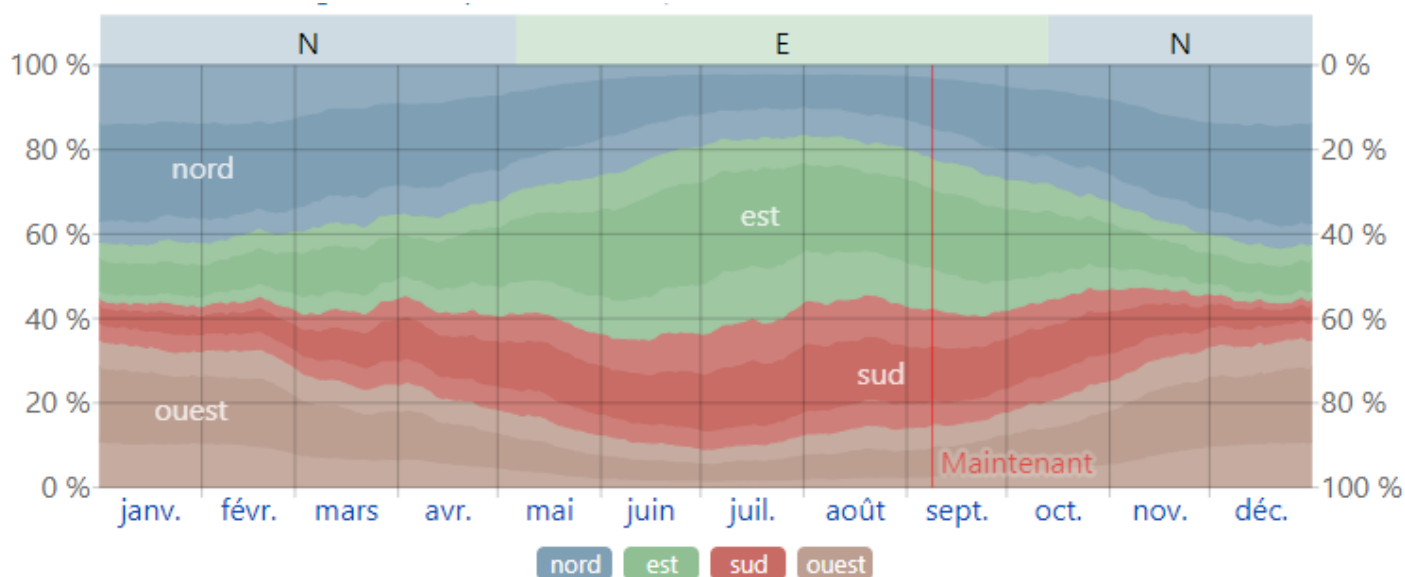


Figure III-23 : direction du vent à Berriane, source Wetherspark

- **Les précipitations :**

Berriane connaît une variation saisonnière minimale en termes de fréquence des jours de précipitation (c'est-à-dire les jours connaissant une précipitation d'eau ou mesurée en eau supérieure à 1 millimètre). La fréquence varie de 1 % à 7 %, avec une valeur moyenne de 4 %.

### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

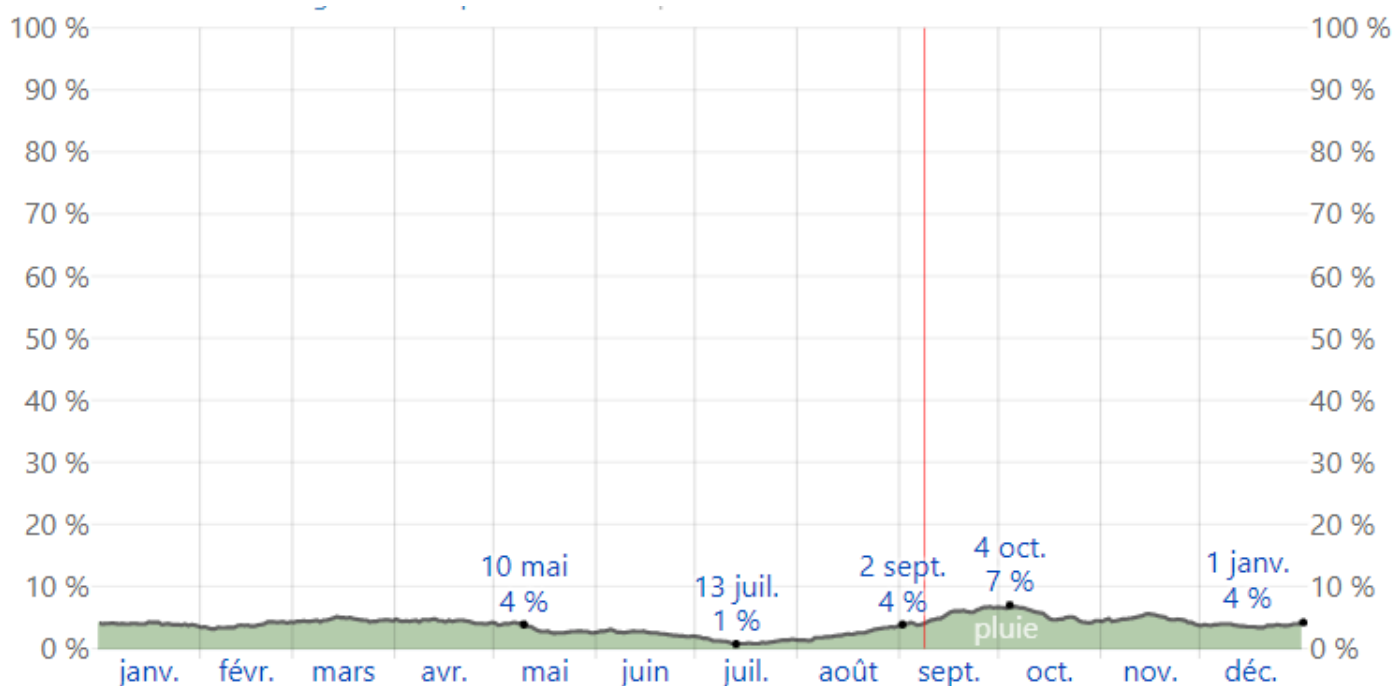


Figure III-24 : probabilités de précipitations à Berriane, source Wetherspark

Pour les jours de précipitation, nous distinguons les jours avec pluie seulement, neige seulement ou un mélange des deux. Le mois avec le plus grand nombre de jours de pluie seulement à Berriane est septembre, avec une moyenne de 1,6 jour. En fonction de ce classement, la forme de précipitation la plus courante au cours de l'année est de la pluie seulement, avec une probabilité culminant à 7 % le 4 octobre.

- **Pluviométrie :**

Chutes de pluie au cours de l'année à Berriane. Le mois le plus pluvieux à Berriane est novembre, avec une chute de pluie moyenne de 8 millimètres. Le mois le moins pluvieux à Berriane est juillet, avec une chute de pluie moyenne de 1 millimètre.

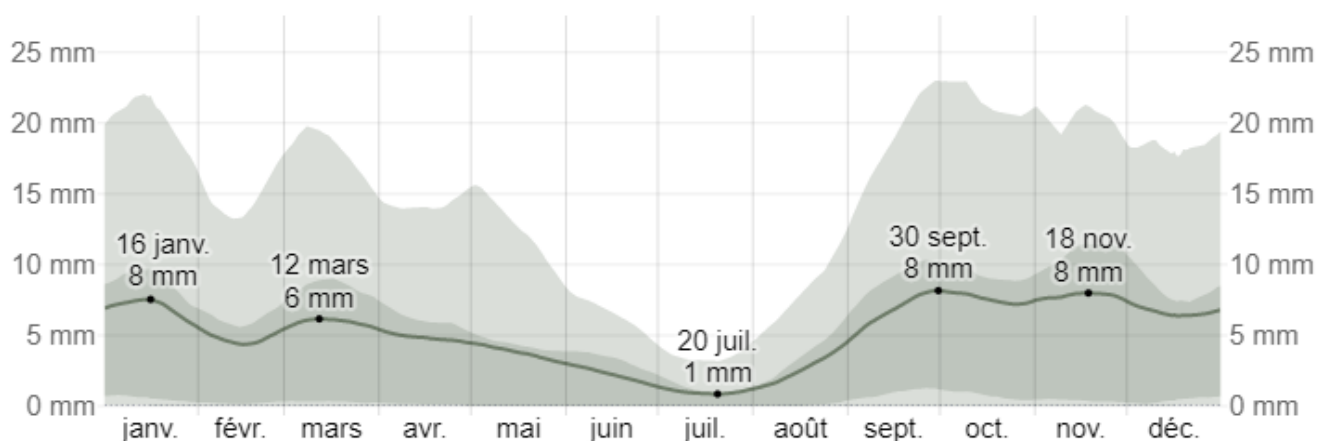


Figure III-25 : pluviométrie quotidienne à Berriane, source Wetherspark

- **Saison de croissance :**

Les définitions de la saison de croissance varient de par le monde, mais aux fins de ce rapport, nous la définissons comme la période continue la plus longue de températures supérieures à la température de gel ( $\geq 0^{\circ}\text{C}$ ) dans l'année (l'année calendaire de l'hémisphère nord, ou du 1 juillet au 30 juin dans l'hémisphère sud).

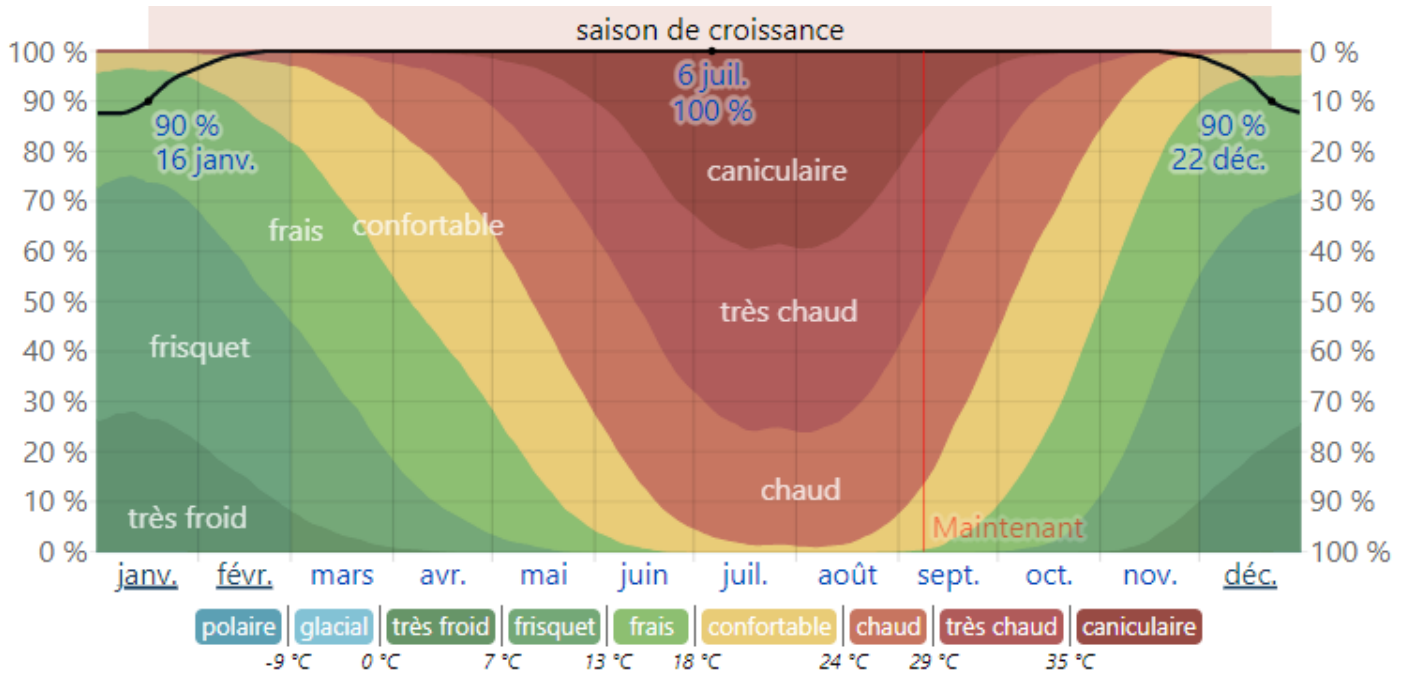


Figure III-26 : Le pourcentage de temps passé dans diverses bandes de température à Berriane, source Wetherspark

Les températures à Berriane sont suffisamment élevées tout au long de l'année, de sorte qu'il n'est pas vraiment significatif de parler de saison de croissance en ces termes. Néanmoins, nous incluons le tableau en dessus « figure III-26 » pour illustrer la distribution des températures tout au long de l'année.

#### 3.3.2. Synthèse climatique :

Le climat de Berriane présente un régime thermique très contrasté. En été, la température dépasse facilement les 40 °C à l'ombre, et l'humidité relative reste faible autour de 20%.

Par ailleurs, en hiver la température extérieure peut descendre à -5 °C la nuit avec des précipitations rares et irrégulières. En plus de ces caractéristiques défavorables, on assiste pendant les demi-saisons à de violents vents de sables qui peuvent atteindre 40 km/h.

D'après l'analyse climatique de la ville de Berriane, il apparaît, que la plus grande partie de l'année présente des conditions de vie inconfortables : un été long, chaud et sec, un hiver modéré par moments.

#### 3.4. Analyse du site d'intervention :

Le choix du site inclut les exigences l'ensemble, à commencer par la nature du projet et passant par le programme élaborer jusqu'à l'analyse du contexte, suivant certains critères :

- **La nature projet** : Qui occupe des espaces tels que le Blockhaus, le projet doit être placé dans une zone industrielle non urbaine.
- **Le programme architectural** : d'environ 2.5h, l'ensemble des entités ne peut pas être réunis dans un bâtiment compact vu leurs différences. « plan éclaté »
- **Le climat** : chaud et aride et nécessite la création de microclimat pour réduire la température en été.
- **Contexte** : choisir un terrain accidenté à proximité des oasis et une source d'eau pour faire référence aux implantations au niveau de la ville.

3.4.1. Emplacement du site d'intervention :

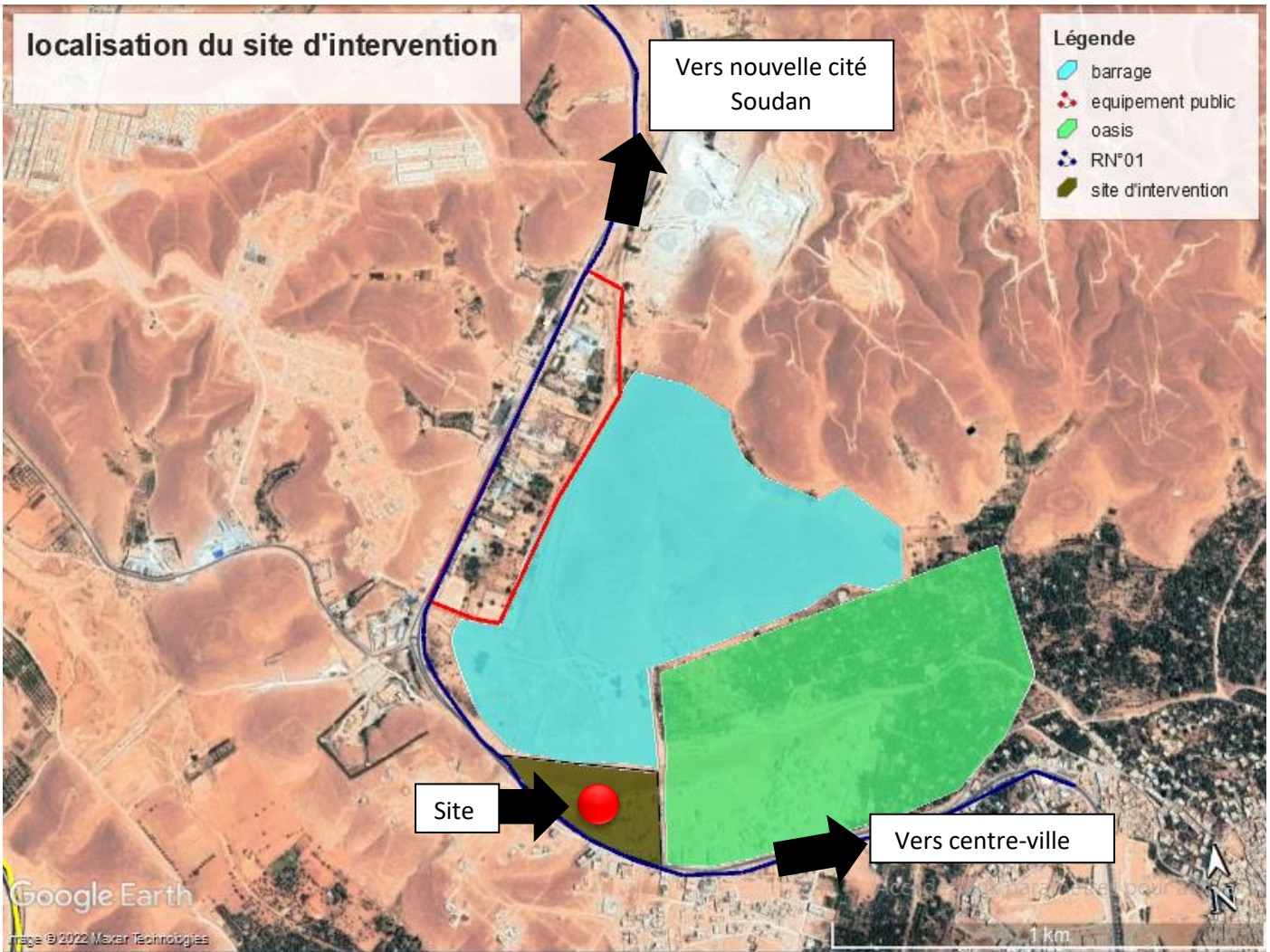


Figure III-27 : situation du site d'intervention, source Google map

Notre site d'intervention se trouve entre l'ancien ksar de Berriane et nouvelle cité de soudan récemment créé pour remettre l'ordre à la ville, situé à bord de la RN°01 dans un milieu semi-urbain et entouré par les Oasis et le Barrage de Oued Ballouh. Le reste du voisinage c'est des propriétés publiques destinées pour l'agriculture et l'élevage.

3.4.1. Morphologie du terrain :

Le terrain est sous forme irrégulière, un peu plus triangulaire de 9h de surface, il fait 600m de longueur et 300m de largeur avec une ligne d'accord de 700m.

Les terrains irréguliers sont une tendance dans la région ainsi que les terrains rectangulaires mais nous avons choisis ce site pour son emplacement stratégique en termes de durabilité ainsi que la zone dont laquelle il se situe.



Figure III-28 : morphologie du terrain, source Google map

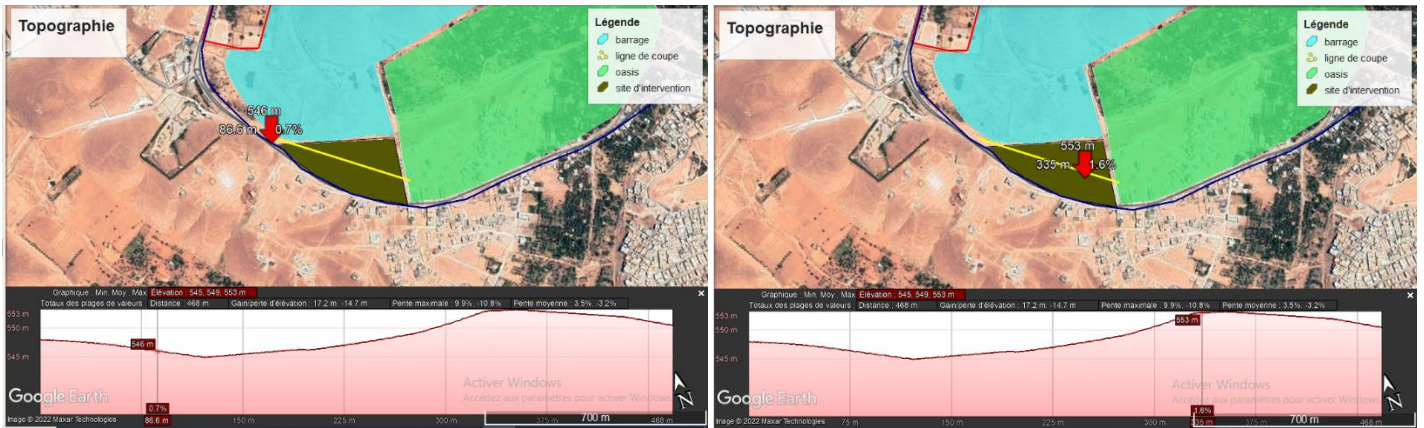


Figure III-29 : topographie du terrain, source Google map

C'est un terrain accidenté incliné d'une pente maximale de 9.9%, altitude minimale 540m et maximale de 560m, ce qui nous donne 20m d'écart d'hauteur et cela fait référence aux implantations des constructions aux niveaux de la ville de Berriane.

#### 3.4.2. Etude climatique du site :

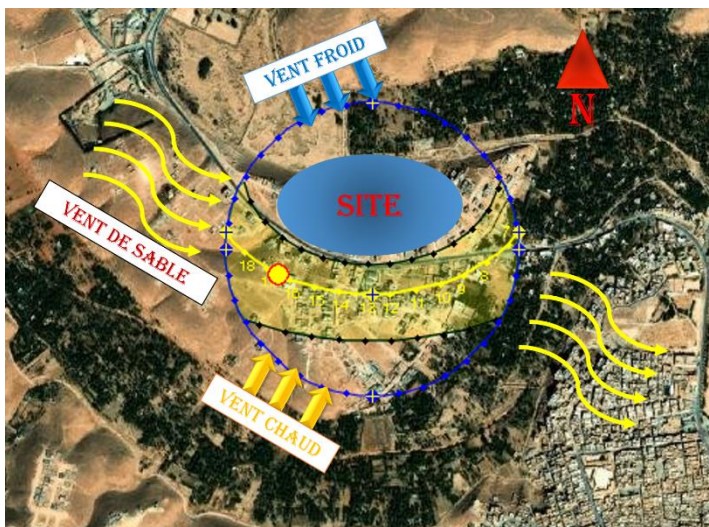


Figure III-30 : données climatiques du site, source [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com) traité par l'auteur

La grande surface du site est bien exposée au soleil, le terrain est dominé par les vents chauds qui arrivent du sud ainsi que les vents de sable du Nord-Ouest.

La présence du barrage d'Oued Ballouh ainsi que les Oases de Ballouh jouent un rôle important pour le refroidissement pendant la période d'été.

Les vents froids venant du Nord peuvent aussi jouer un rôle pour le rafraîchissement du site.

#### 4. Synthèse :

On a introduit ce chapitre par l'identification du projet qui est la formation dans le domaine du soudage pipeline et du contrôle non destructif, ensuite par l'élaboration du programme architectural, le contexte d'intervention et dans notre cas la ville de Berriane et le site d'intervention et on peut conclure que :

L'identification de notre projet nous a permis de mieux comprendre sa nature, ainsi ça nous a permis d'élaborer son programme architecturale et ses exigences qualitatives et quantitatives, on a compris par la suite qu'un projet multifonctionnel qui rassemble différentes entités et en tête l'entité pédagogique et l'hébergement ne peuvent pas être superposés, nous avons déduit que ce projet de 2.5h utile va vers le plan éclaté.

### III. LE PROGRAMME ARCHITECTURALE ET LE CONTEXTE

Le contexte d'intervention et dans notre cas, la ville de Berriane accueillera le centre de formation régional en soudage pipeline et en contrôle non destructif. L'emplacement de Berriane centralisé des grandes sociétés qui opère dans le domaine d'hydrocarbure et de gaz ainsi que sa transportation par canalisation offre encore un plus grand avantage aux choix de la ville. Dominé par le climat chaud et aride nous avons opté pour un site isolé du centre de la ville avec une présence d'eau et d'Oasis afin de réduire les températures intenses en période estivale.

La richesse naturelle de Berriane s'exprime à travers sa morphologie et ses Oasis, le choix d'un site irrégulier et accidenté dans milieu de verdure en plein désert va donner cette même richesse à notre projet.

Afin de pouvoir concevoir notre centre de formation qui est spécialisé dans le domaine de soudage et ses applications, qui doit être durable à basse consommation énergétique, on doit travailler sur le refroidissement des locaux par la création des systèmes de ventilation assurés par le microclimat présent dans le site immédiat ainsi se focaliser sur la production des énergie renouvelable par la création d'une ferme PV qui assure l'énergie nécessaire pour le fonctionnement du projet.

### Introduction :

Dans ce chapitre on va entamer l'étape de conception de notre centre de formation, spécialisé dans le domaine du soudage et du Contrôle non destructif suivant des méthodes de durabilités.

En se basant sur nos conclusions sur les chapitres précédents, on va essayer de concrétiser notre projet en expliquant les démarches suivies.

### 1. Genèse du projet

#### 1.1.Principes et concepts :

Les différents principes utilisés pour la conception d notre projet se présente comme suit :

- **Biomimétisme** : la nature comme modèle d'inspiration
- **Implantation** : le choix du terrain accidenté nous offre un avantage pour créer des espaces enterrer et semi-enterré pour bénéficier de l'inertie de la terre.
- **Forme éclatée** : plusieurs blocs séparés mais réunis par une seule toiture.
- **Orientation** : l'orientation favorable dans un milieu chaud et aride est le Nord-Est
- **Effet d'ombrage** : création des différents éléments d'ombrage « toiture, brise solaire » pour réduire les apports solaires.
- **Les oasis** : qui font référence à la ville par la présence des palmiers et des jeux d'eau, ils jouent un rôle important pour le refroidissement en été.
- **La végétation** : pour l'aménagement des espaces extérieur, les toitures et les façades végétalisés
- **Les patios** : comme système passif de ventilation et de source de lumière naturel, ainsi pour des lieux de regroupement et de détente.
- **Atrium** : qu'on va adapter dans notre projet afin de bénéficier de plus de lumière
- **Le Dynamisme** : création des espaces fluides et dynamiques
- **Hiérarchie** : gestion des parcours
- **Production d'énergie** : profiter du grand gisement solaire dans la région pour créer de l'énergie renouvelable à travers les panneaux PV
- **Transparence** : en utilisant le verre de dernière génération pour profiter de la lumière du jour et éviter l'augmentation de température

#### 1.2.Idée d'inspiration :

La conception de notre projet part de l'approche biomimétique, la nature comme source d'inspiration et la nature comme moyen de refroidissement.

Le ksar de Berriane est entouré par des oasis, des palmeraies en présence de l'eau, c'est la nature comme solution environnementale de refroidissement. Concernant la forme du projet j'ai opté pour le scorpion.

Le scorpion est un symbole du désert, ses formes courbes et sa coque lui permet de vivre dans des zones très chaudes et sec, cette espèce bénéficie de l'humidité de la terre pour se rafraîchir.



Figure IV-1 : Inspiration biomimétique  
Source : www.subpng.com

La femelle possède des ouvertures dans sa coque pour nourrir ses petits, les ouvertures au niveau de notre toiture seront apportent de lumière naturelle et de l'air frais par les patios et les atriums.

## IV. LA CONCEPTION DU PROJET

Notre projet contient un blockhaus, un espace de pratique radioactif, le Scorpion résistent à plus de 150 Sv (sievert : unité de mesure de l'effet des rayonnements ionisants) alors qu'un homme ne survit pas à 5 Sv.



Figure IV-1 : Inspiration du projet, 1- oasis Ghardaia, 2- scorpion du désert, 3- palmerie Berriane

### 1.2.Genèse :

Notre projet se situe dans un milieu désertique, le site est entouré par des oasis, un barrage limité par la route nationale 01, d'une forme irrégulière du terrain en pente, voici les premiers croquis du projet :

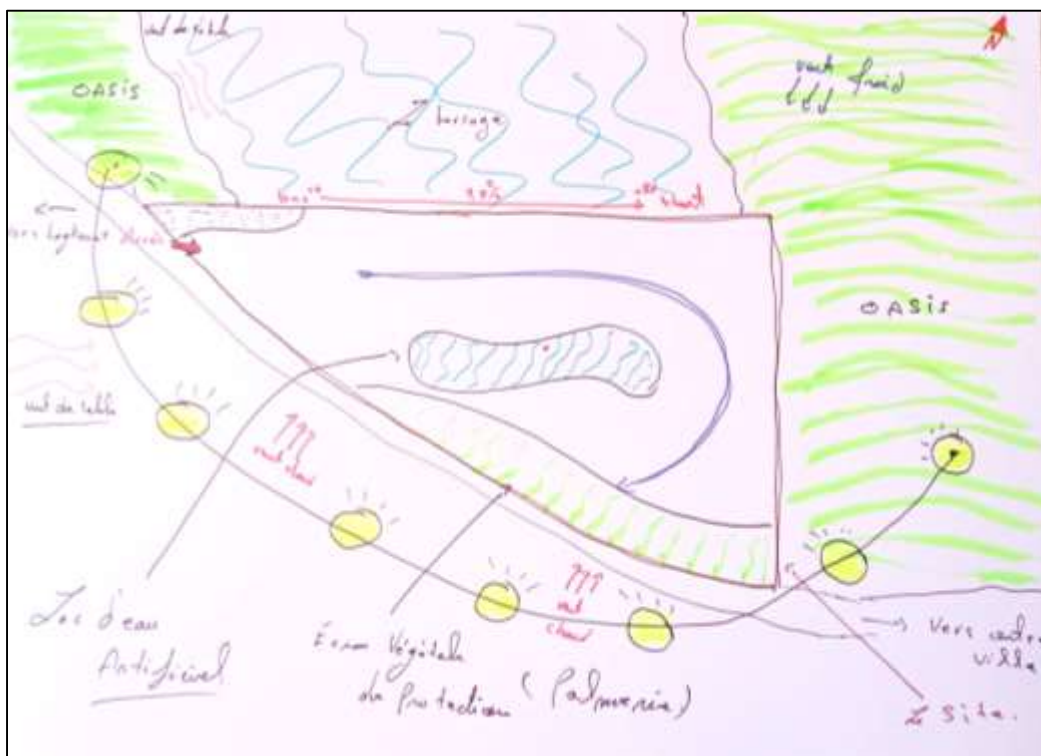


Figure IV-2 : croquis 1, source auteur

Les données climatiques jouent un rôle important pour l'emplacement de notre projet et les éléments qui le constituent, l'accès au projet ne peut être que d'une seule cotée « le plus bas » en contact avec la RN°01.

L'emplacement du lac artificiel au centre du projet lui permet de refroidir l'air chaud venant du sud, l'écran végétal est placé sur le côté sud pour casser les vents chauds et joue un rôle important de protection et d'ombrage. « Figure IV-2 »

La courbe bleu définie l'axe principal du projet, prenant forme du scorpion qui entoure le lac « Figure IV-2 », du côté nord ; l'emplacement du barrage ainsi que les oasis sera très bénéfique pour la protection des vents de sable, le projet profitera aussi d'une vue panoramique dégagée du côté nord.



### 1.3. Image mentale du projet :

La réflexion en 3D est plus compliquée que la conception en 2D, surtout quand il s'agit de biomimétisme ou on peut choisir la forme du scorpion comme modèle.

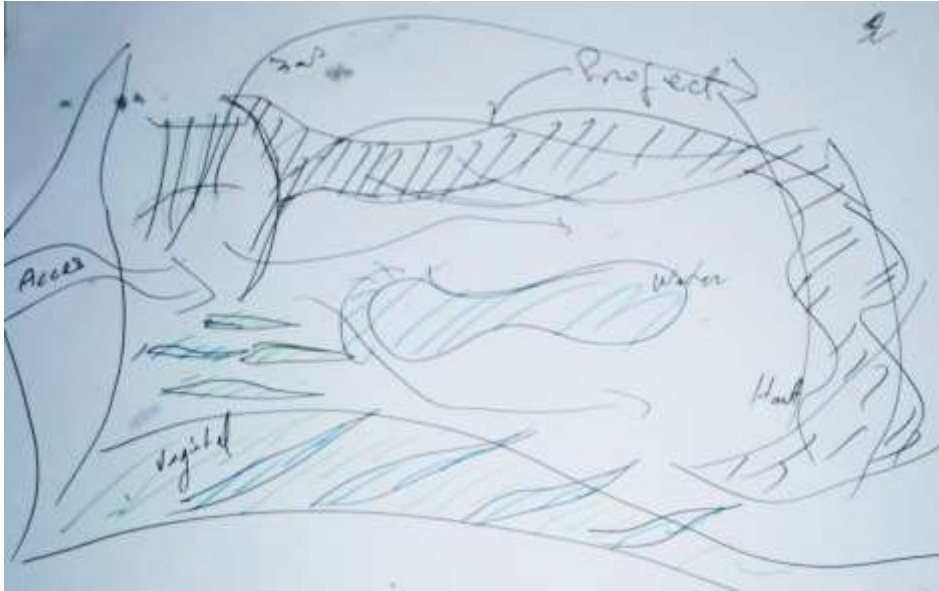


Figure IV-4 : croquis 3, esquisse formelle 2D  
Source, l'auteur

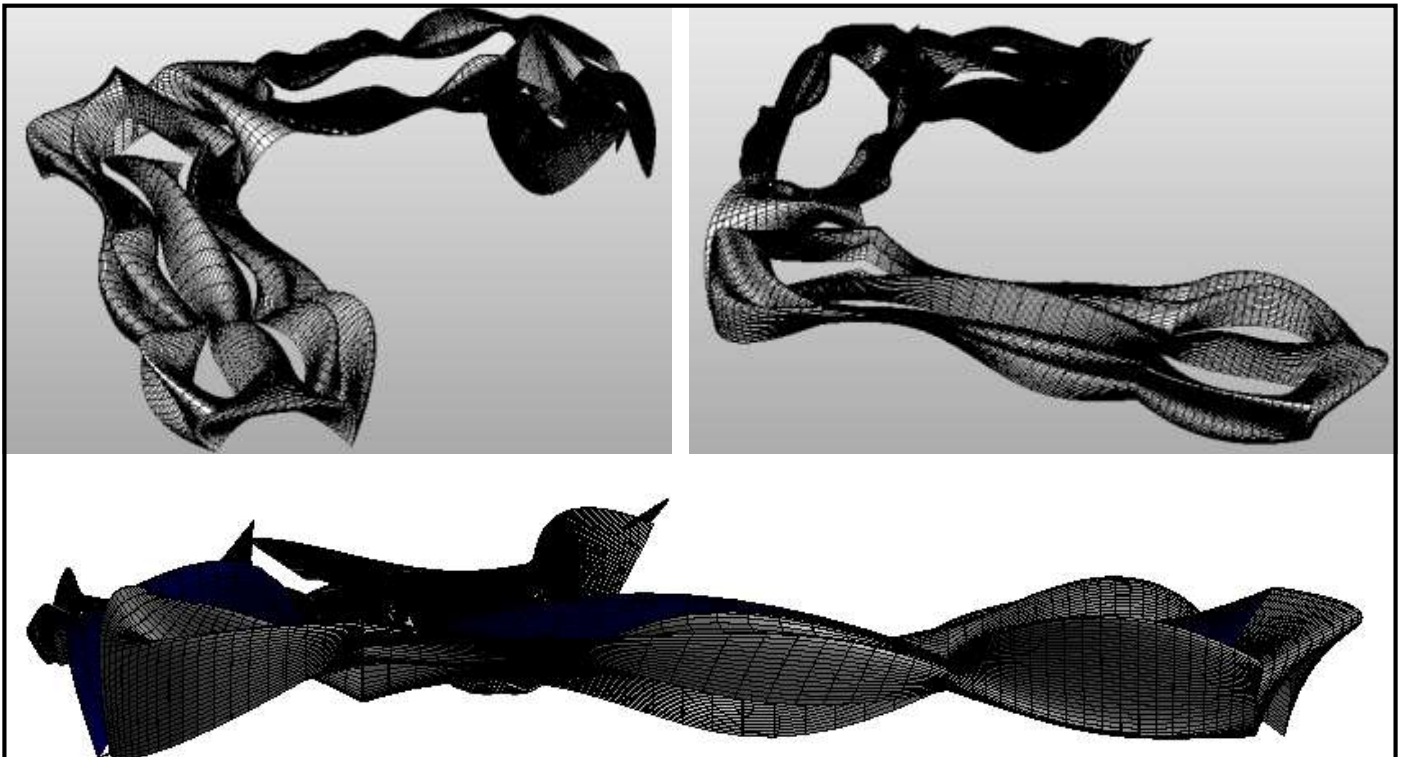


Figure IV-5 : croquis 4, esquisse formelle 3D  
Source, l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

Afin de pouvoir se référer à la forme du scorpion, et donner son aspect formel dont on a parlé, ces différents croquis faits à la main ou par modélisation assisté par ordinateur montre notre vision initiale du projet et l'inspiration formelle en référence avec cette espèce



Figure IV-6 : croquis 5, inspiration formelle et fonctionnel  
Source, l'auteur

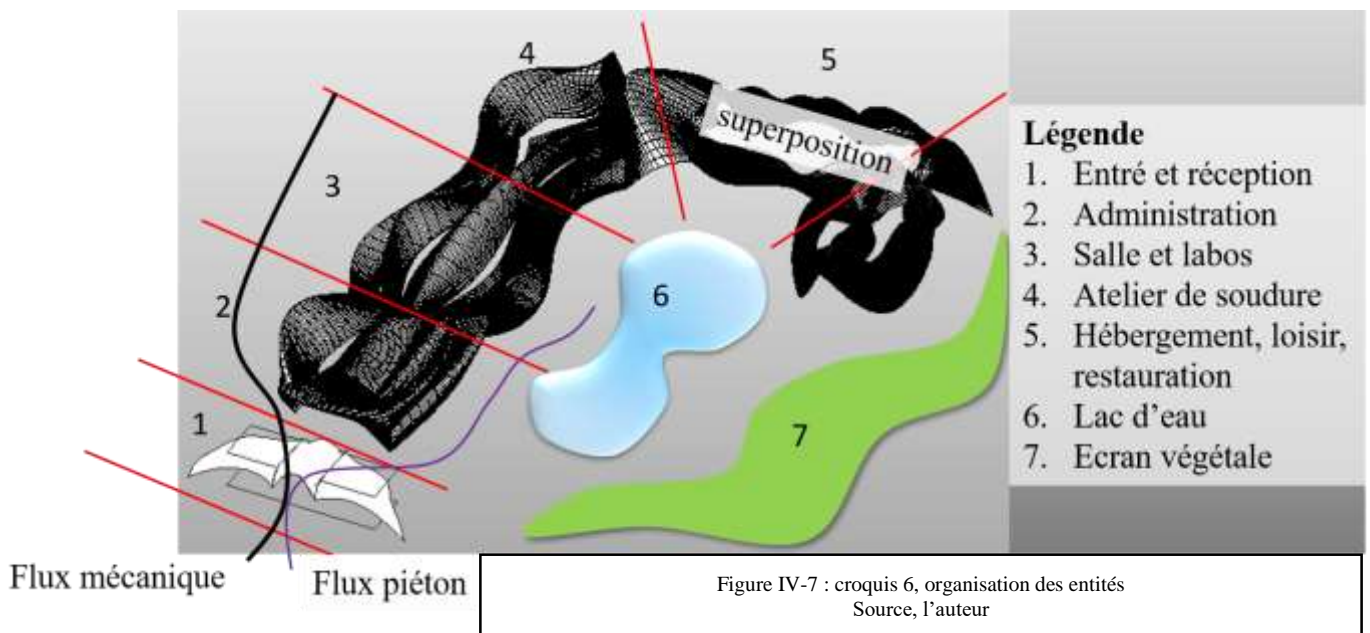


Figure IV-7 : croquis 6, organisation des entités  
Source, l'auteur

Le projet est destiné à recevoir différents usagers « Stagiaires, formateurs, dirigeants, employés, visiteurs », pour le bon fonctionnement de notre centre de formation, de séparer les blocs selon leurs exigences :

- L'administration par son emplacement dès l'entrée « facilite l'identification pour les étrangers ».
- Les laboratoires au niveau inférieur et les salles de cours au niveau supérieur « superposition ».
- Les ateliers à l'intersection des deux axes avec espacement pour assurer le confort thermique.
- La superposition des entités « loisir, restauration, hébergements stagiaires » dans un seul bloc avec un emplacement centralisé selon l'organigramme spatial fait. « Figure III-7 »



Figure IV-8 : Vue en 3D qui montre la concrétisation des idées  
Source, l'auteur

## 2. Conception des espaces Interne/Externe

### 2.1. Le plan de mass

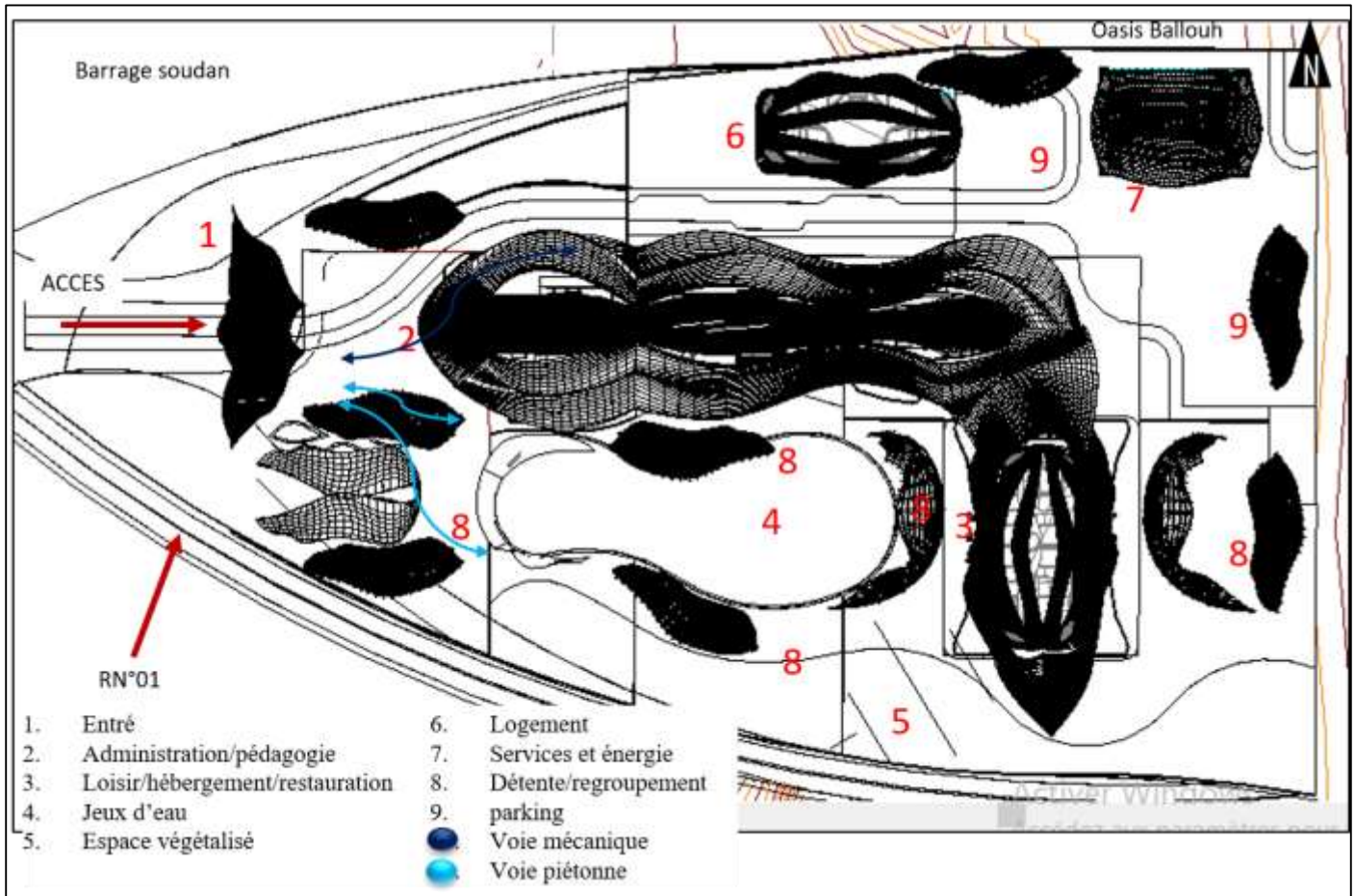


Figure IV-9 : plan de mass avec les constituants du projet en monochrome  
Source, l'auteur

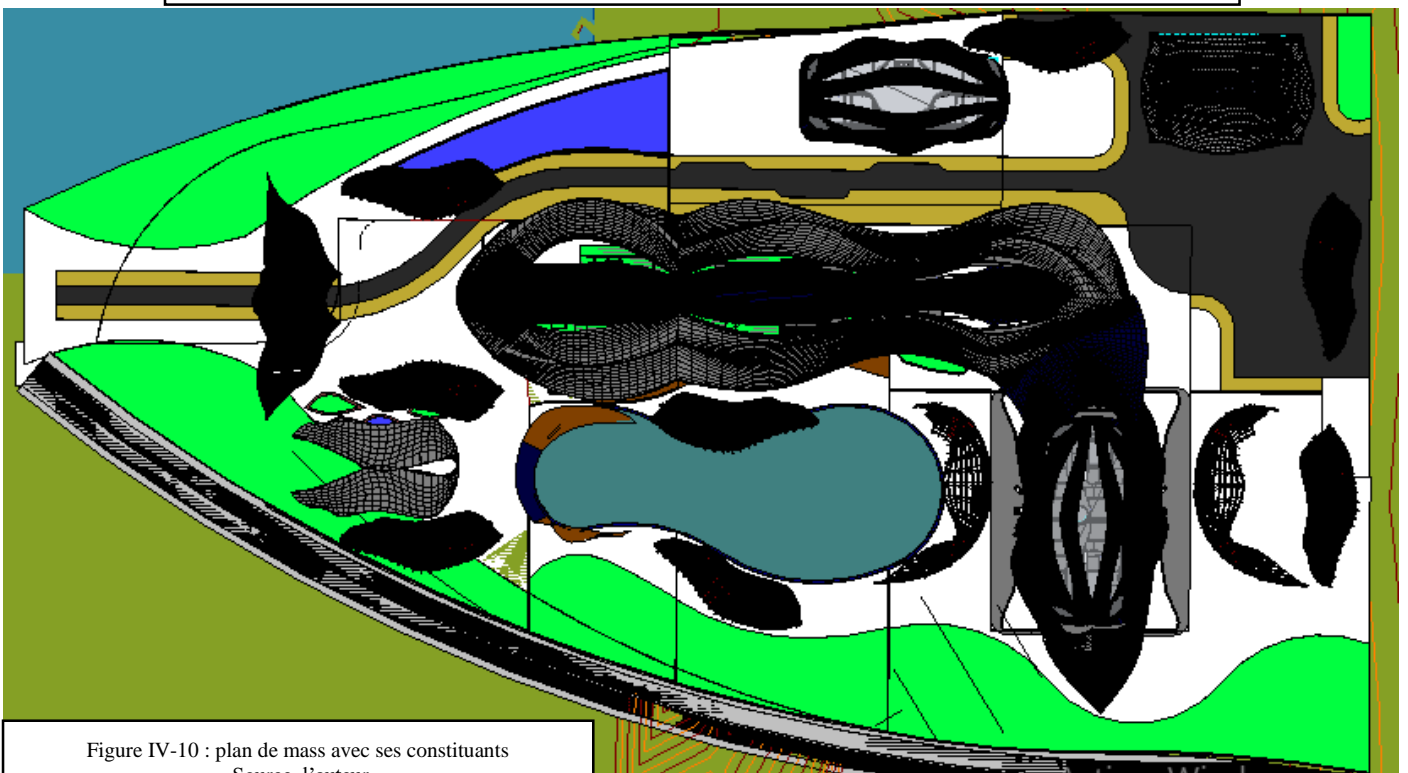


Figure IV-10 : plan de mass avec ses constituants  
Source, l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

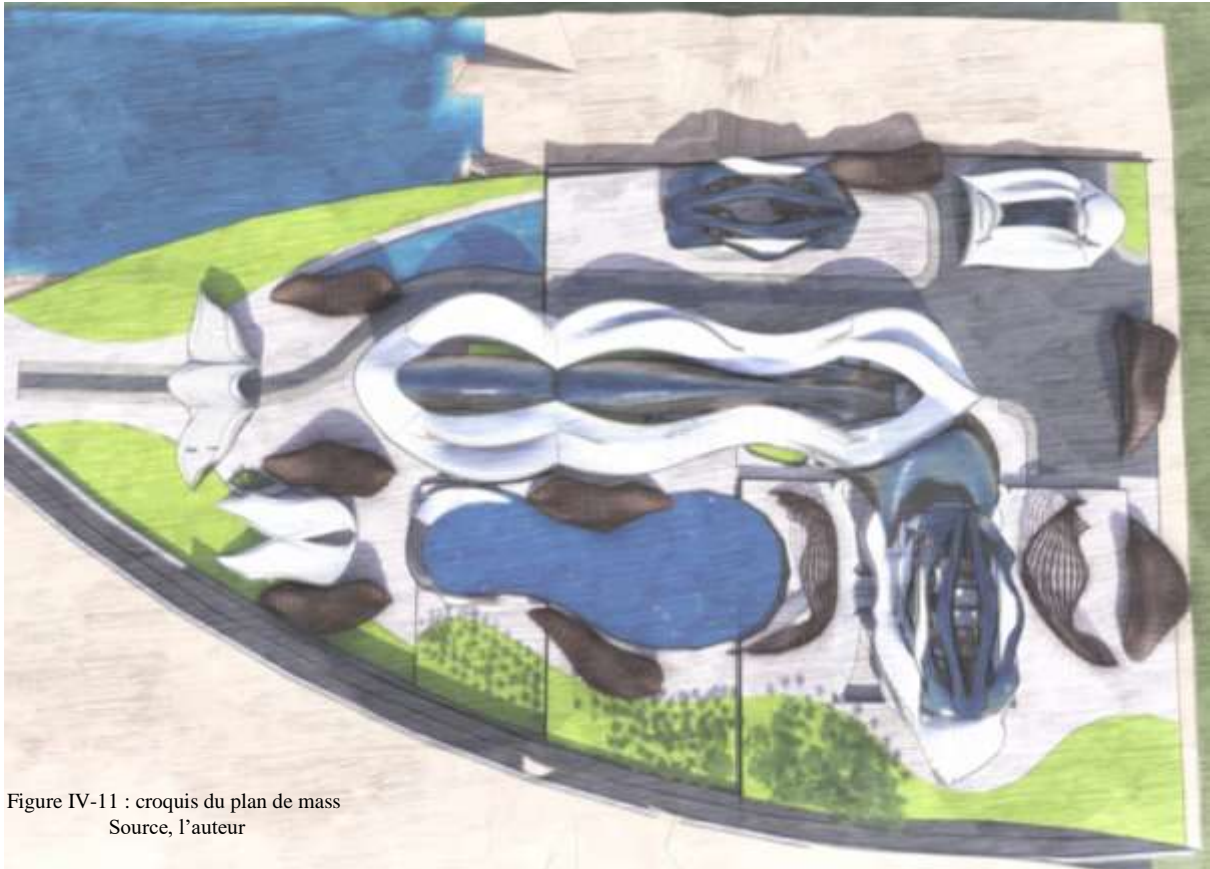


Figure IV-11 : croquis du plan de mass  
Source, l'auteur



Figure IV-12 : vue aérienne du plan de mass  
Source, l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

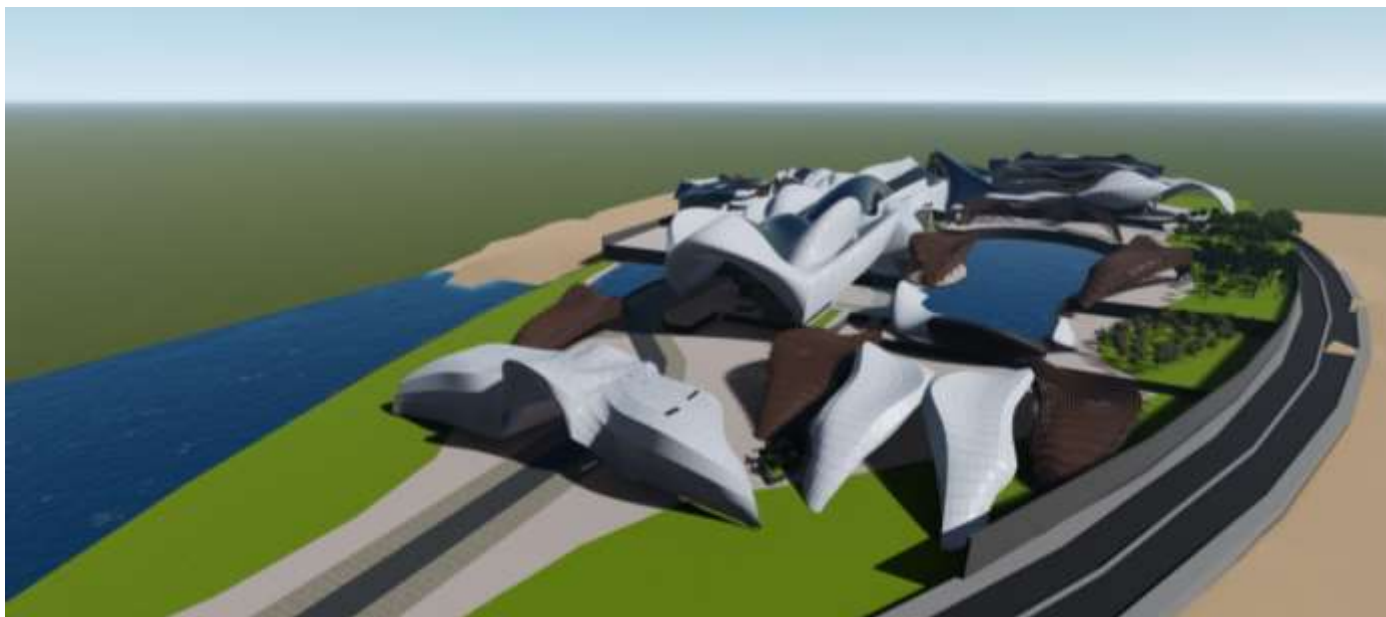


Figure IV-13 : vue aérienne du projet coté sud-ouest, source l'auteur



Figure IV-14 : vue aérienne du projet coté sud-est, source l'auteur

Composé de 4 blocs majeurs, l'accès au projet se trouve à l'Ouest avec une voie mécanique et piétonne, marqué par une forme symétrique qui fait référence à la chélicère<sup>1</sup> du scorpion qui abrite un parking et l'espace d'accueil et de réception, un dégagement se trouve entre l'entrée et les différentes entités qui sont centralisées autour du lac artificiel.

La carapace du scorpion s'indique par l'élément 2 « Figure IV-9 » où se trouve l'entité administrative, les pinces mobiles par l'espace de détente à l'entrée principale. Le corps central du projet s'inspire du mésosome du scorpion<sup>2</sup> tandis que la queue est indiquée par l'élément 3 « Figure IV-9 »

<sup>1</sup> La chélicère est un appendice pair caractéristique des chélicérates, superclasse comprenant les arachnides, les mérostomes et les pycnogonides

<sup>2</sup> Les mésosomes sont des invaginations de la membrane plasmique du corps en forme de vésicule

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

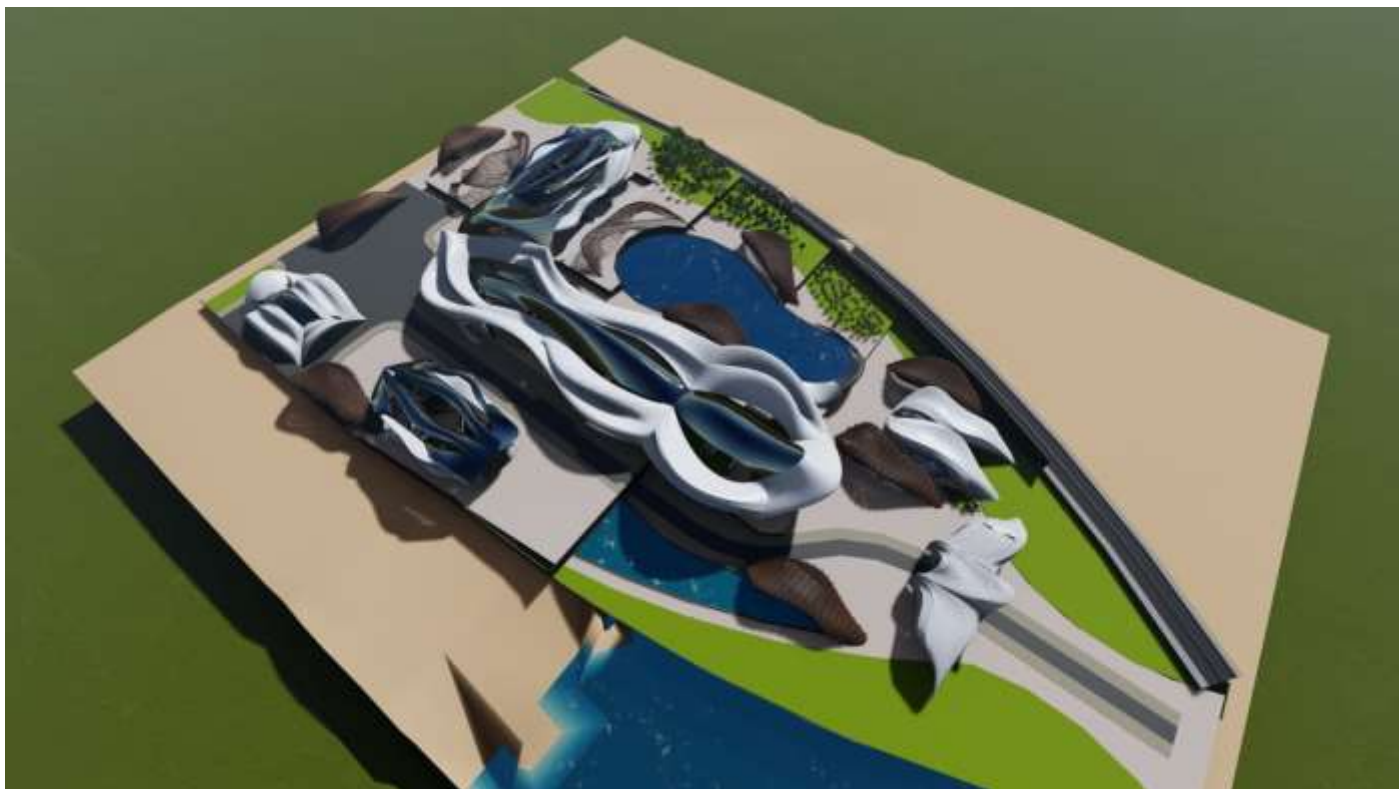


Figure IV-15 : vue aérienne du projet coté nord-ouest, source l'auteur



Figure IV-16 : vue aérienne du projet coté nord-est, source l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

Les composants du plan de masse prennent différentes formes du corps du scorpion ce qui crée une cohérence entre eux. « Figure IV-17 »

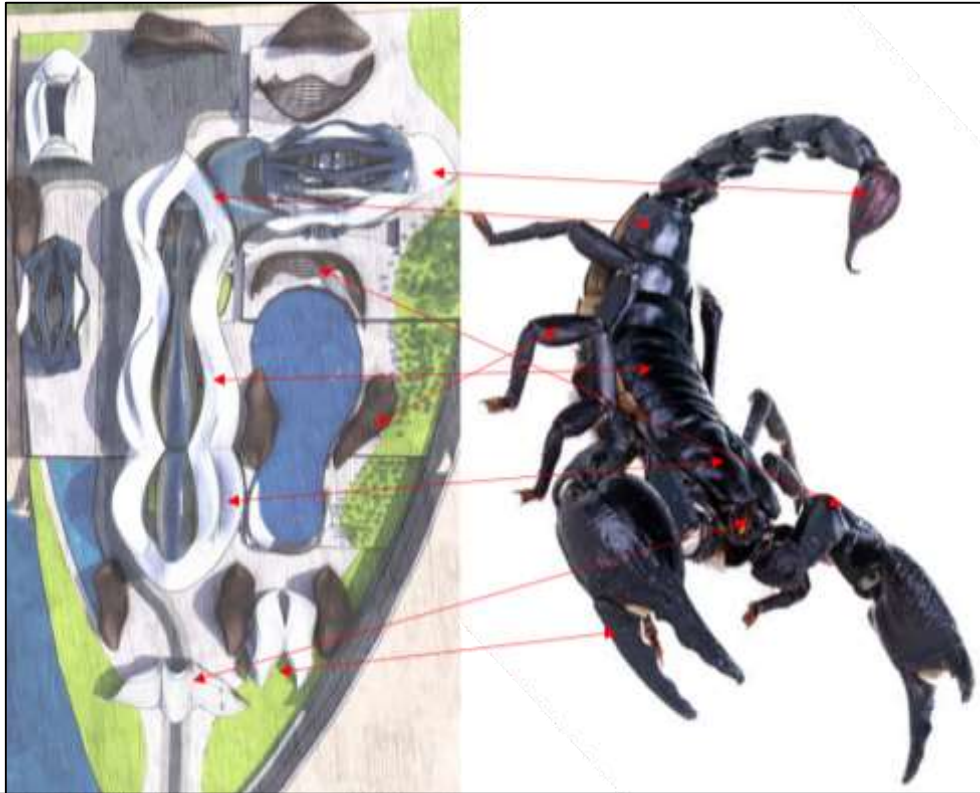


Figure IV-17 : inspiration morphologique du scorpion dans le plan de mass, source l'auteur

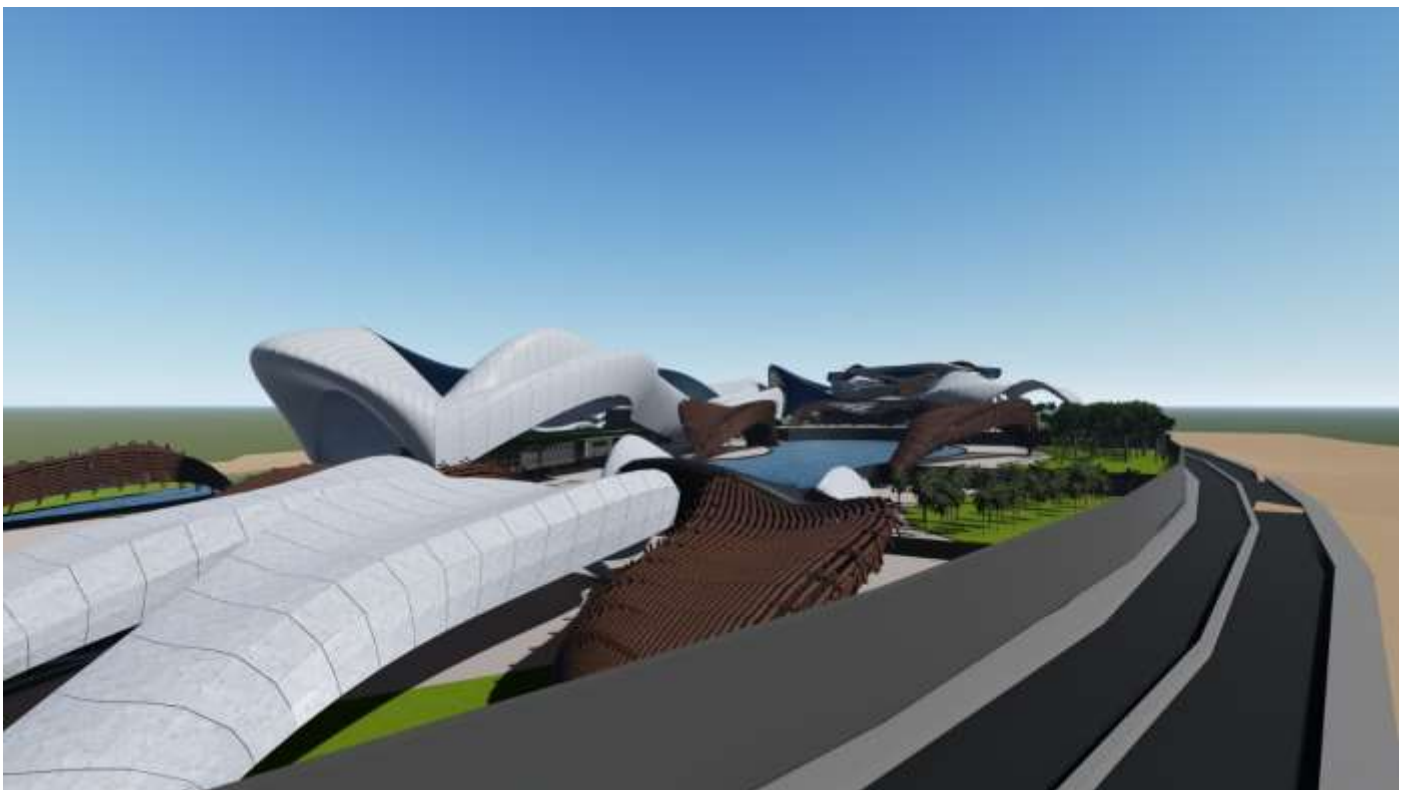


Figure IV-18 : vue depuis la route nationale 01 sur le projet, source l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

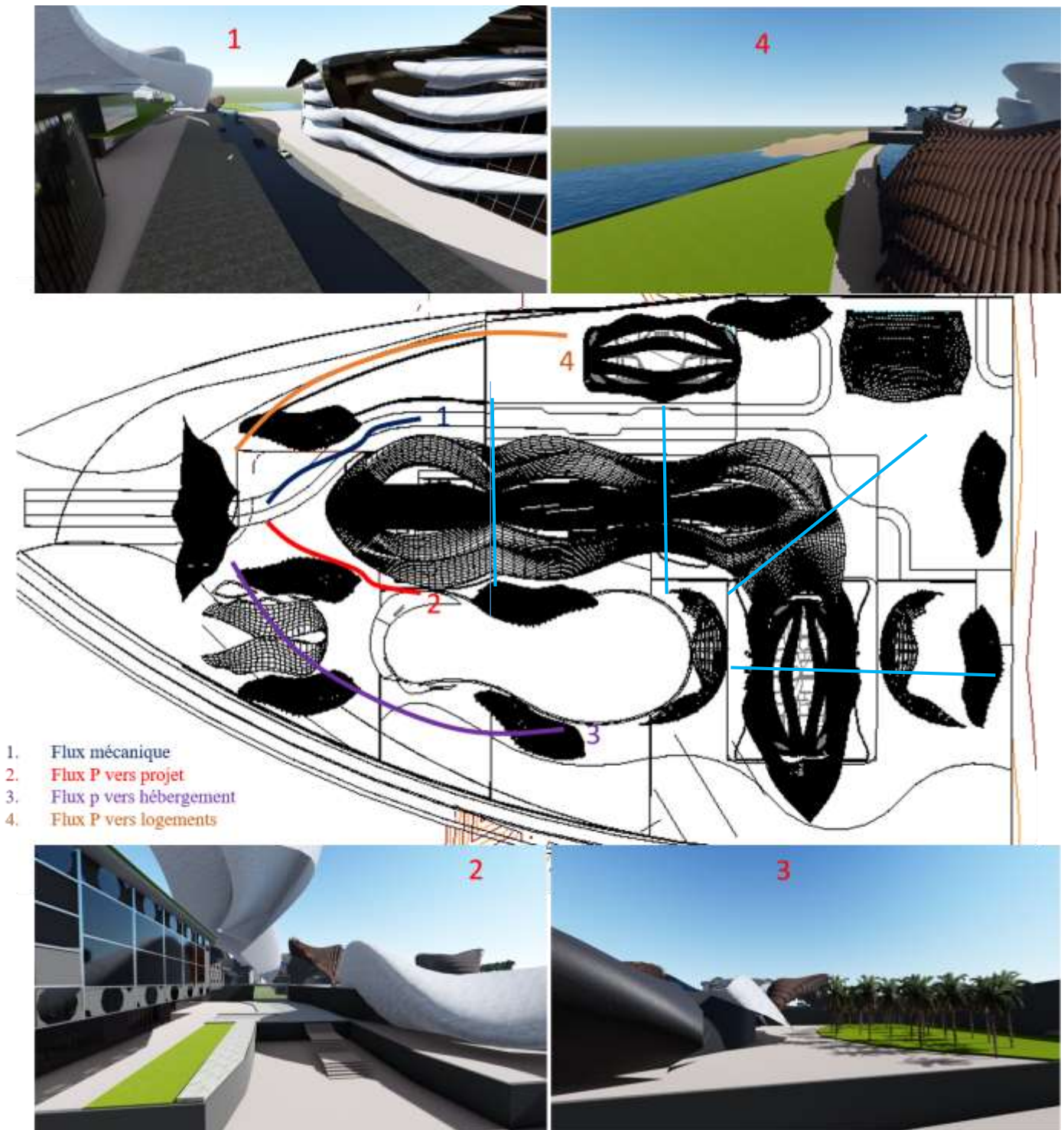


Figure IV-19 gestion des flux dans le plan de mass, source l'auteur

Le plan de masse est aussi caractérisé par une hiérarchisation des flux, on a le flux mécanique qui mène vers les ateliers, un flux piéton vers l'administration et l'entité pédagogique, un deuxième pour le bloc de loisir, restauration et hébergement, le troisième menant aux logements du personnel ou invités.

Des percées sont situées tout le long du projet pour faciliter le déplacement entre les différentes entités séparées.

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

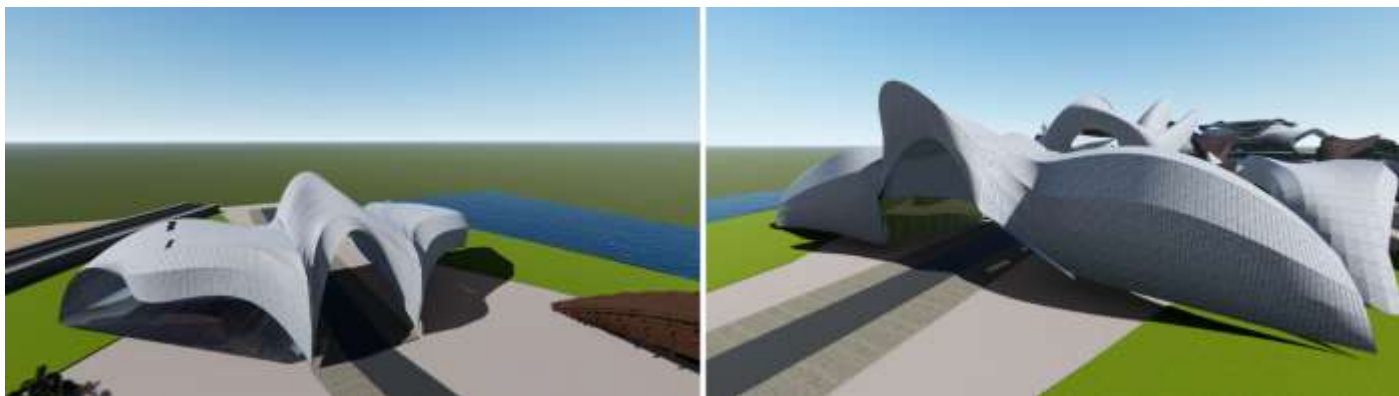


Figure IV-20 vue 3D sur l'accès principale , source l'auteur

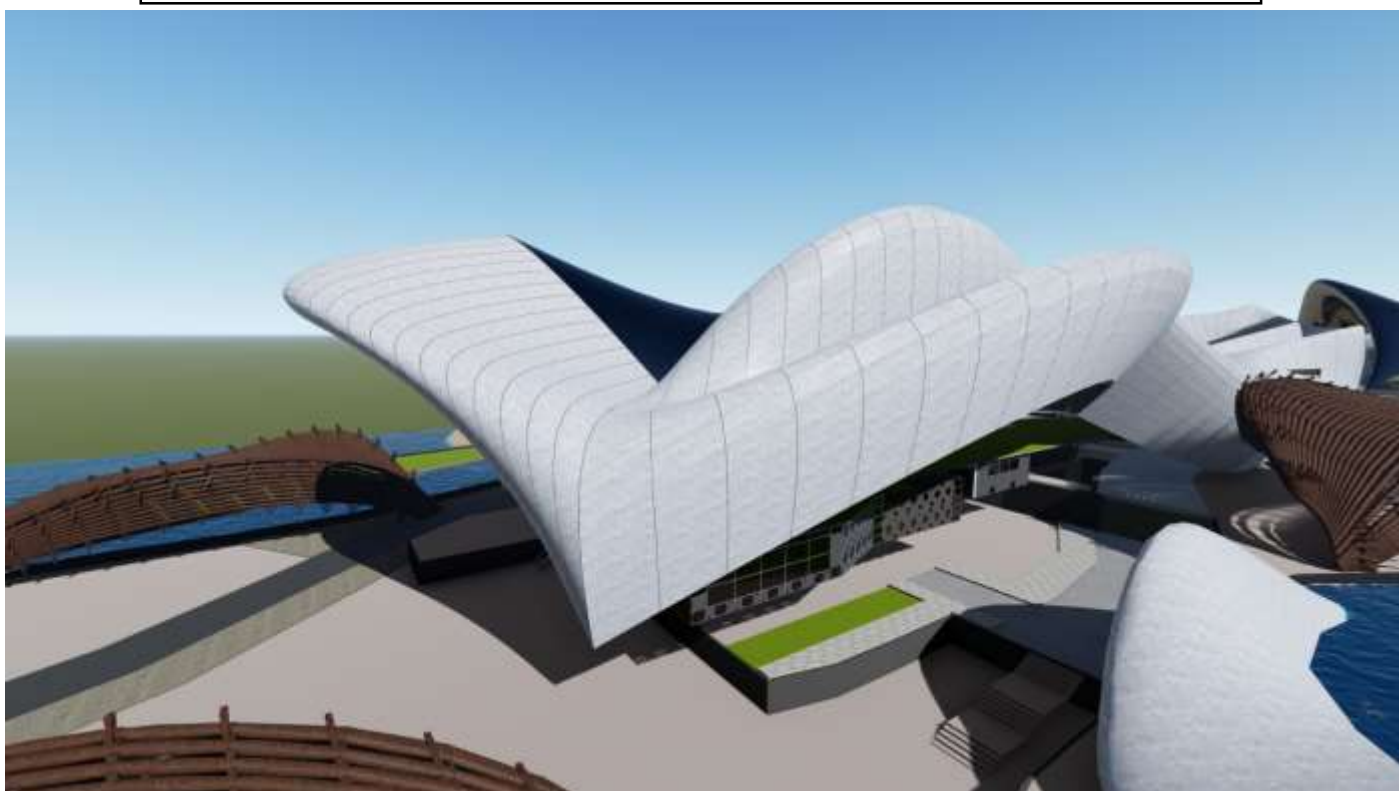


Figure IV-21 vue 3D sur administration, source l'auteur

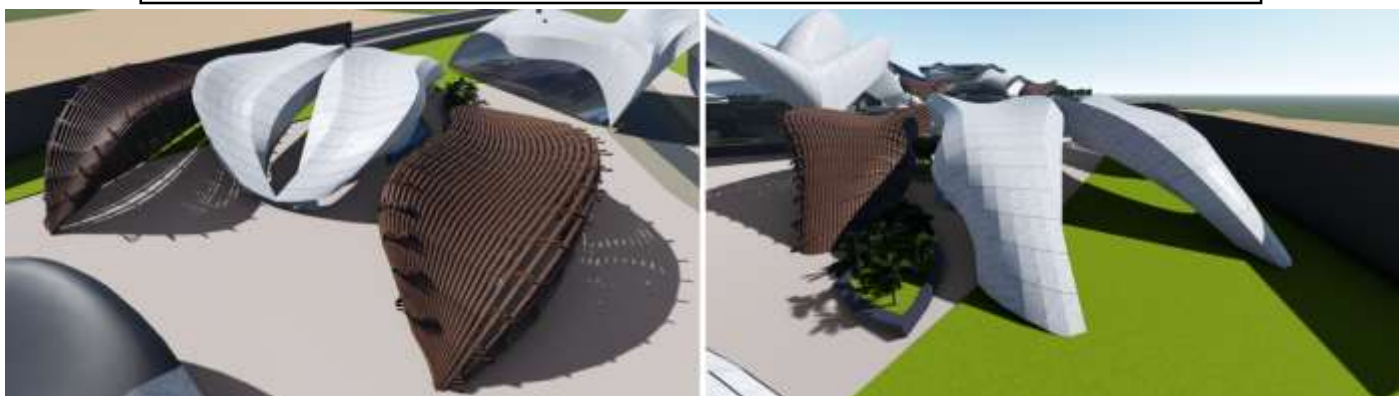


Figure IV-22 vue 3D sur espace de détente, source l'auteur

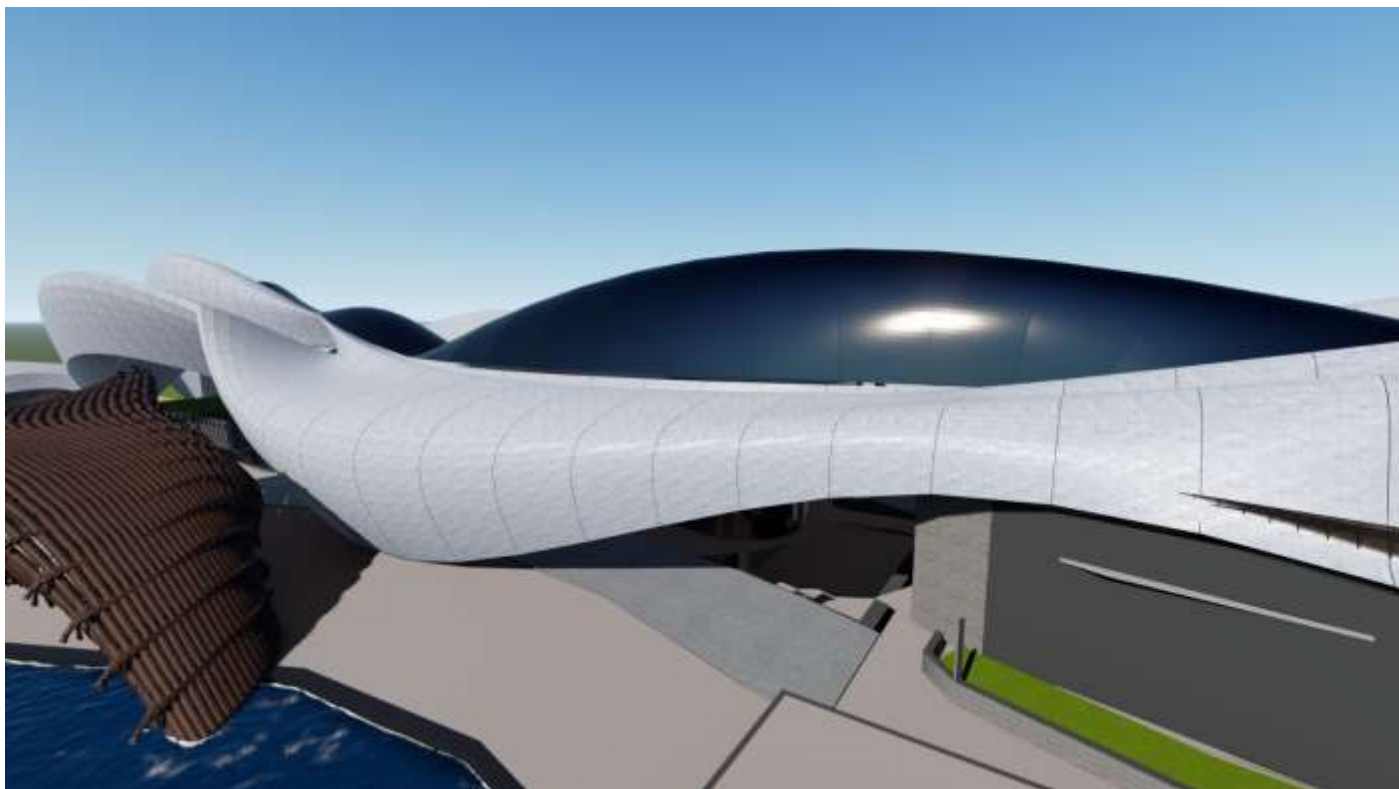


Figure IV-23 vue 3D sur l'entité pédagogique, source l'auteur

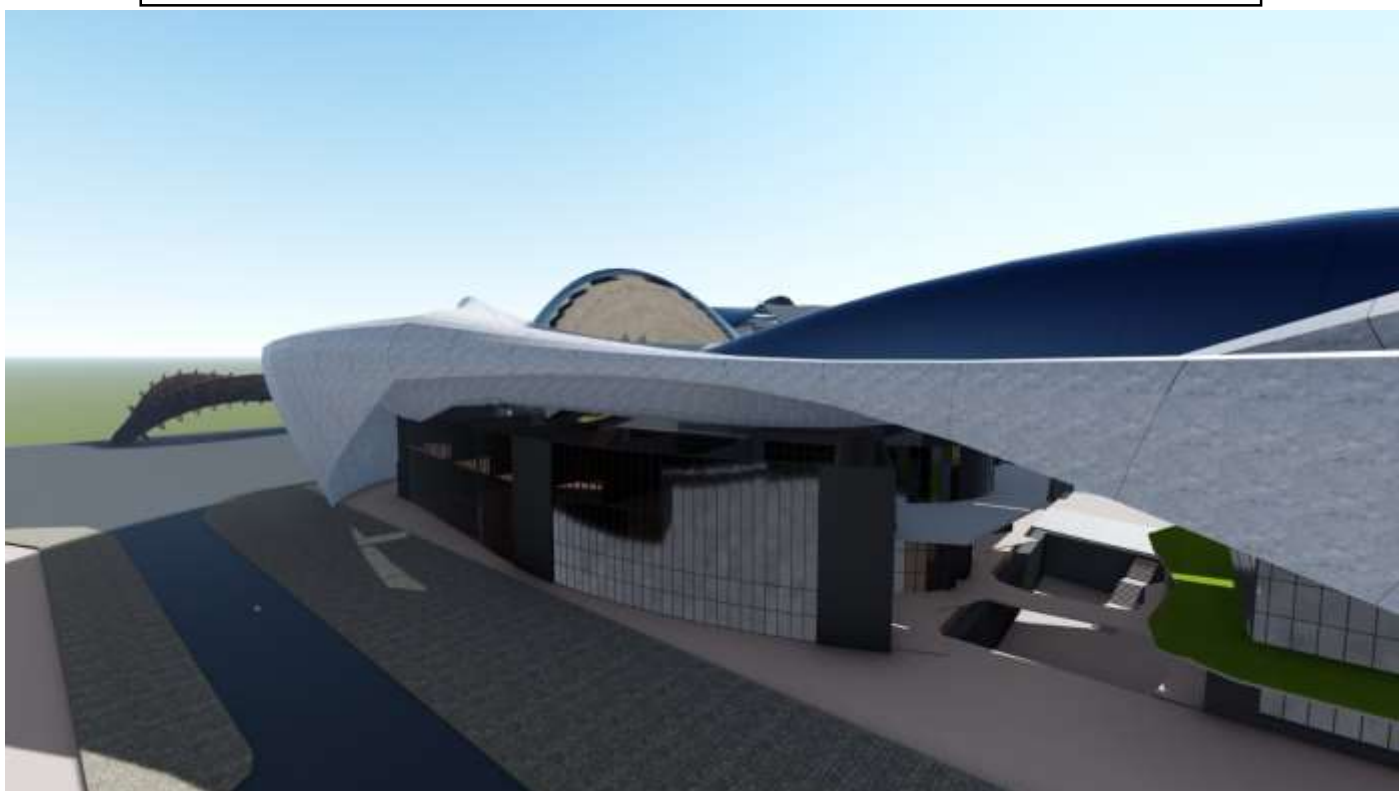


Figure IV-24 vue 3D des ateliers, source l'auteur

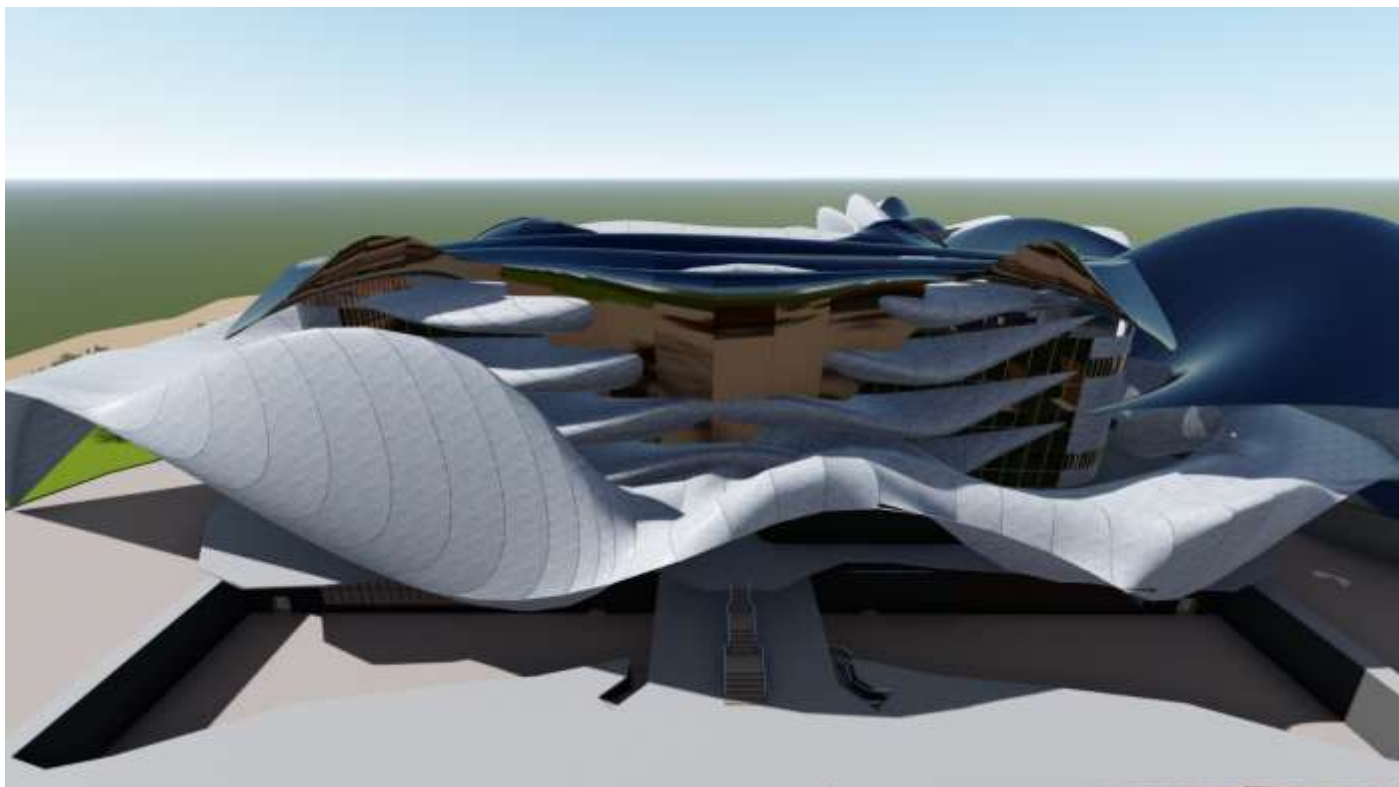


Figure IV-25 vue 3D du bloc « loisir, restauration, hébergement », source l'auteur

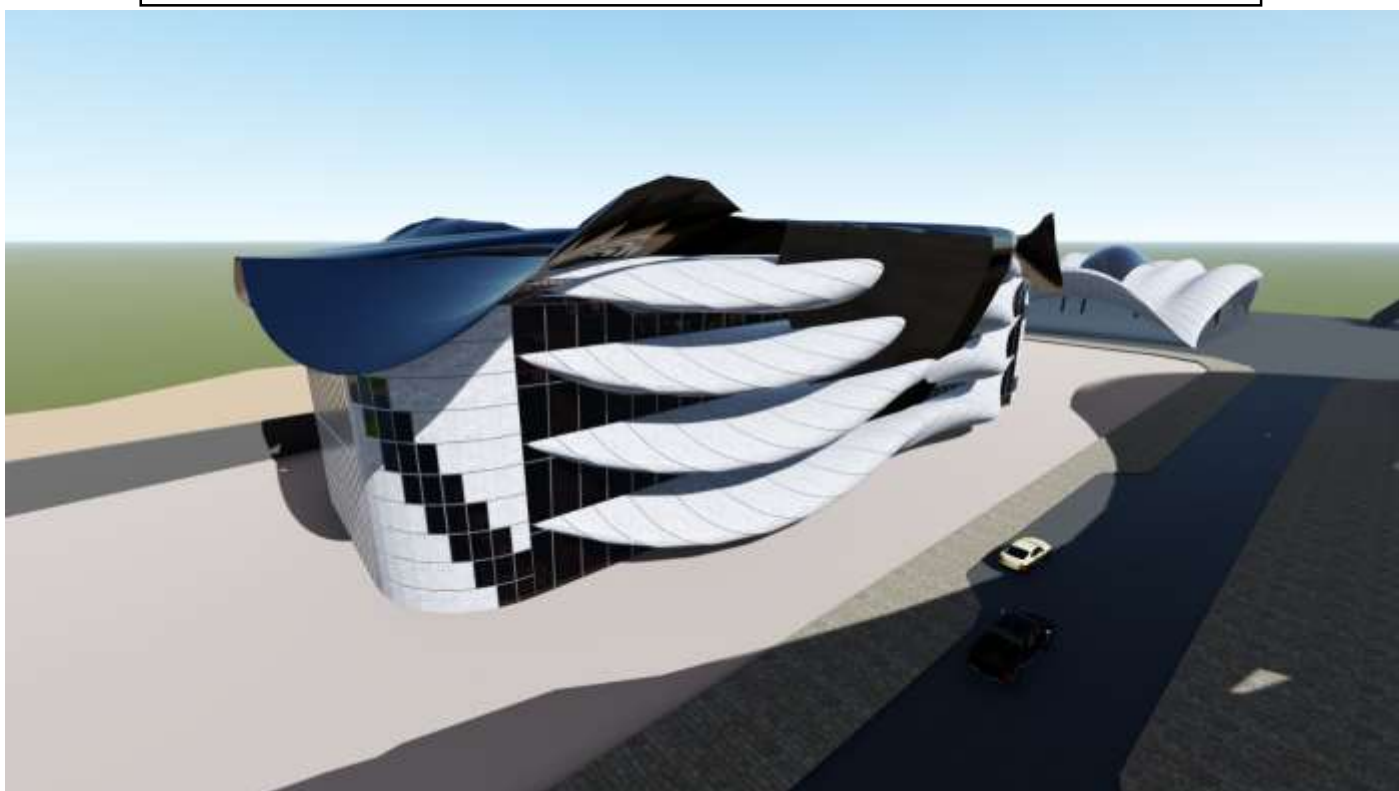


Figure IV-26 vue 3D des logements, source l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

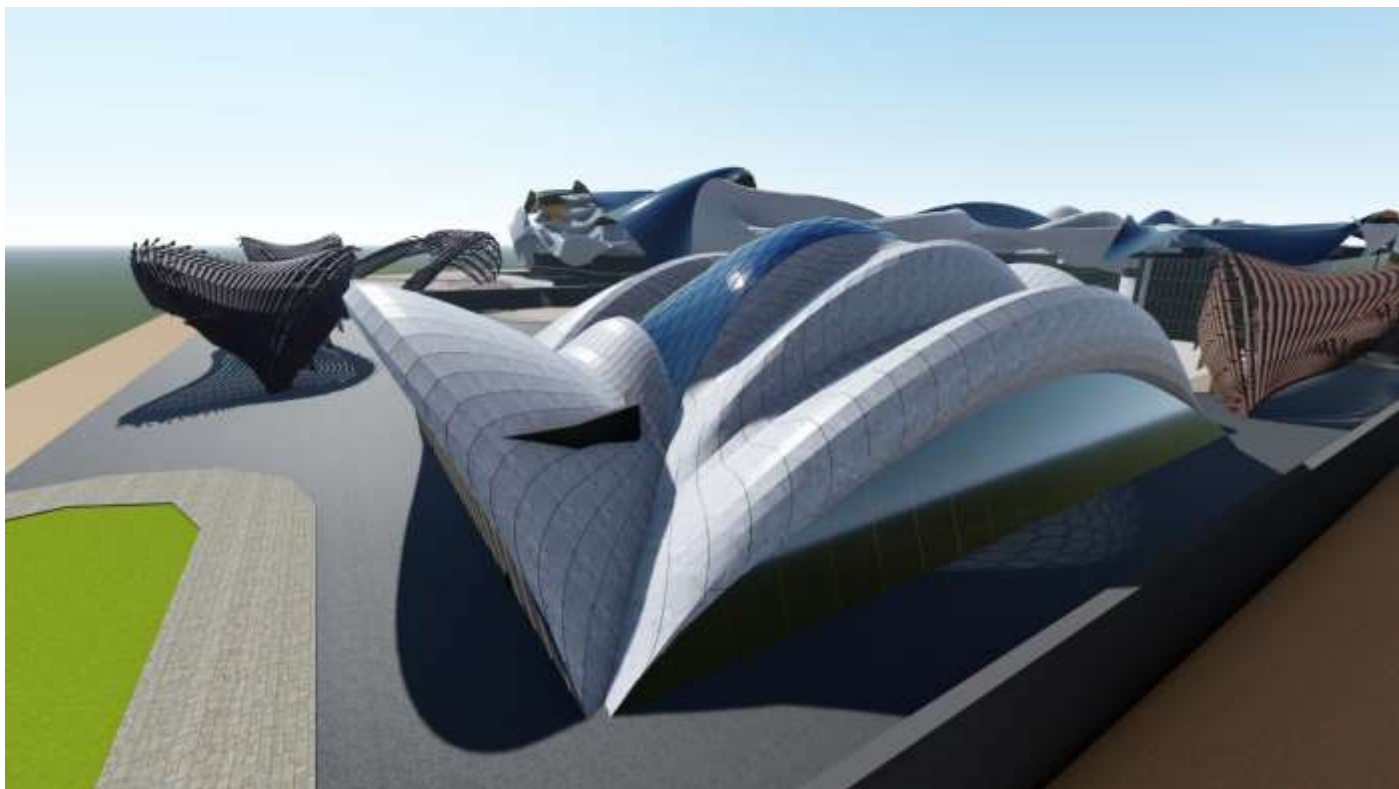


Figure IV-27 vue 3D du centre d'énergie et services, source l'auteur



Figure IV-28 vue 3D sur les lieux de rencontres, source l'auteur

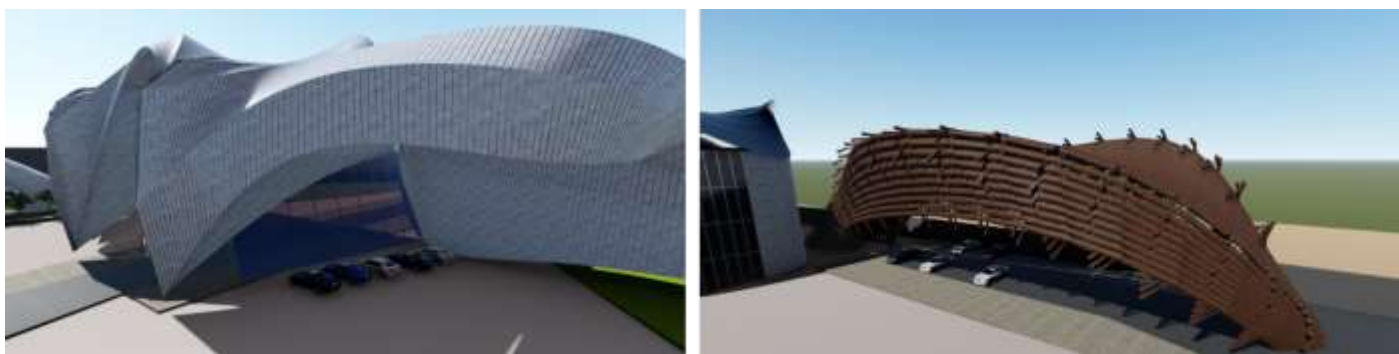


Figure IV-29 vue 3D des parkings, source l'auteur

## 2.2. Plans de distributions

Vu la morphologie du terrain, on va essayer de présenter les différents plans de distributions selon les niveaux pour mieux faciliter la lecture :

- Niveau +3.00 :

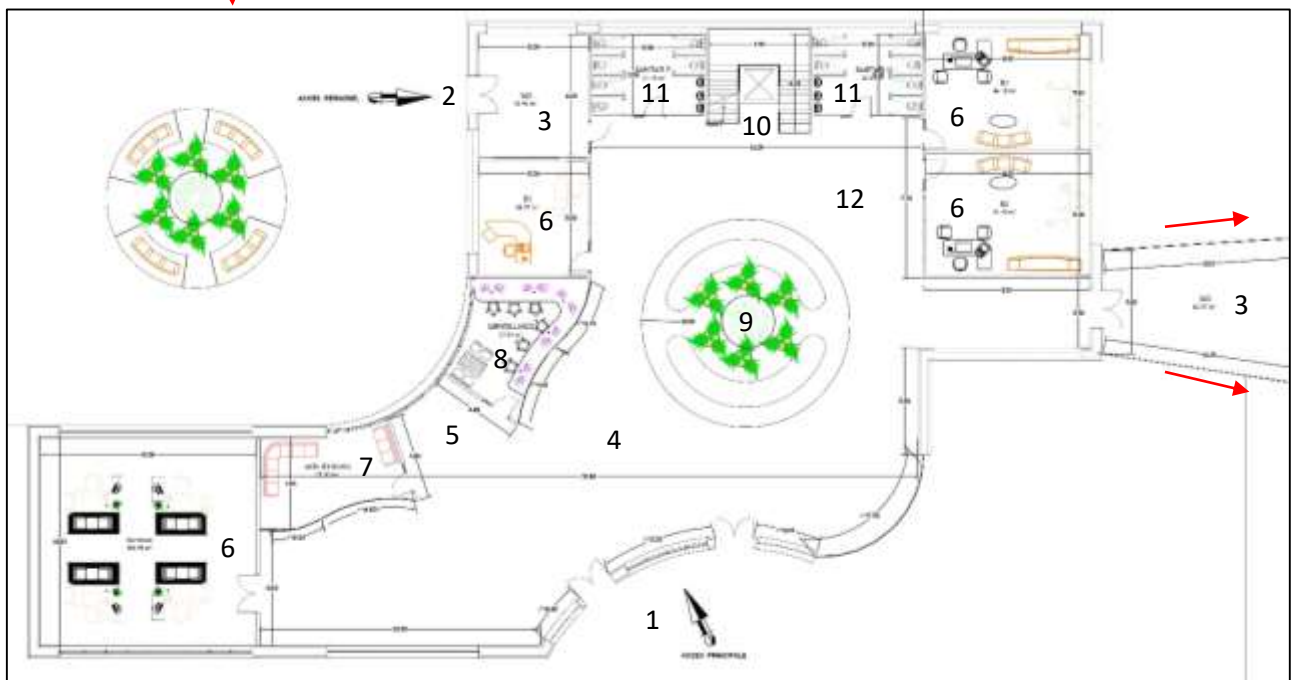
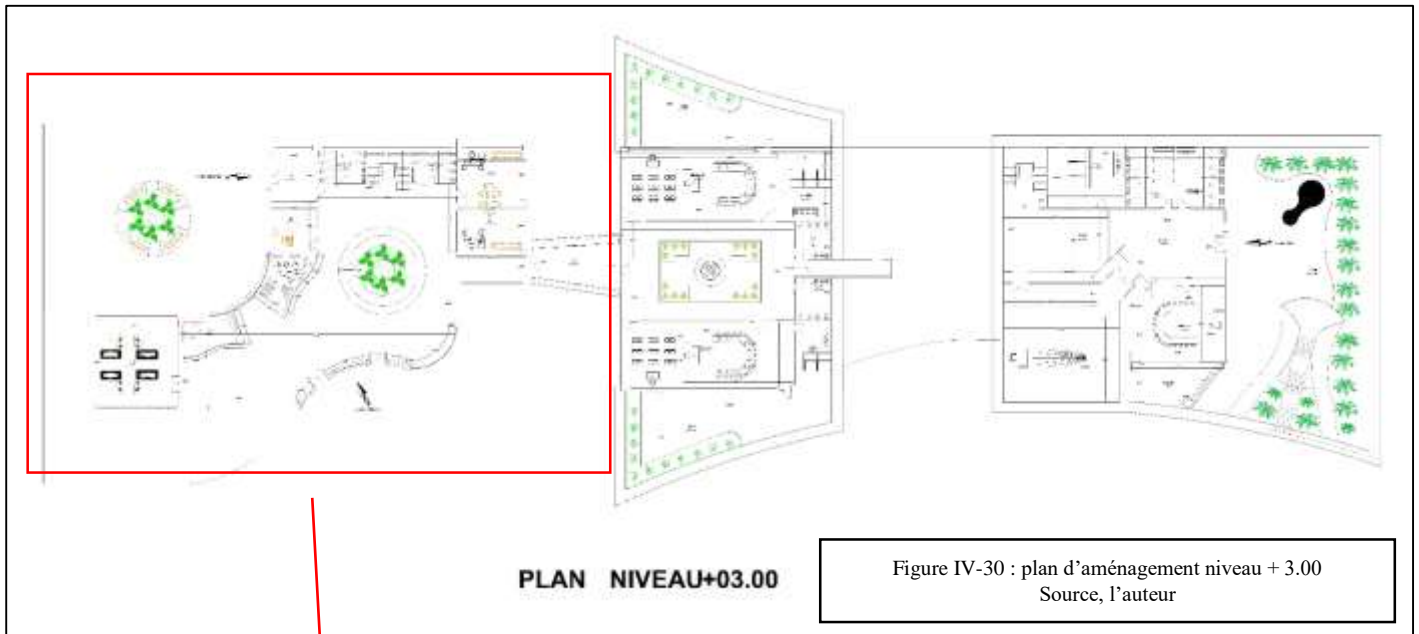
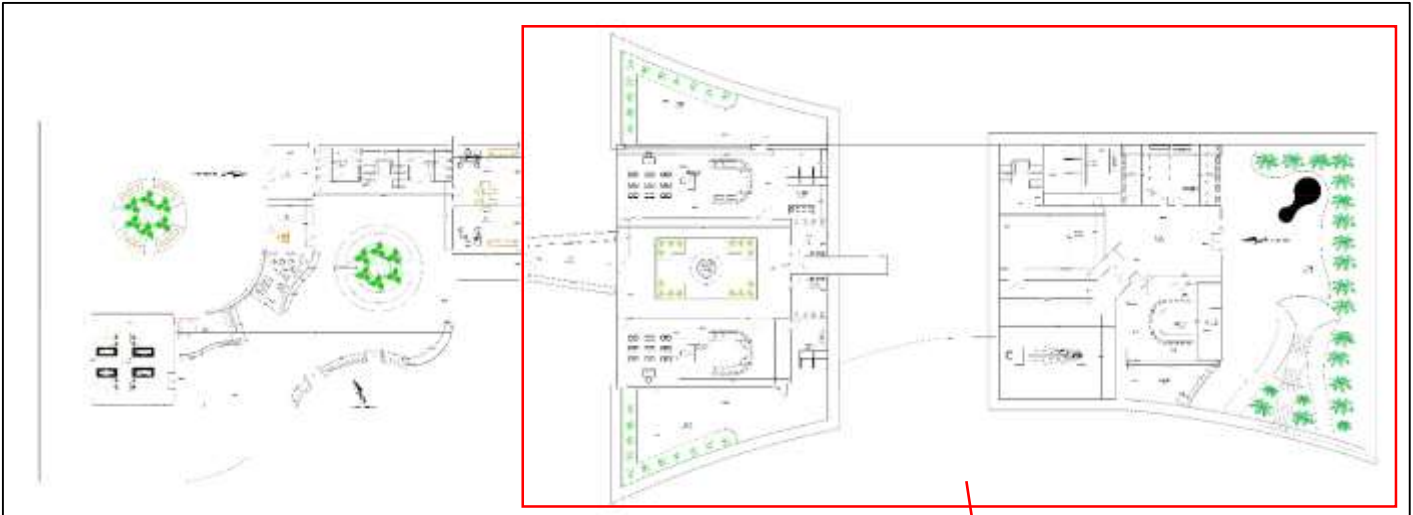


Figure IV-31 : plan d'aménagement agrandis de l'administration  
Niveaux + 3.00  
Source, l'auteur

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. Entré              | 7. Salle d'attente       |
| 2. Entré du personnel | 8. Salle de surveillance |
| 3. SAS                | 9. Jeux d'eau            |
| 4. Hall d'entrée      | 10. Escalier + ascenseur |
| 5. Accueil            | 11. Sanitaire            |
| 6. Bureau             | 12. Mezzanine            |

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET



Partie enterrer

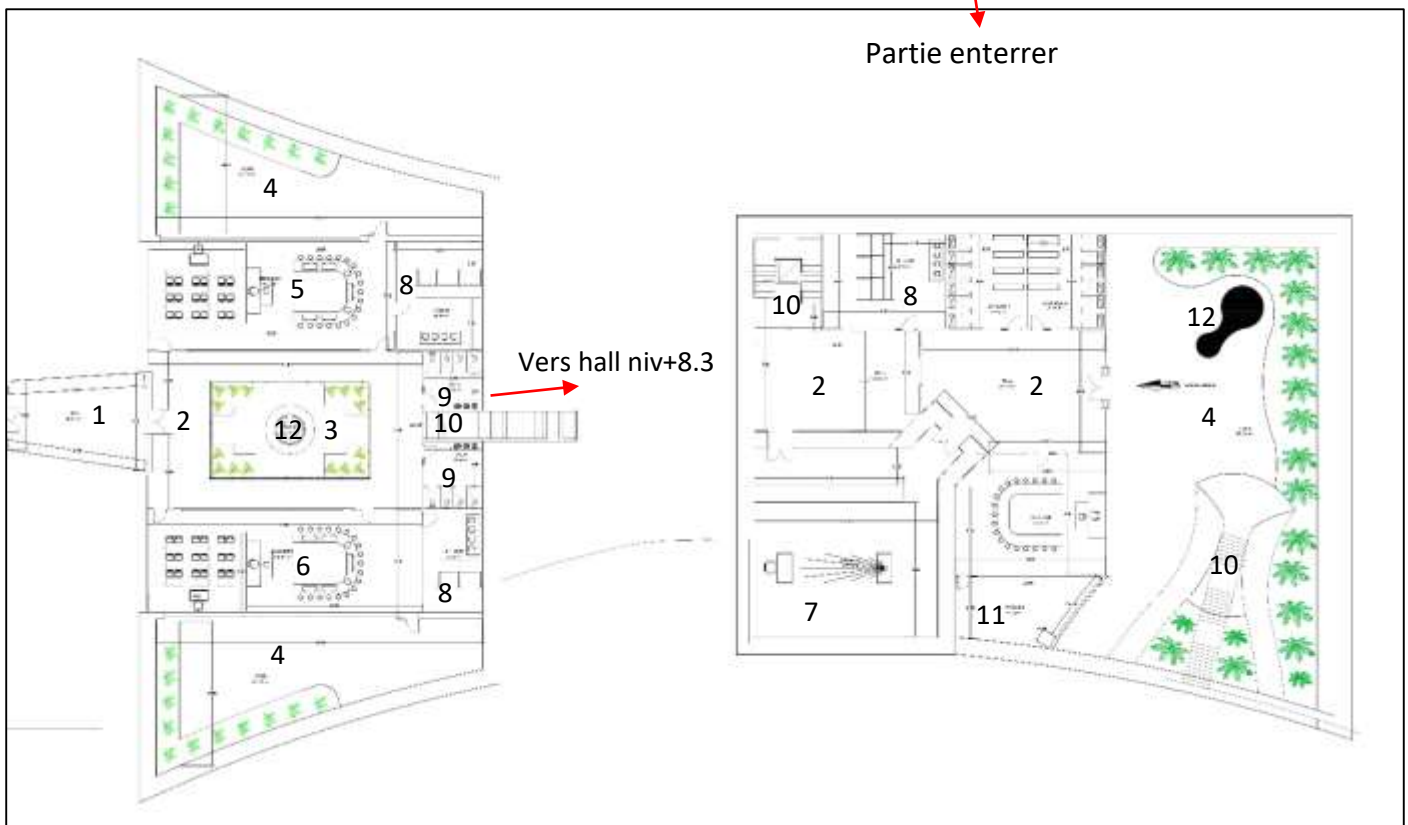
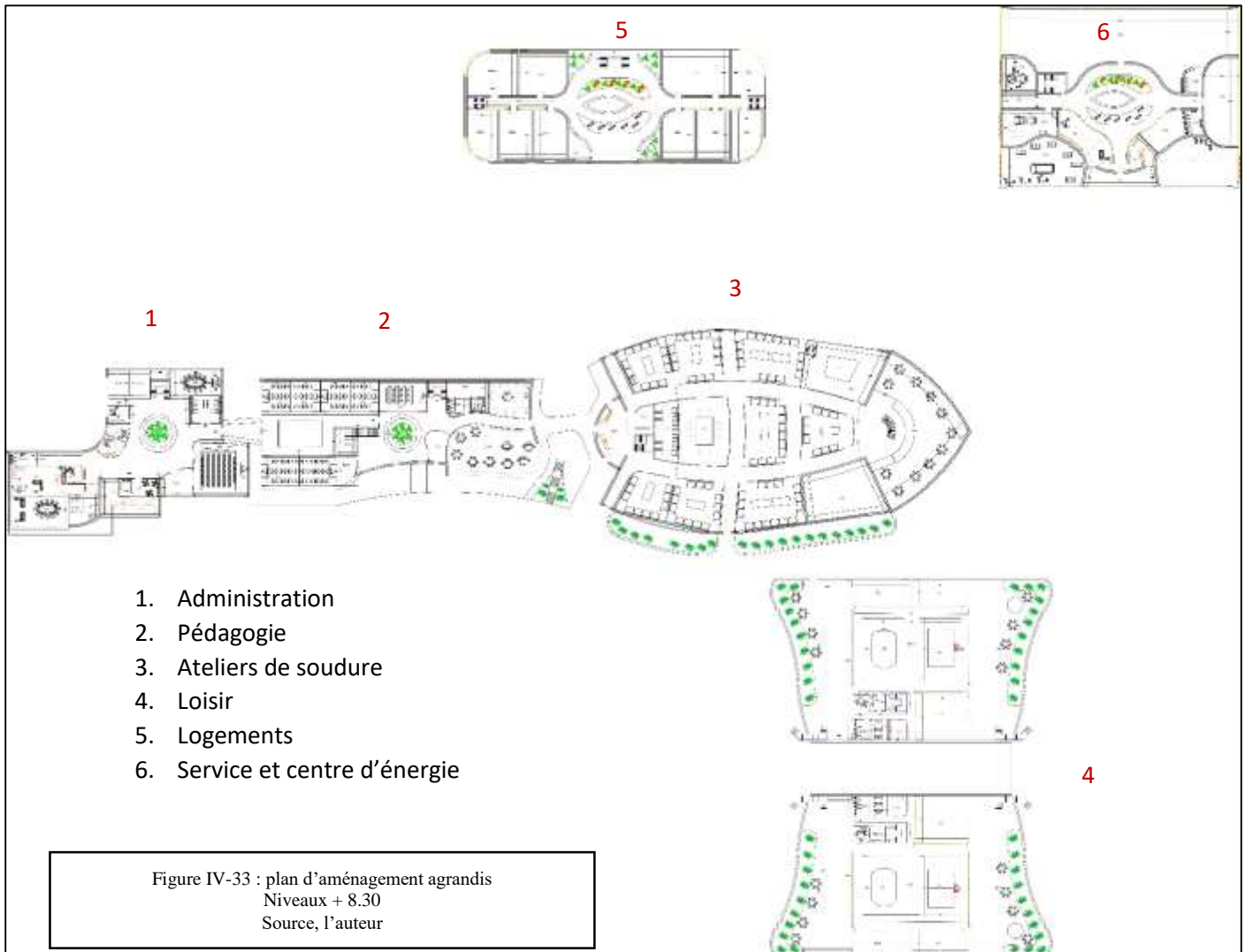


Figure IV-32 : plan d'aménagement agrandis des laboratoires  
Niveaux + 3.00  
Source, l'auteur

- |                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| 1. SAS d'entrée  | 7. Blockhaus             |
| 2. Hall          | 8. Chambre noir          |
| 3. Patio         | 9. sanitaire             |
| 4. Cours         | 10. Escalier + ascenseur |
| 5. Labo ressuage | 11. Magasin              |
| 6. Labo magnéto  | 12. Point d'eau          |

Ce niveau englobe le RDC de l'administration et le niveau inférieur de l'entité pédagogique, ces deux entités sont liées par un SAS, la circulation verticale est assurée par des escaliers et des ascenseurs « 10 », les patios, les cours et la mezzanine qui est surplombé par l'atrium ainsi que les point d'eau à l'intérieur assure l'éclairage naturel et la ventilation ainsi que le refroidissement par évaporation. La partie du blockhaus est totalement enterrer ainsi que les chambres noires qui exigent l'absence totale de la lumière du jour.

- Niveau +8.30 :



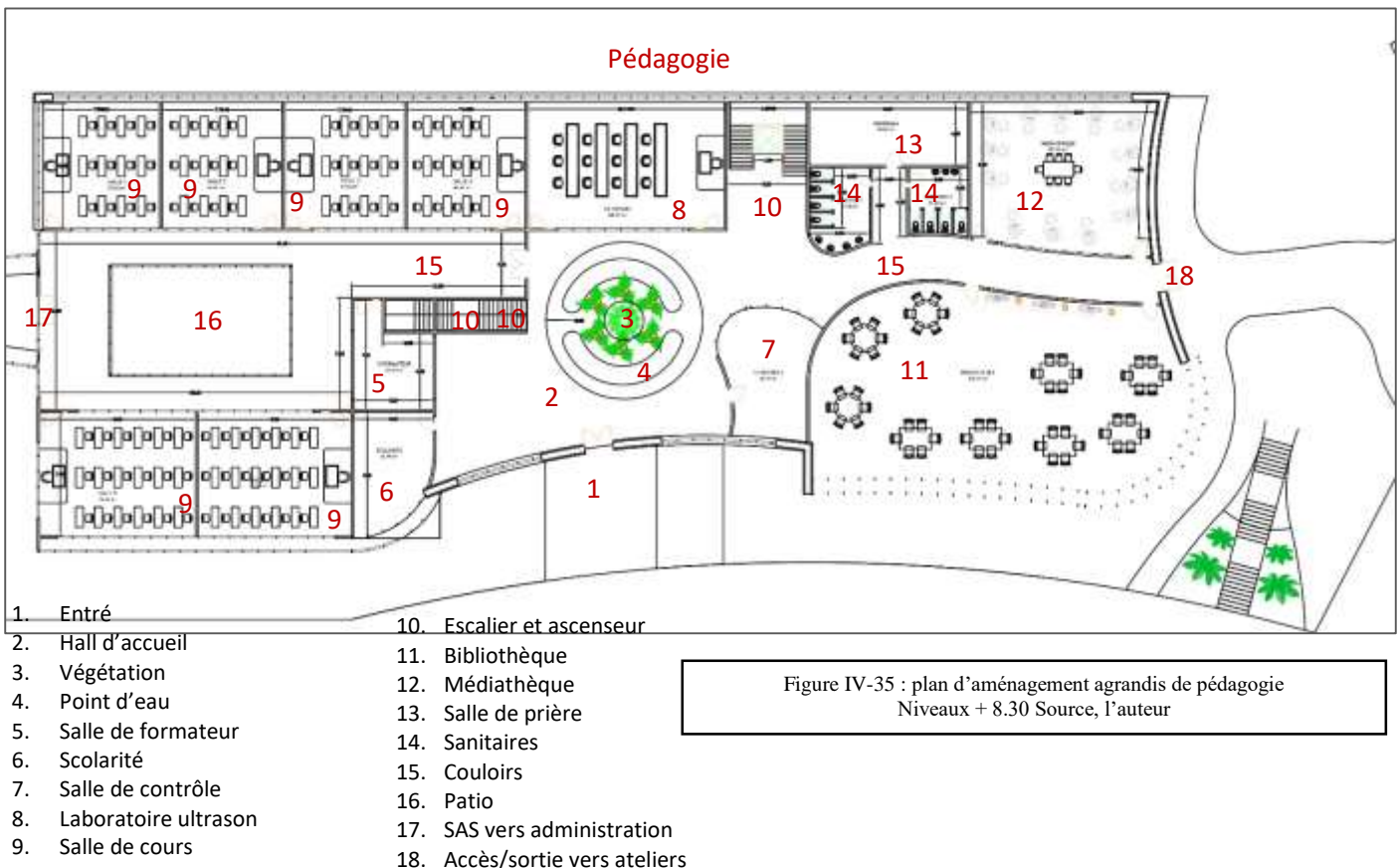
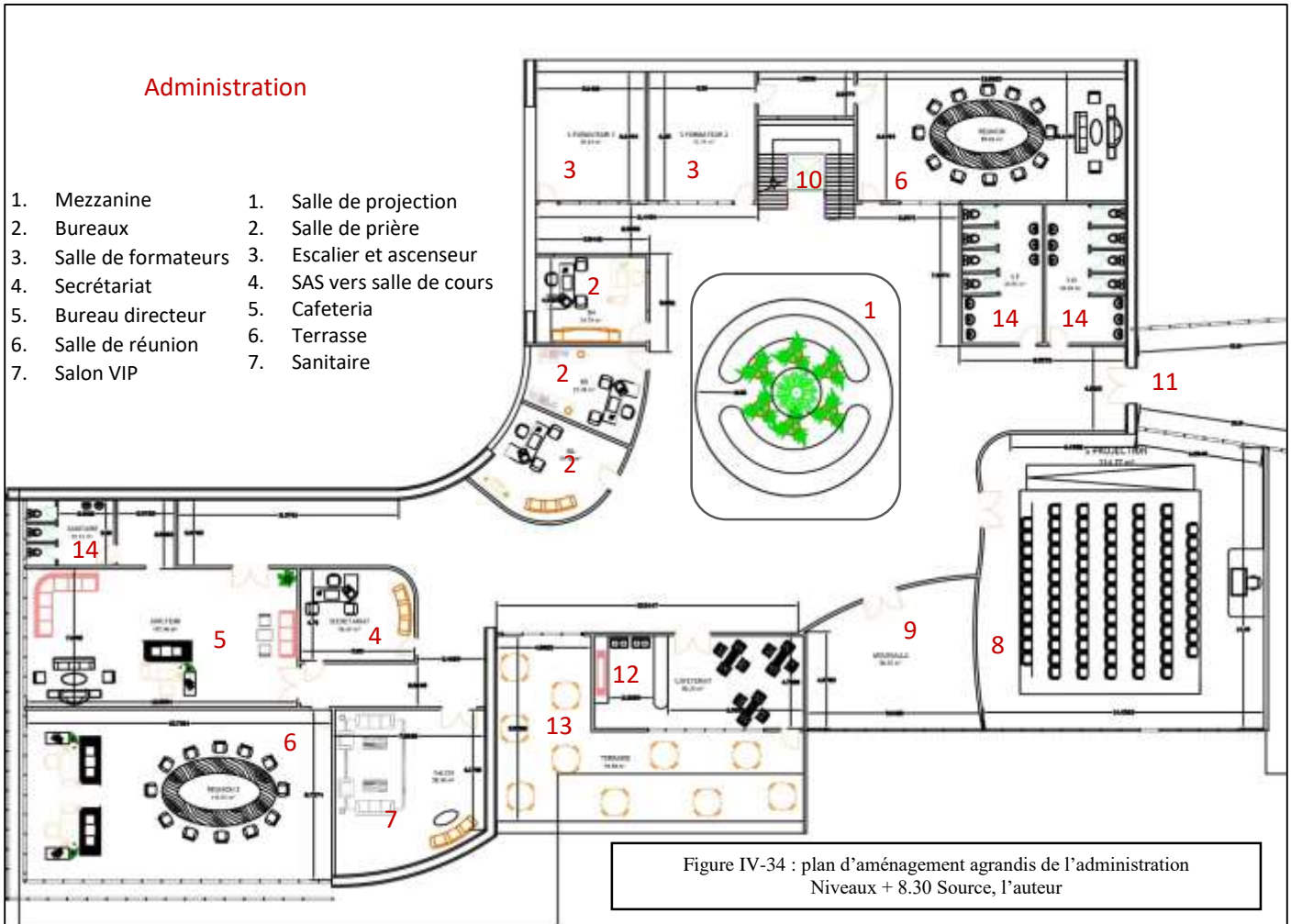
Ce niveau s'identifie par la présence de tous les blocs qui constituent le projet, la circulation horizontale entre les éléments « 1 », « 2 », « 3 » est assuré par des couloirs de 2.4m de largeur.

On retrouve le bureau du directeur à ce niveau ainsi qu'une salle de projection dédié pour rassembler l'administration et l'entité pédagogique, le lien entre ces deux entités se fait aussi par un SAS, les halls d'accueils sont conçus dans élément comme une source de lumière et un moyen de refroidissement passif, mais sont disposé à gérer la circulation horizontale en jouant le rôle de distribution entre les espaces intérieurs.

Les ateliers de soudure sont conçus en deux niveaux qui communiquent par la présence d'une mezzanine, les ateliers qui offrent des formations de soudage manuel sont orientés vers le nord car ils n'ont besoin que de la lumière du jour. Le soudage semi-automatique est orienté vers la façade sud et traité par des ouvertures vu la présence des niches de gaz d'argan et de Co2. Le soudage automatique se trouve au milieu pour bénéficier de la hauteur à disposition de la machine de soudage automatique.

L'entité de loisir est divisée entre les deux sexes pour la sainteté qui est un élément sociale majeurs, contient des salles de sport, des piscines et des accès directs vers les niveaux supérieurs. Conçu par l'axe de symétrie, cette partie est éclairer et refroidis par la présence des cours à l'Est et l'Ouest car par rapport au bloc « 4 », elle se situe dans le niveau inférieur, on y accède a cette partie par des escaliers du niveau supérieur qui mènent directement vers les cours.

## IV. LA CONCEPTION DU PROJET



## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

### Ateliers de soudure



Figure IV-36 : plan d'aménagement agrandi de pédagogie  
Niveaux + 8.30 Source, l'auteur

## IV. LA CONCEPTION DU PROJET

### Entité de loisirs

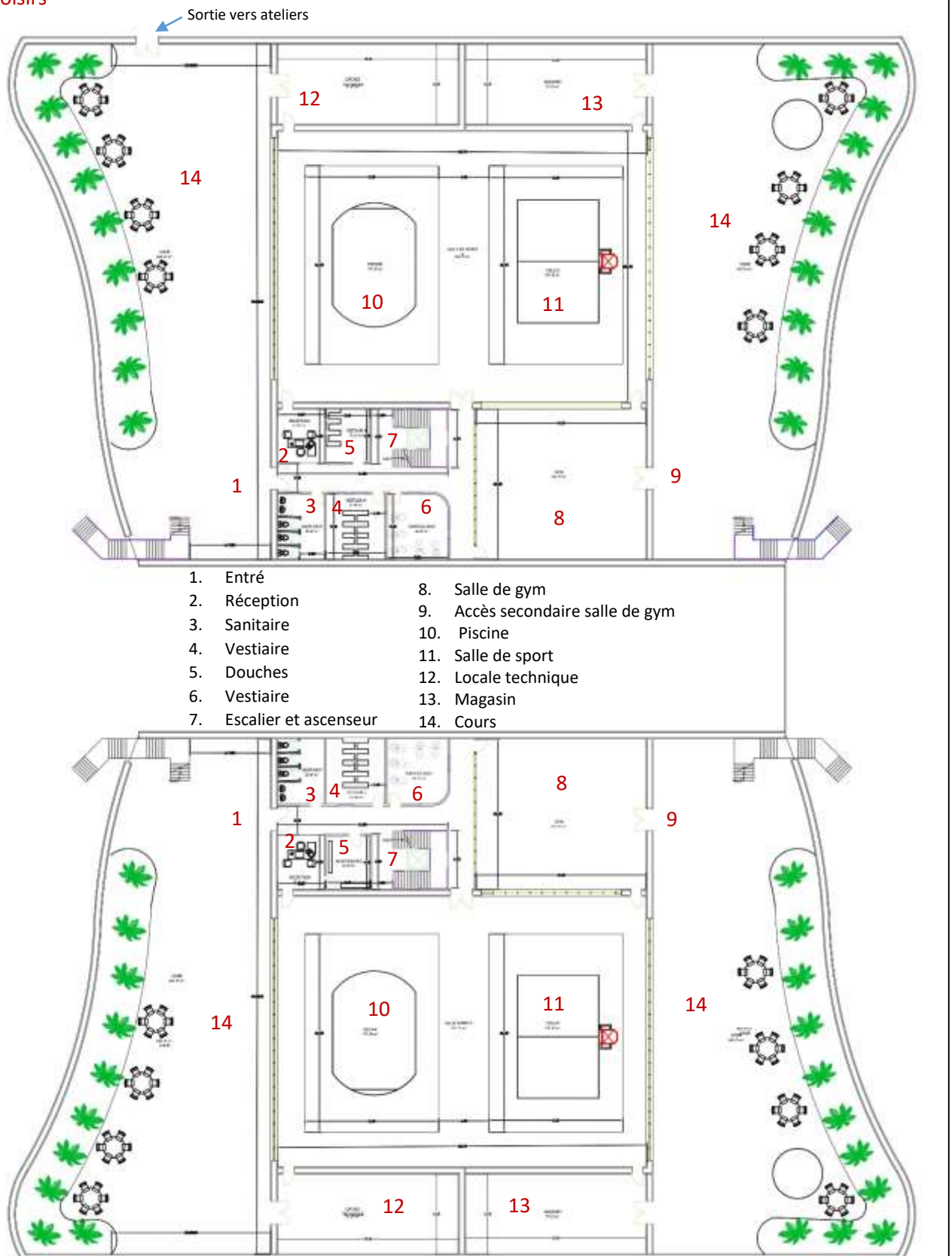


Figure IV-37 : plan d'aménagement agrandis de loisirs  
Niveaux + 8.30 Source, l'auteur

## IV. LA CONCEPTION DU PROJET

### Logements



Figure IV-38 : plan d'aménagement agrandis de logements  
Niveaux + 8.30 Source, l'auteur

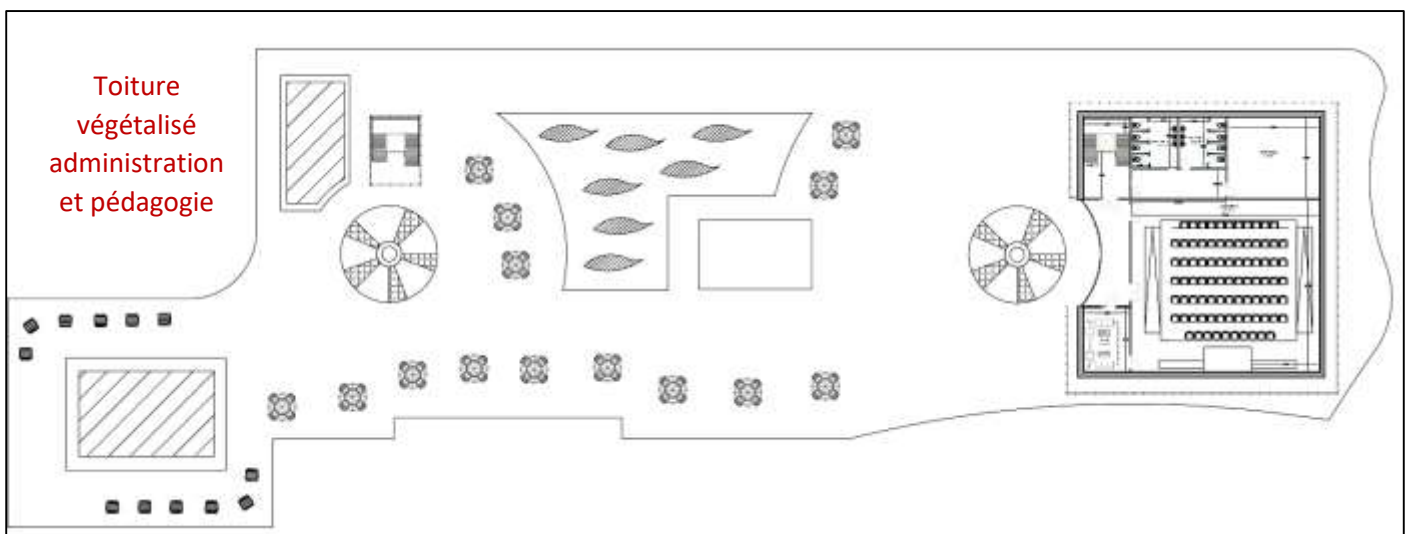
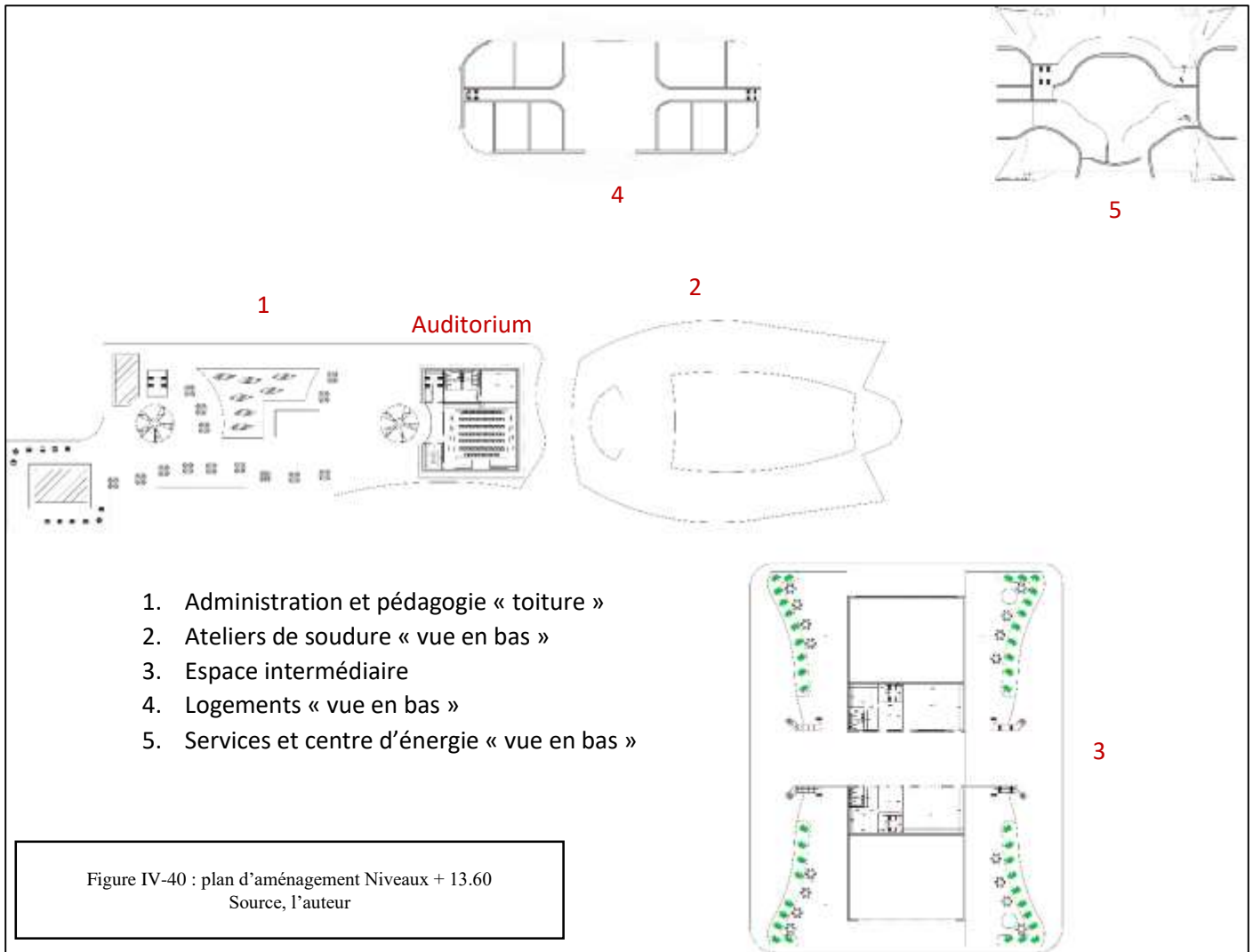
### Services et centre d'énergie



Figure IV-39 : plan d'aménagement agrandis de services et centre d'énergie  
Niveaux + 8.30 Source, l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

- Niveau +13.60



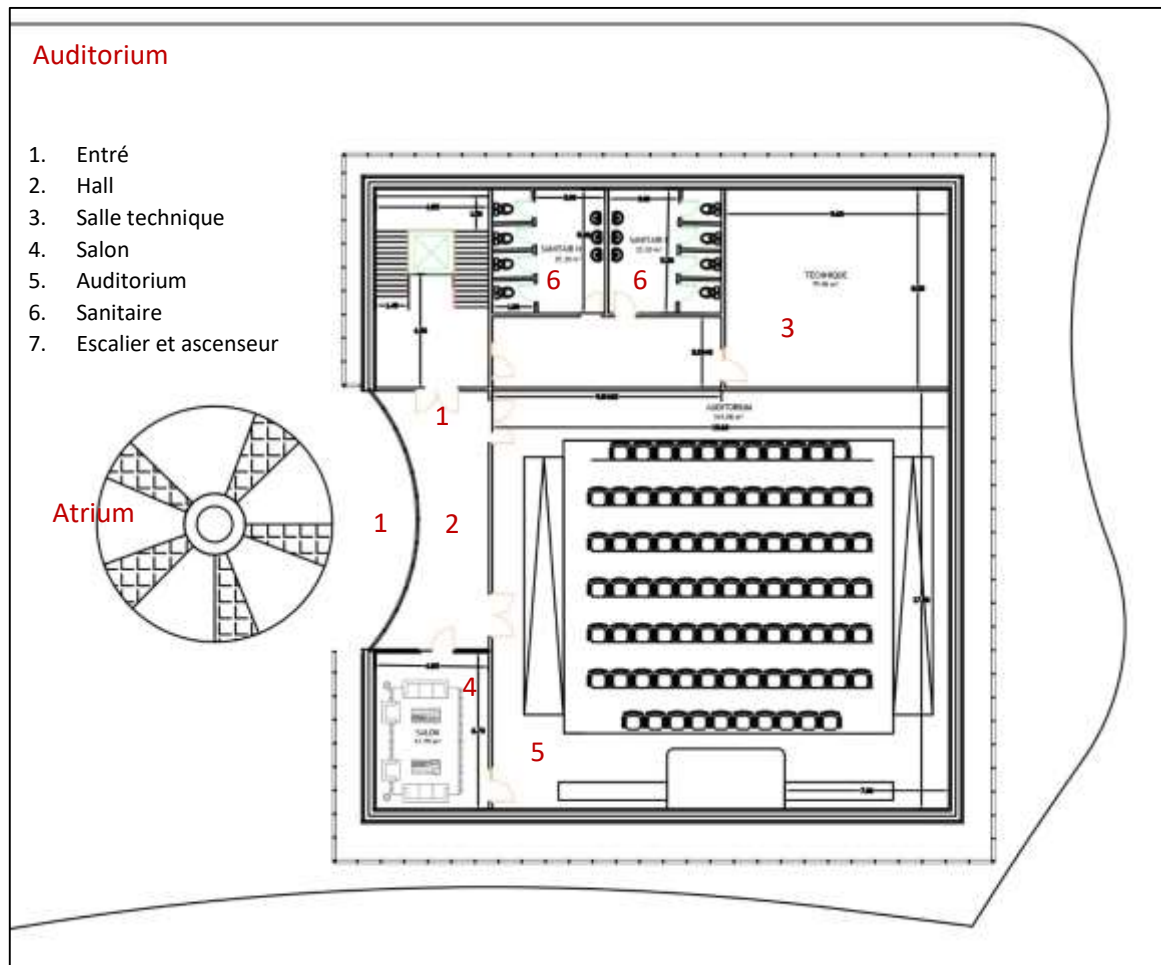


Figure IV-42 : plan d'aménagement agrandis de l'auditorium  
Niveaux + 13.60. Source, l'auteur

L'auditorium se trouve au même niveau que la toiture végétalisée avec une capacité d'accueil de 100 personnes d'une surface totale de 340m<sup>2</sup>, de l'autre côté on a l'espace intermédiaire entre la partie de loisir et la restauration qui contient une galerie, un passage entre l'Ouest et l'Est.

Ce passage qui dispose de 2 laveries et un accès pour chaque bloc d'hébergement « homme/femme », s'est créé à partir du décalage de niveau qui se trouve dans l'entité de loisir. La salle de sport qui contient la piscine fait 8.3m de hauteur tandis que les espaces qui se trouve de l'autre côté « réception, douche, locale d'entretien, salle de gym » Figure IV-43 fait 5.30m de hauteur.

Ce décalage de niveau nous a permis de créer non seulement une percés Est-Ouest mais aussi de créés des espaces tel que les sanitaires, un magasin et un dépôt. Cet espace joue un rôle pour faciliter la circulation dans un terrain accidenté car il dispose d'un ascenseur, les stagiaires non pas besoin d'aller jusqu'à leur accueil au niveau +16.60 pour accéder à leurs chambres.

## Espace intermédiaire

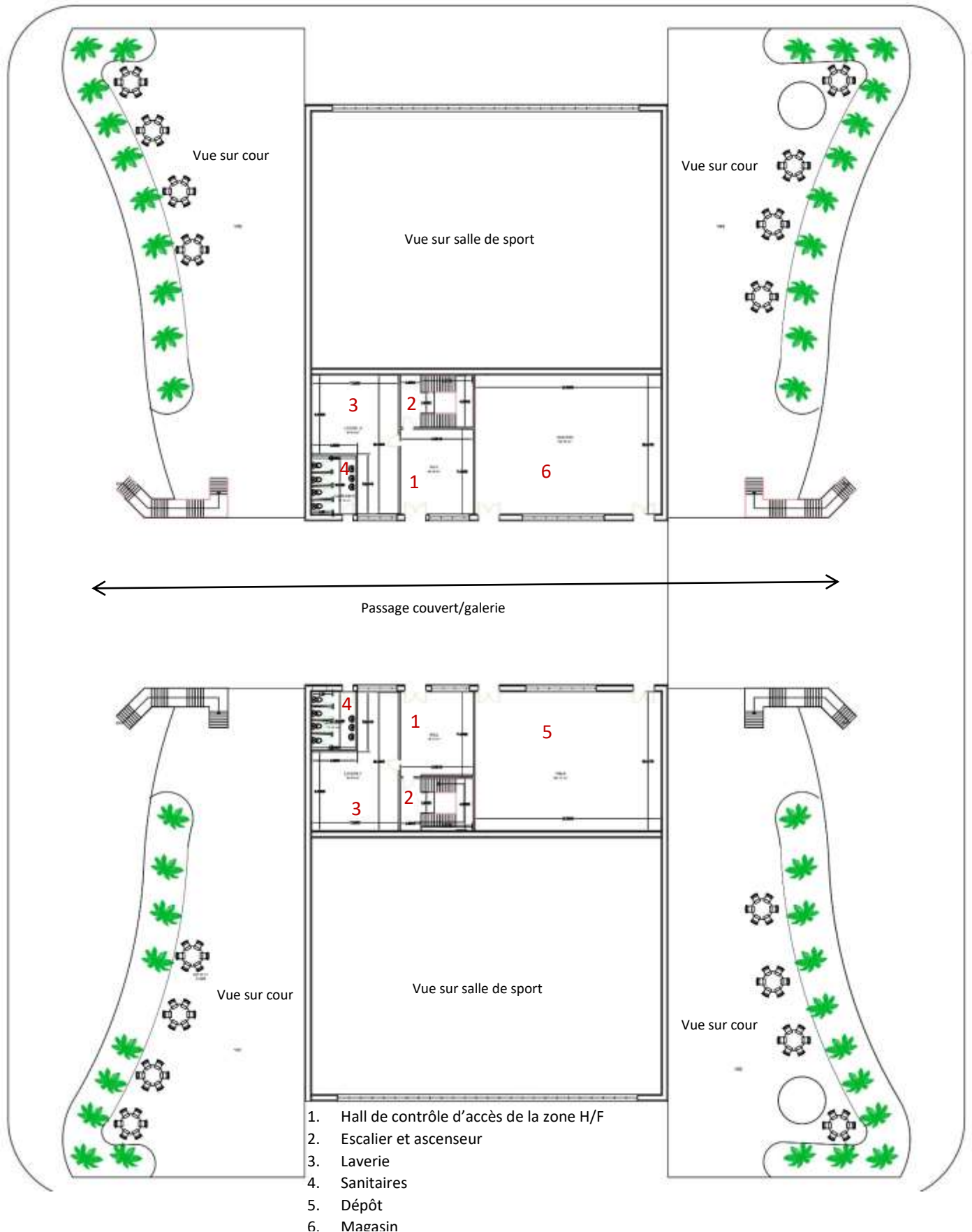
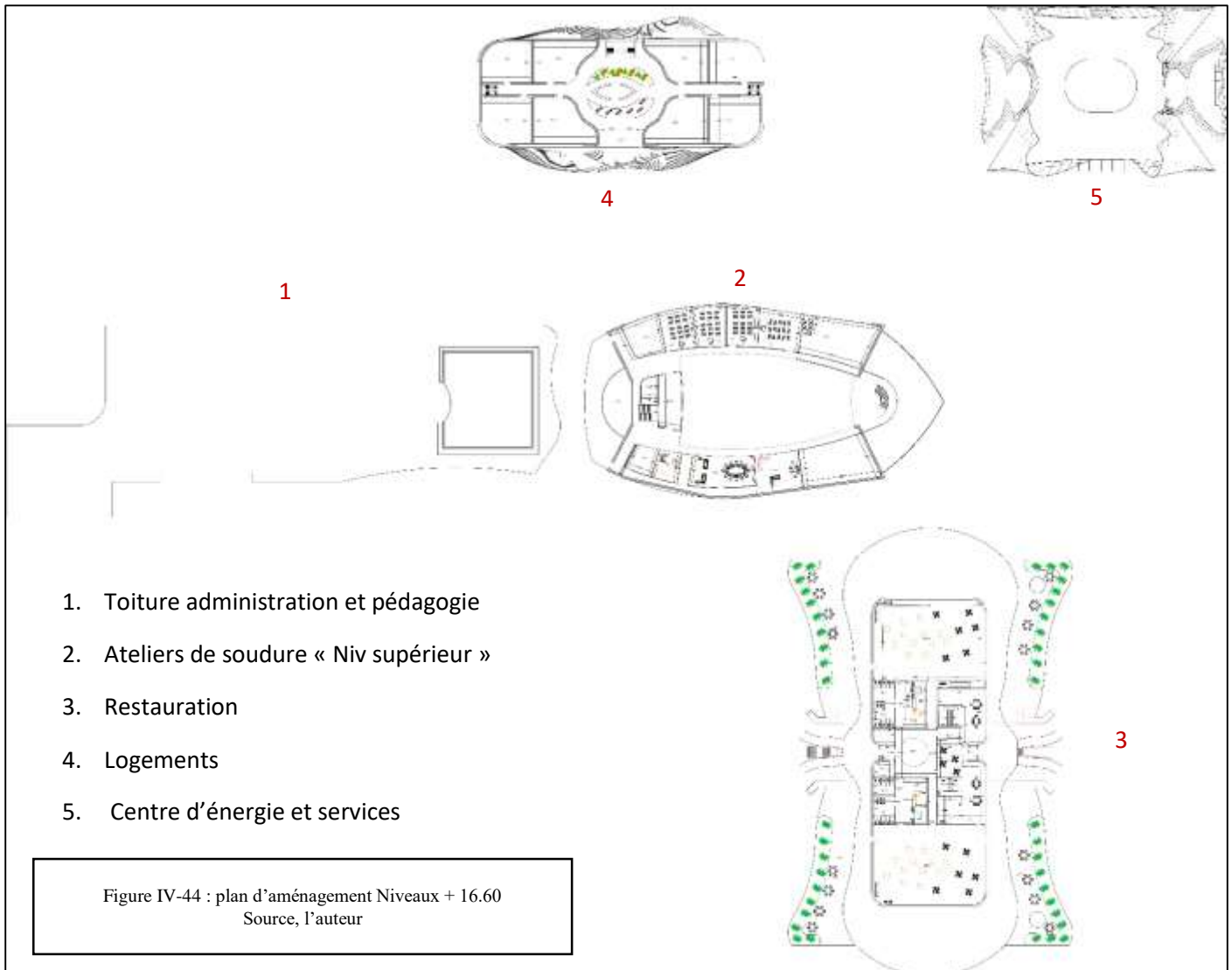


Figure IV-43 : plan d'aménagement agrandis de l'espace intermédiaire  
Niveaux + 13.60. Source, l'auteur

- Niveau +16.60



La partie supérieure des ateliers se trouve à ce niveau, à 8.3m de hauteur, dispose d'une mezzanine pour avoir un contact visuel avec le RDC qui contient les ateliers de pratique. Ce niveau assure les cours théoriques lié au 5 procédés de soudage.

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

### Logements

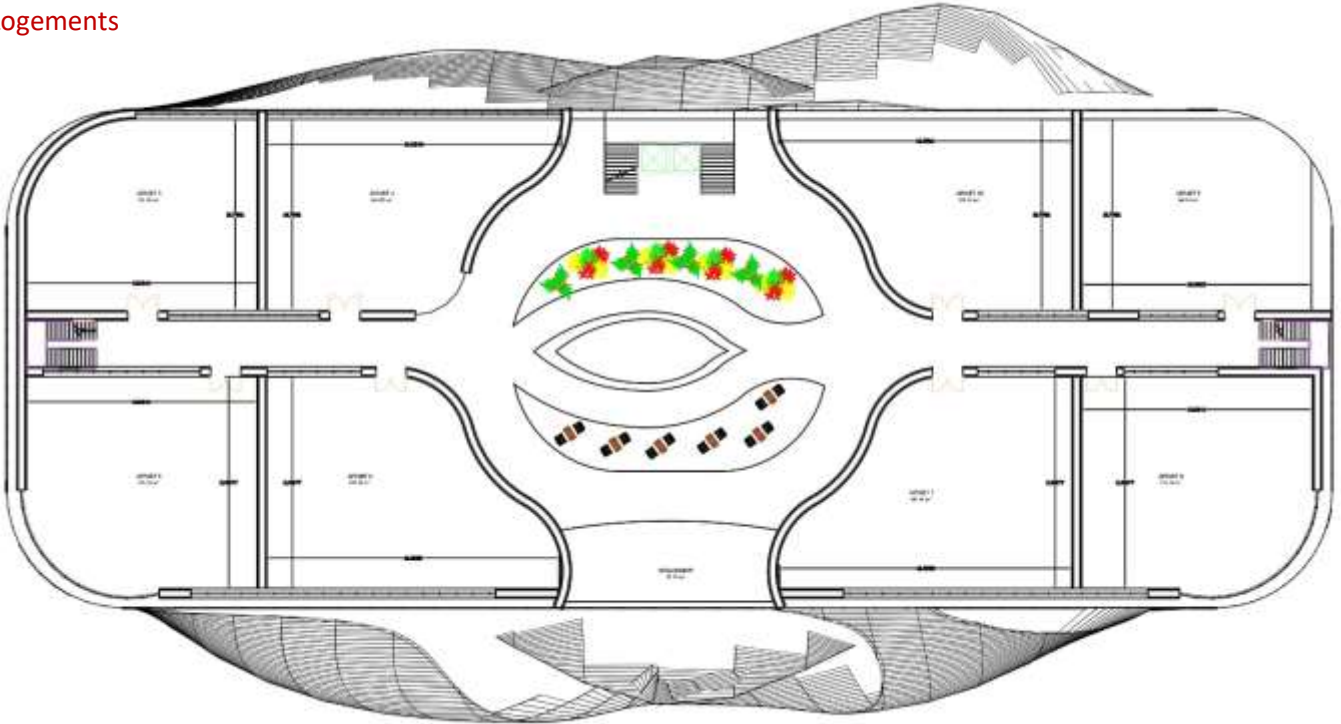
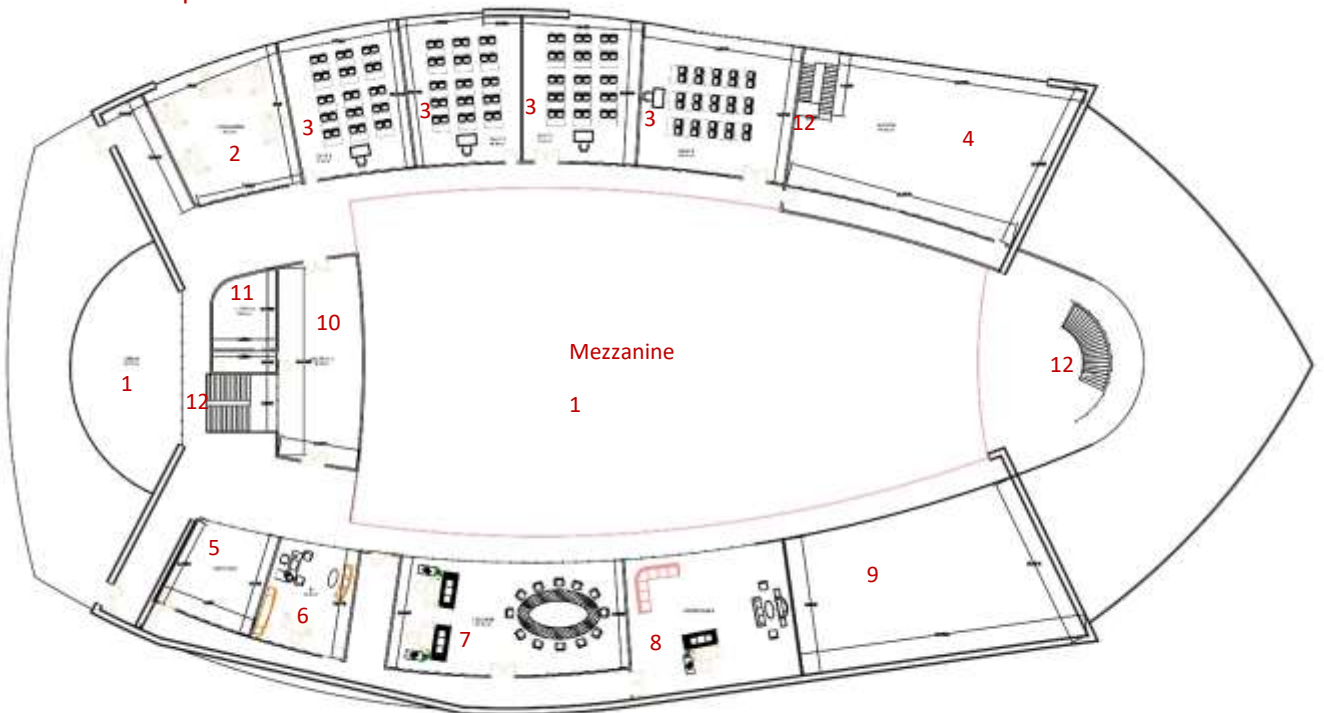


Figure IV-45 : plan d'aménagement agrandis des logements  
Niveaux + 16.60. Source, l'auteur

### Ateliers niveau supérieurs « mezzanine »



- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| 1. Atrium              | 7. Salle de réunion   |
| 2. Salle de formateurs | 8. Bureau responsable |
| 3. Salle de cours      | 9. Vide               |
| 4. Magasin             | 10. Salle de prière   |
| 5. Logistique          | 11. Sanitaires        |
| 6. Bureau              | 12. Escaliers         |

Figure IV-46 : plan d'aménagement agrandis des ateliers  
Niveaux + 16.60. Source, l'auteur

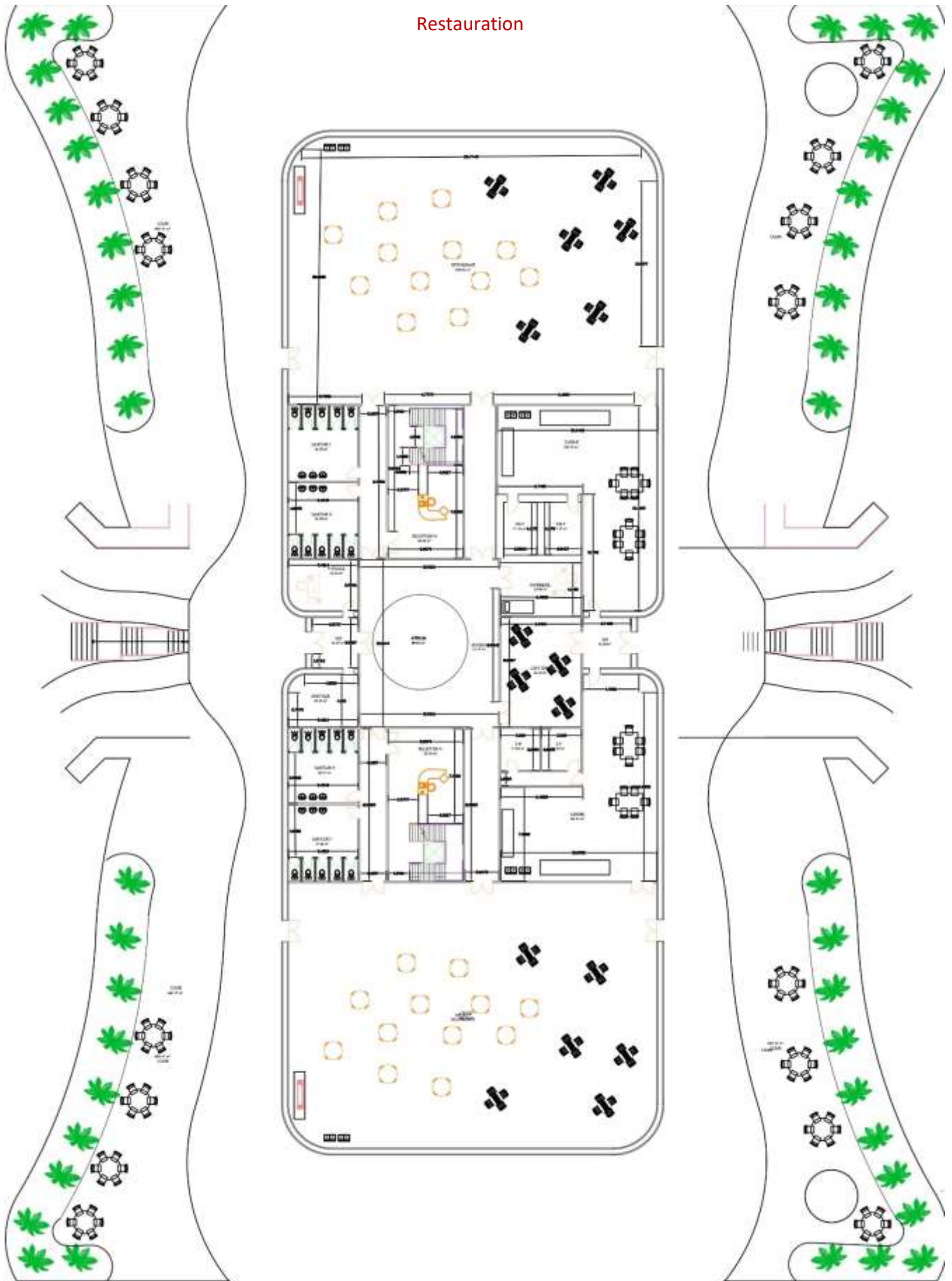


Figure IV-47 : plan d'aménagement agrandis de restauration  
Niveaux + 16.60. Source, l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

- Niveau +22.00

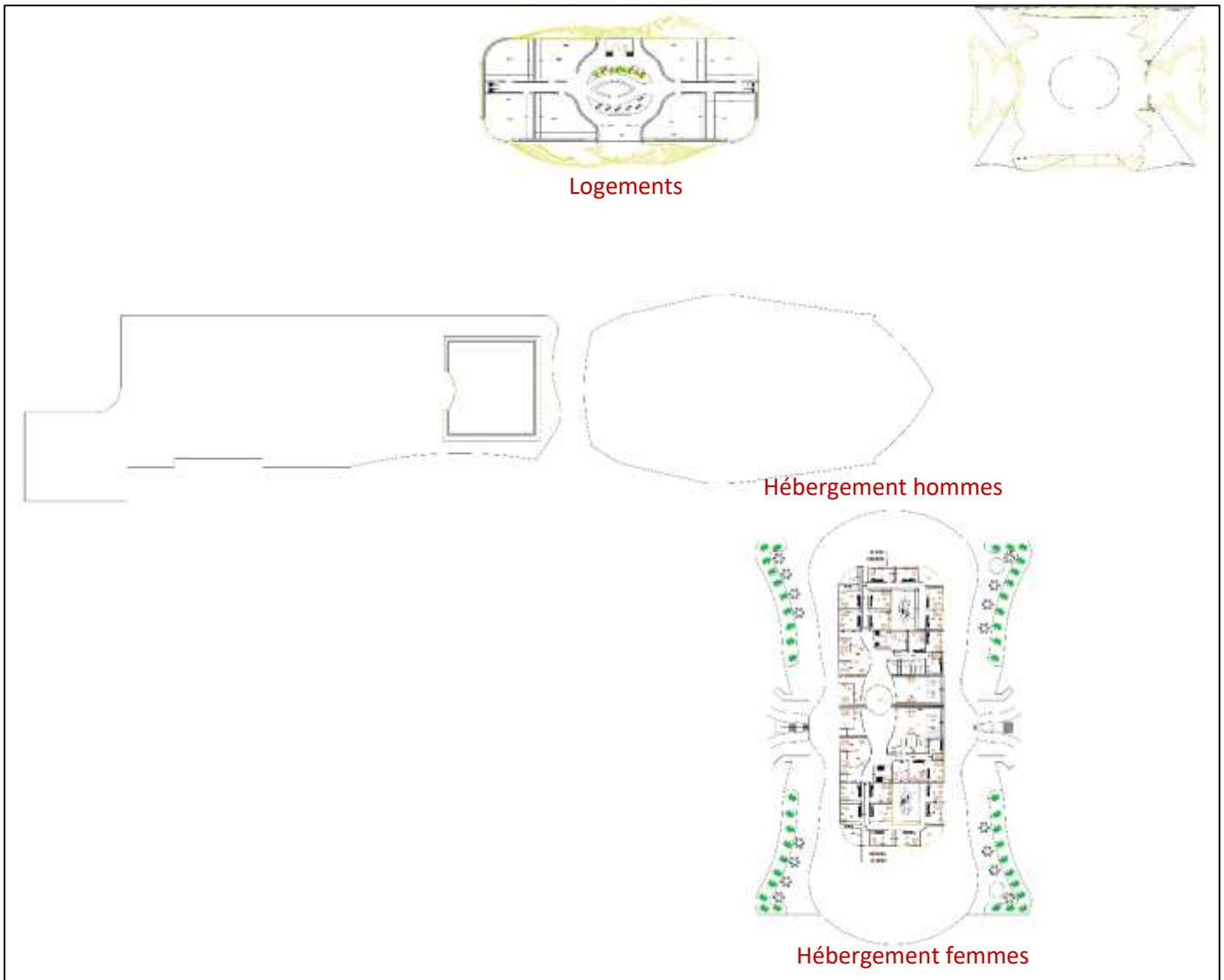


Figure IV-48 : plan d'aménagement  
Niveaux + 22.00. Source, l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET



Figure IV-49 : plan d'aménagement agrandis des logements  
Niveaux + 22.00. Source, l'auteur

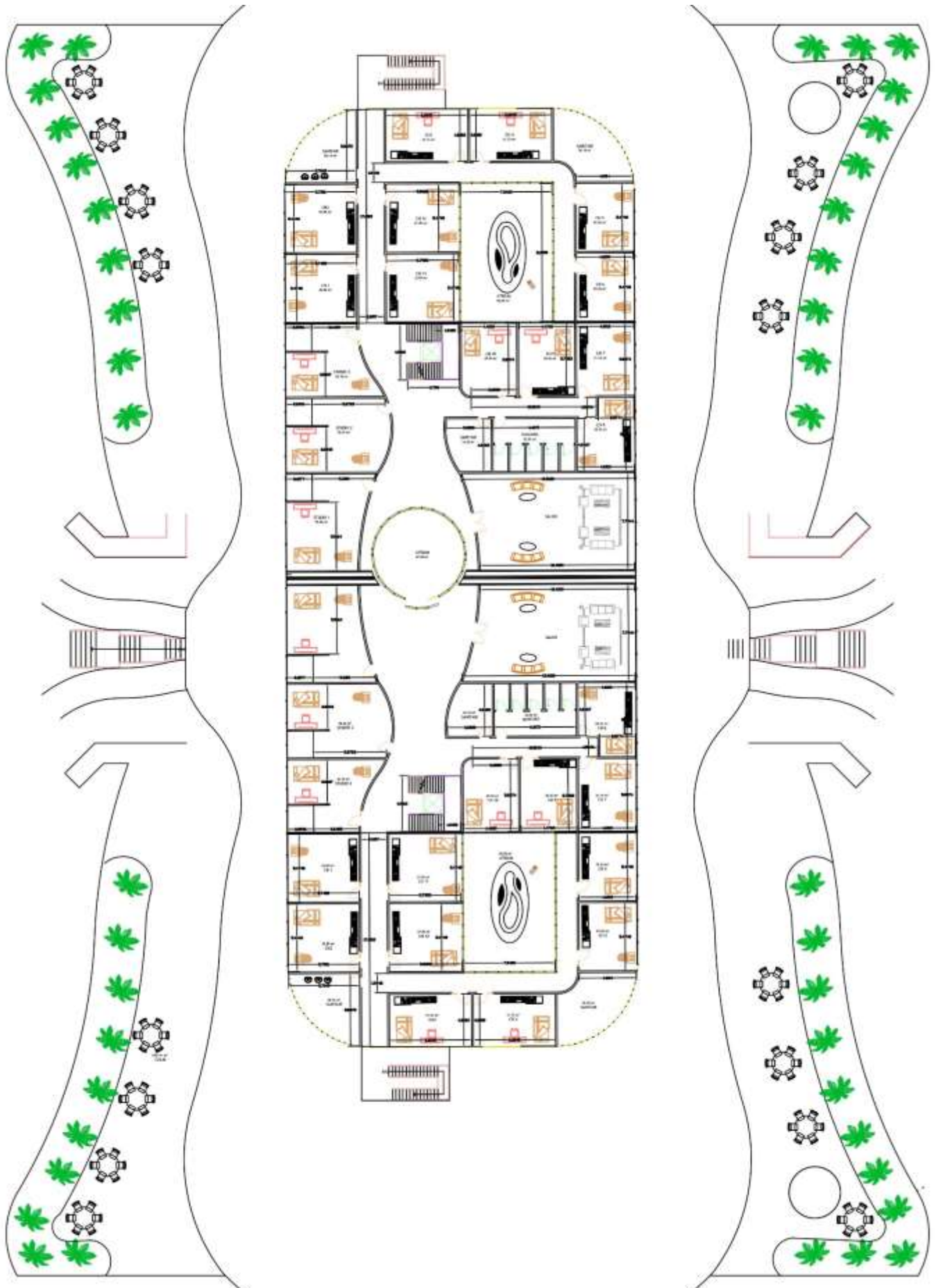


Figure IV-50 : plan d'aménagement agrandis d'hébergement  
Niveaux + 22.00. Source, l'auteur

## 2.3. Les coupes :

- Coupe A-A : laboratoires et salles de cours

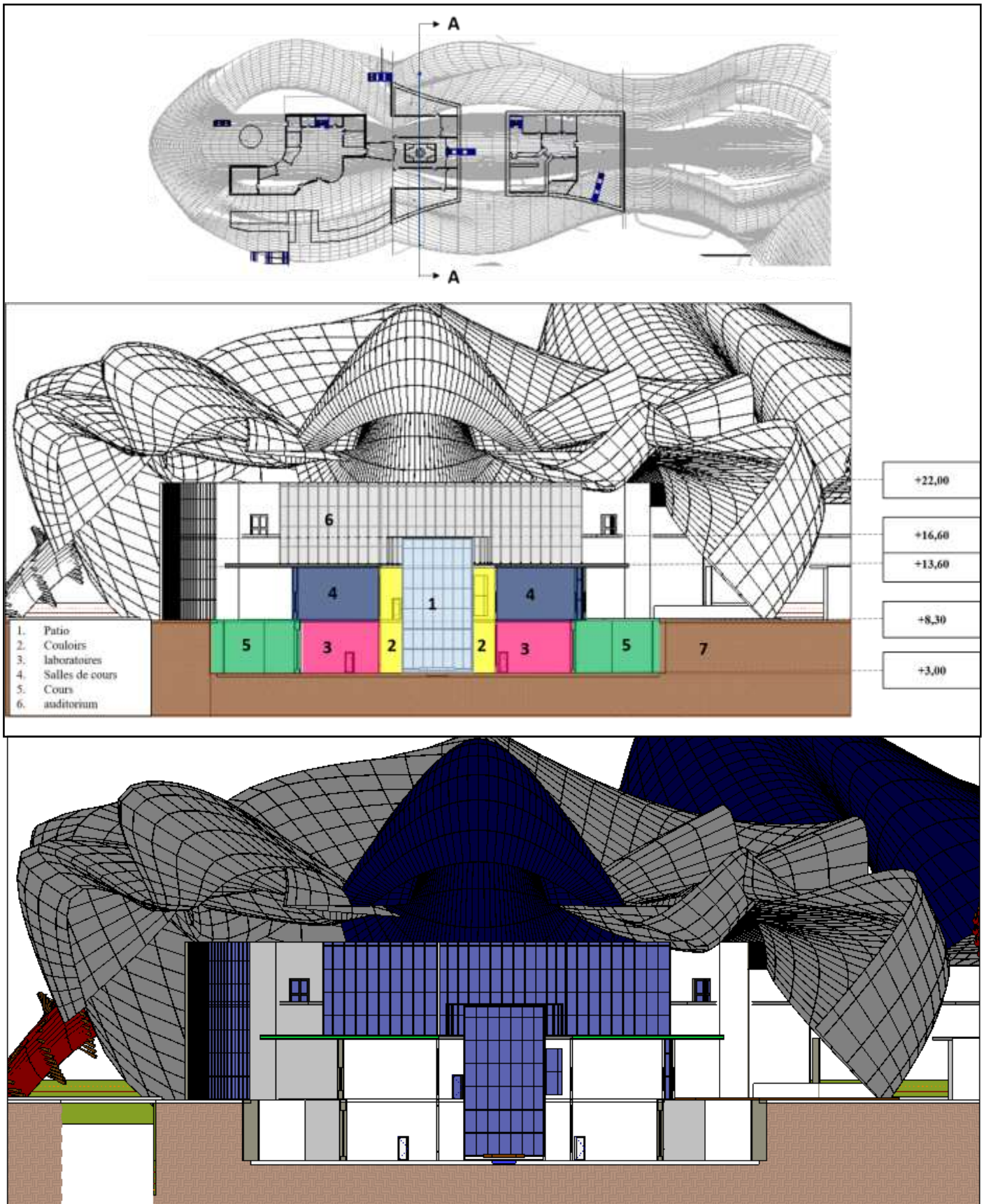


Figure IV-51 : coupe A-A. Source, l'auteur

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

- Coupe B-B : loisirs, restauration, hébergement

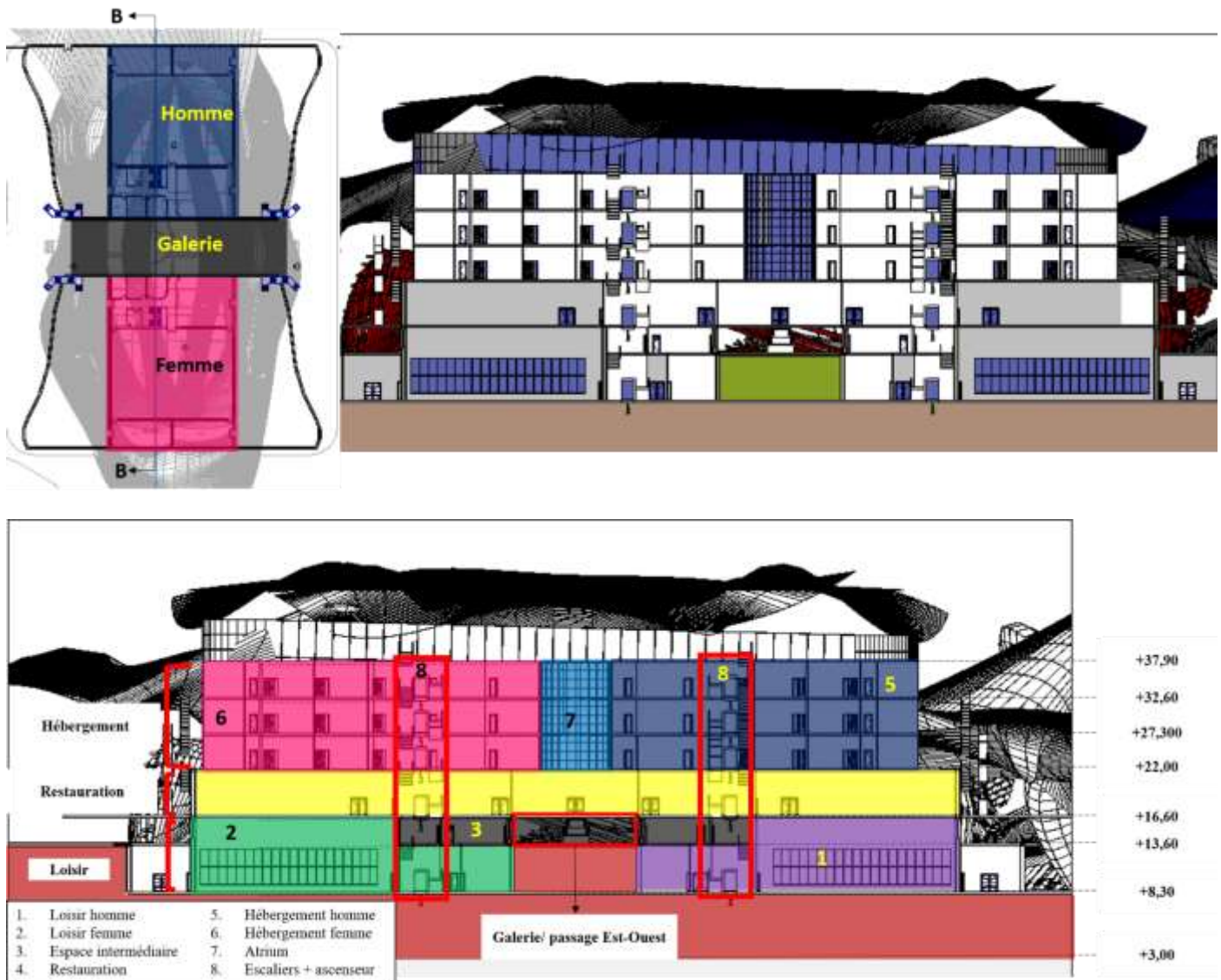


Figure IV-52 : coupe B-B. Source, l'auteur

## IV. LA CONCEPTION DU PROJET

- Coupe C-C : Ateliers de soudage

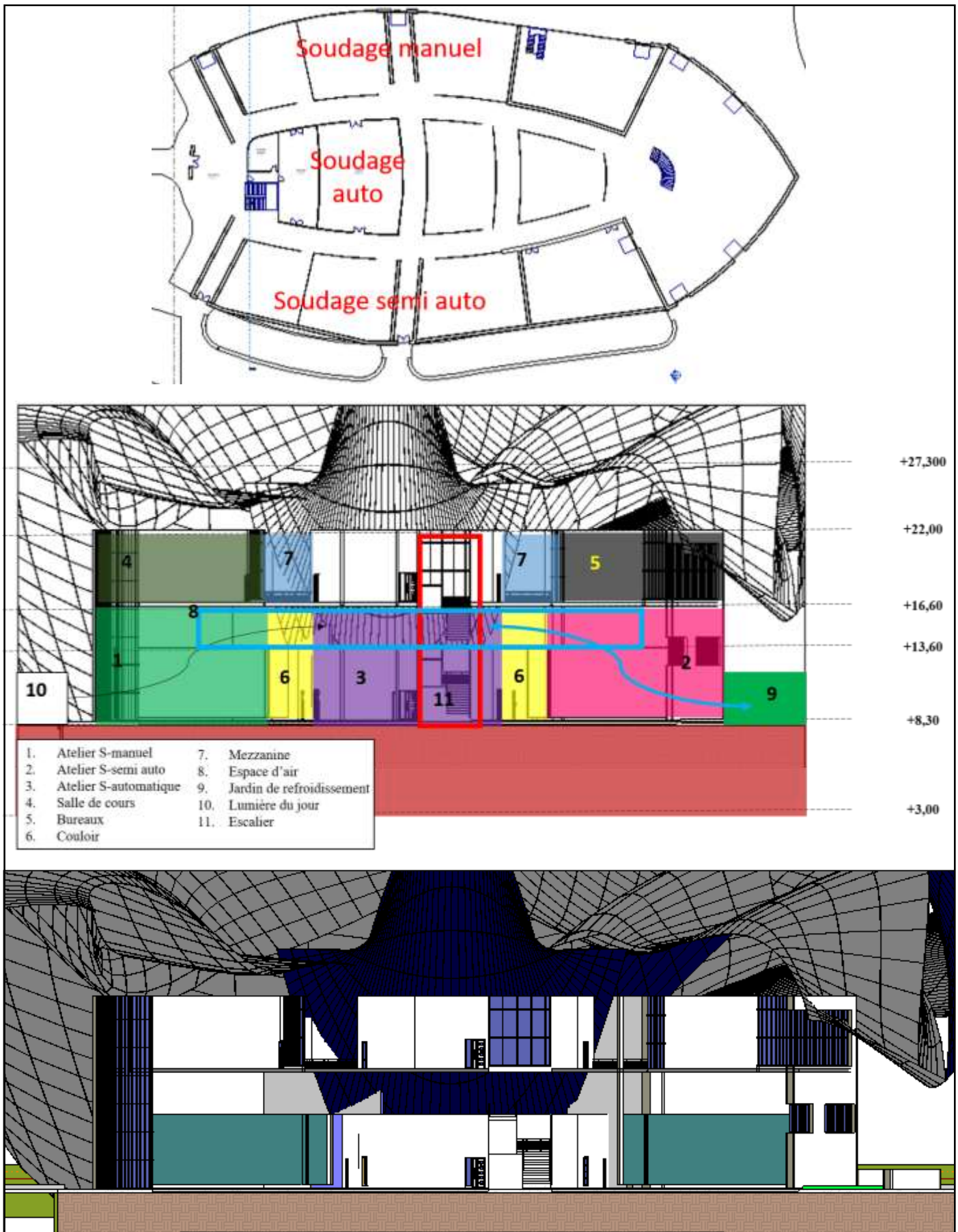


Figure IV-53 : coupe C-C. Source, l'auteur

2.4. Les façades :

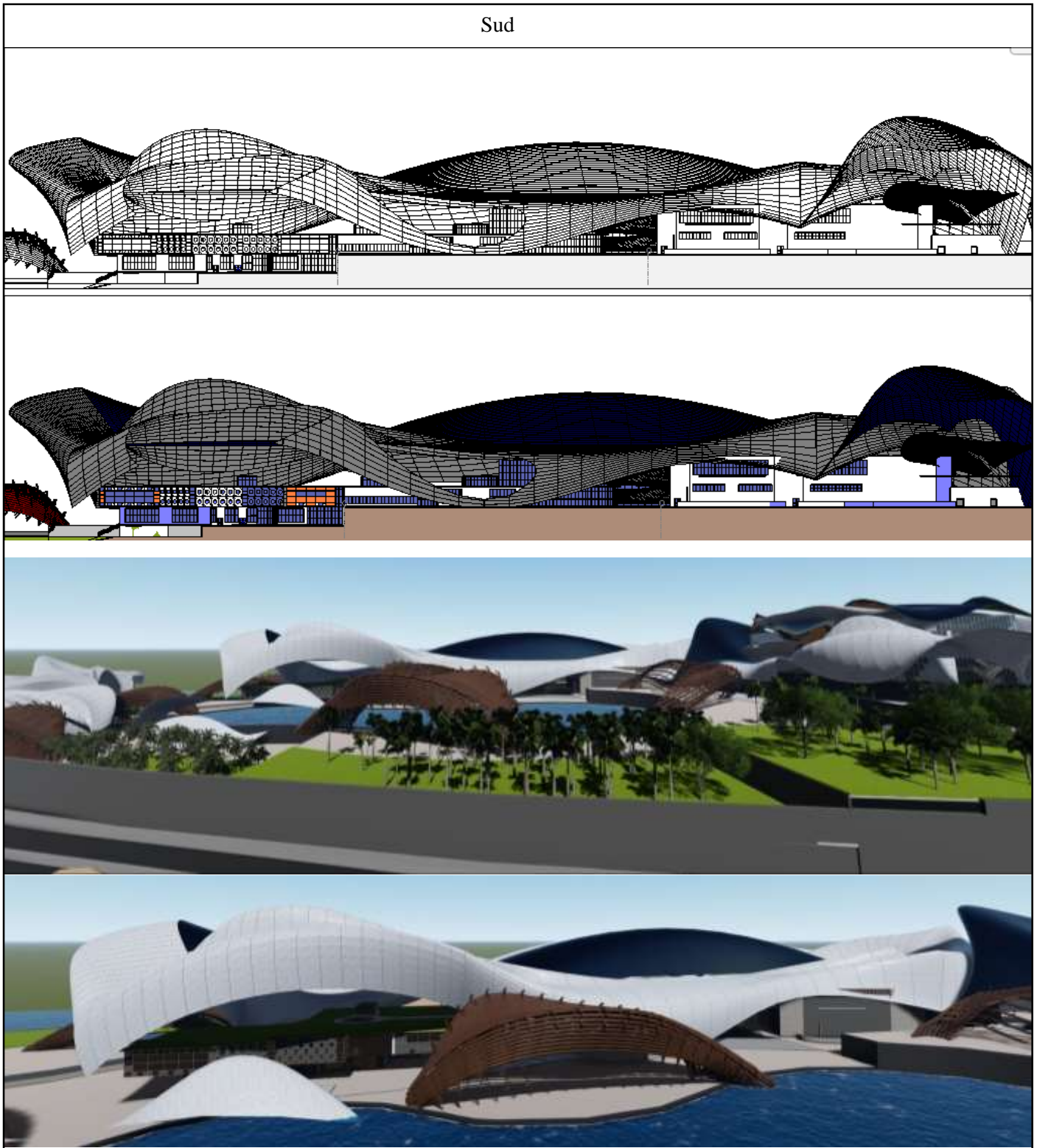


Figure IV-54 : façades sud. Source, l'auteur

Façade sud linière donnant sur le lac ce qui permet le rafraîchissement de l'air avant son introduction dans le bâtiment elle comporte des ouvertures protégées par l'avancement de toit qui forme une casquette, une protection contre les rayons solaires intenses de l'été et en hiver l'altitude de soleil est faible les rayons solaires pénètrent.

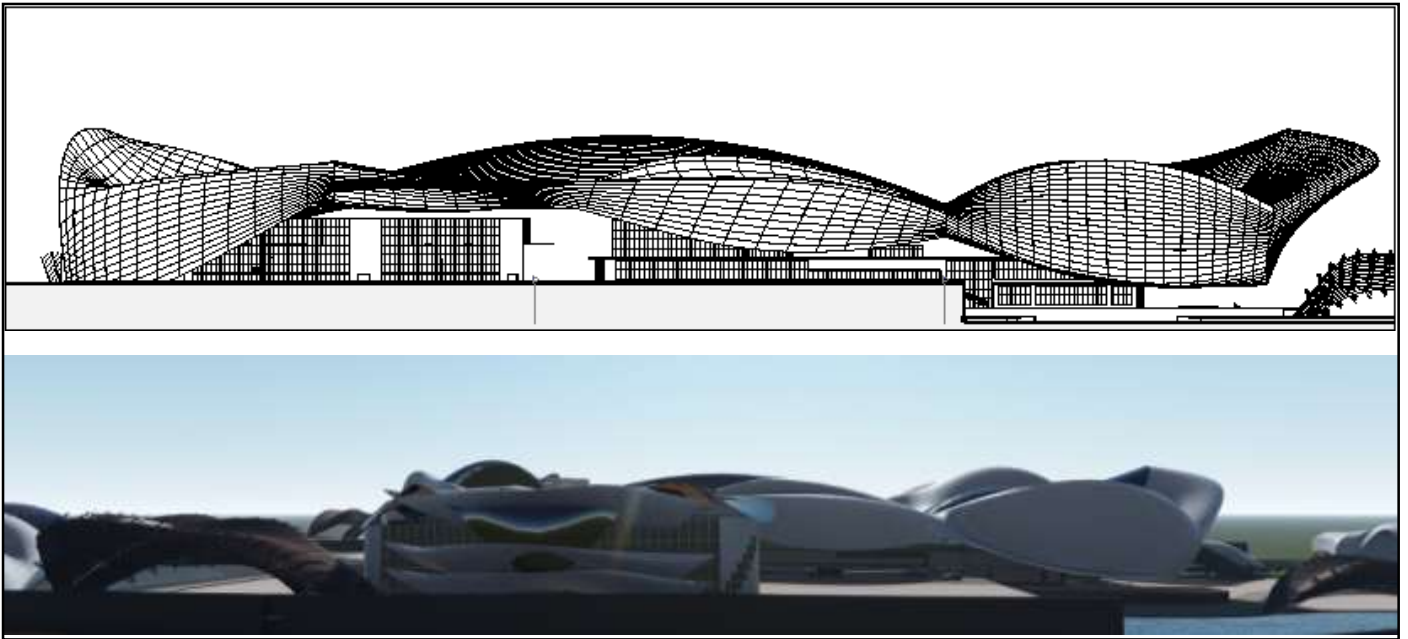
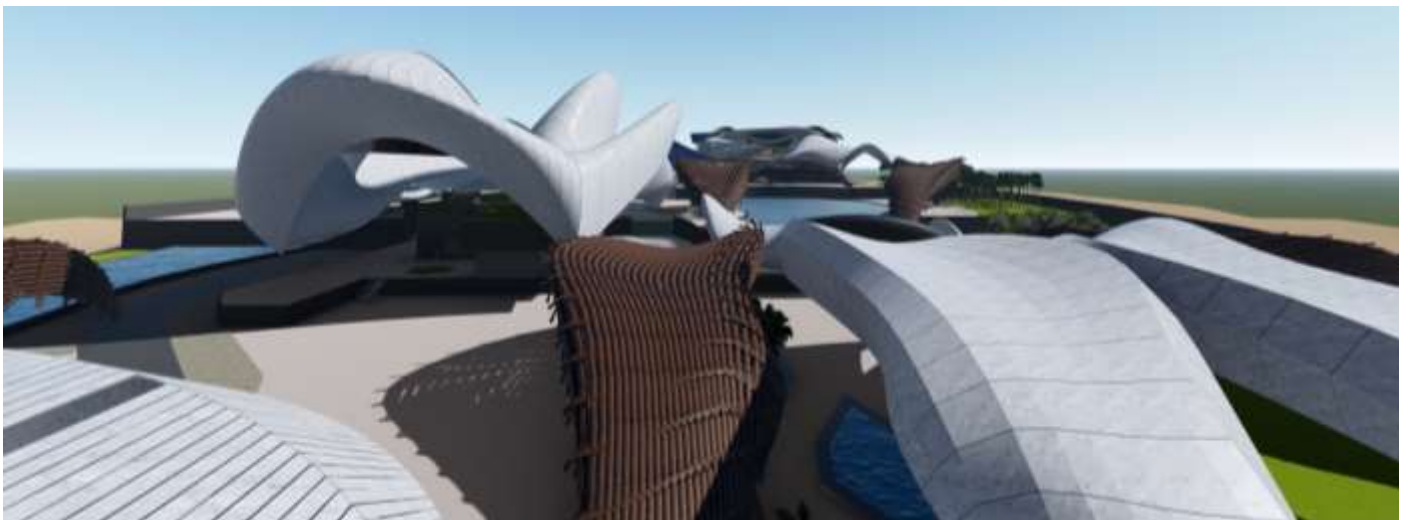


Figure IV-55 : façades nord. Source, l'auteur

Façade linéaire relativement transparente ce qui permet aux espaces intérieurs de profiter de la lumière homogène gratuite. Et de brise d'air froid du nord en été.



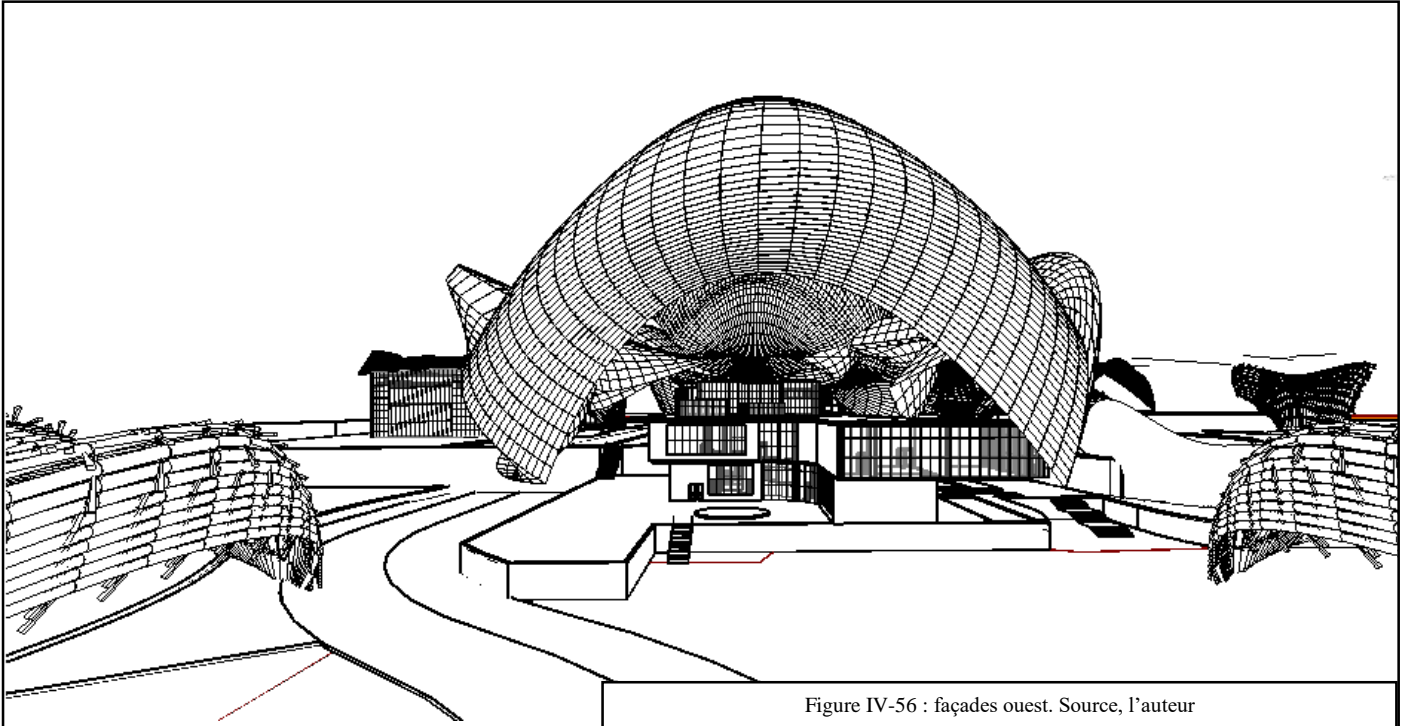


Figure IV-56 : façades ouest. Source, l'auteur

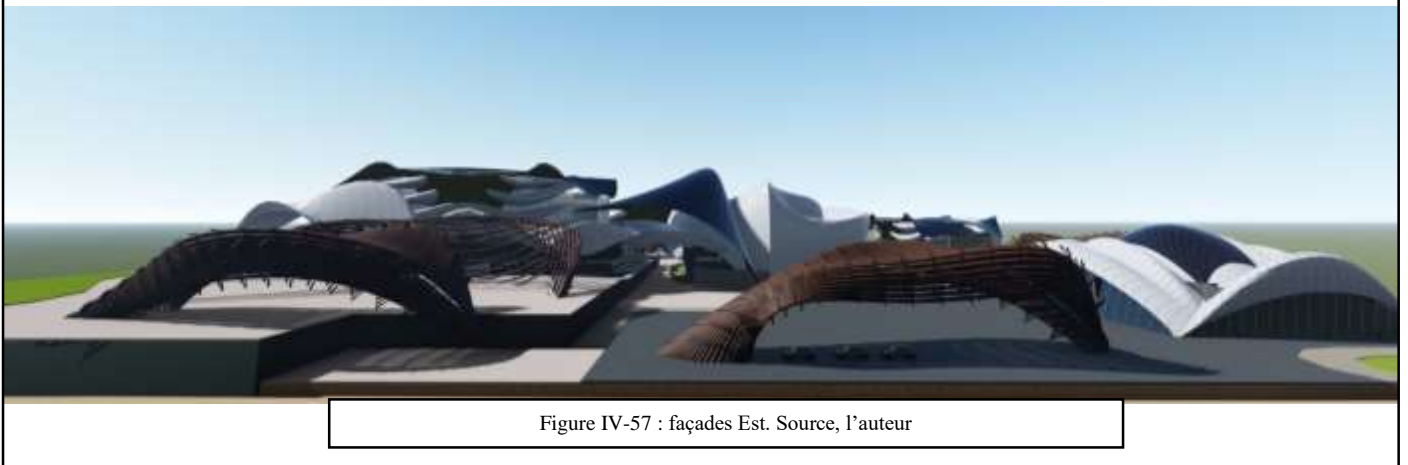


Figure IV-57 : façades Est. Source, l'auteur

Façade Ouest comporte l'entrée principale du projet parquée par un traitement spécifique remarquable avec un grand auvent.

La façade Est (bloc loisir et hébergement) est traité de telle sorte reflétant la fonction et permet l'apport de lumière naturelle nécessaire avec des protections solaires verticaux.

Pour l'ensemble de projet on remarque une continuité entre les façades et la toiture.

## IV.LA CONCEPTION DU PROJET

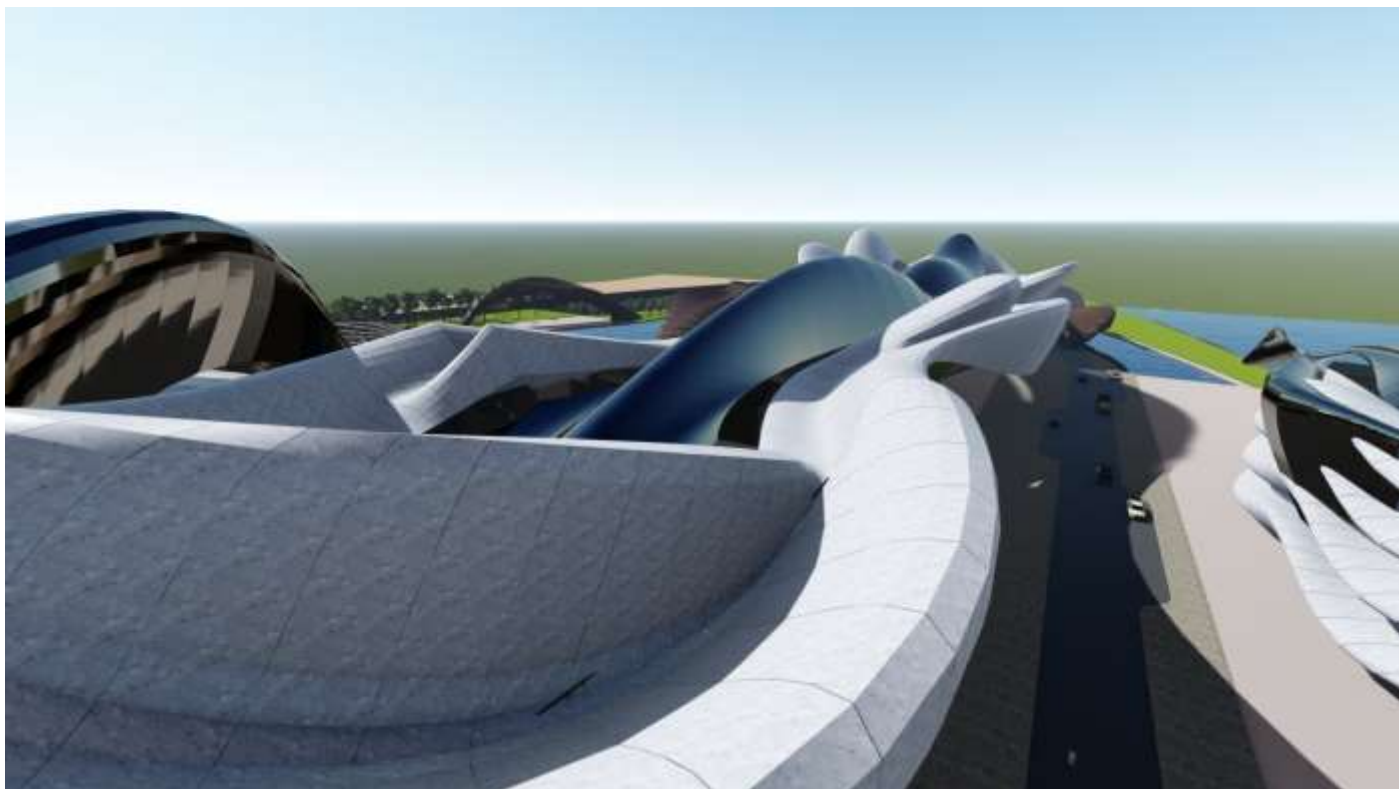


Figure IV-58 : vue en 3D sur la coque générale. Source, l'auteur

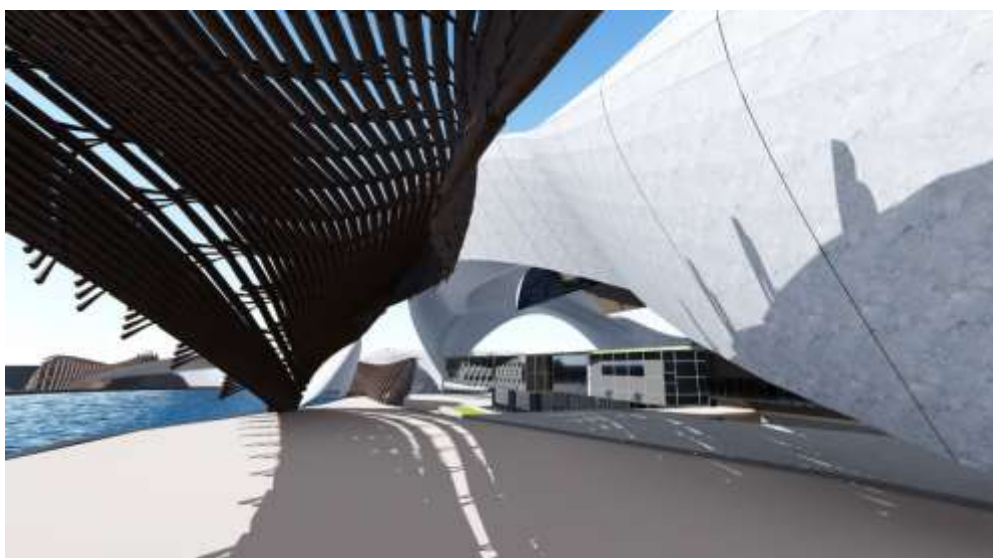


Figure IV-59 : vue en 3D du flux piéton menant vers l'entité pédagogique. Source, l'auteur

Ce chapitre englobe des techniques de construction adaptée dans le projet, son système structural, les matériaux choisis, les systèmes de chauffages et de refroidissement de ventilations.

## 1. Techniques de construction

### 1.1. Système constructif :

Notre projet se présente comme des blocs séparés qui s'unissent avec une toiture paramétrique, donc nous avons plusieurs systèmes de structures présents tel que :

1.1.1. **Structure mixte** : Les poteaux, les poutres et les planchers sont de structure mixte entre béton et acier, offrant une portée importante ; la structure mixte permet donc une optimisation des matériaux en permettant à chacun de travailler dans son domaine de fonctionnement optimum.

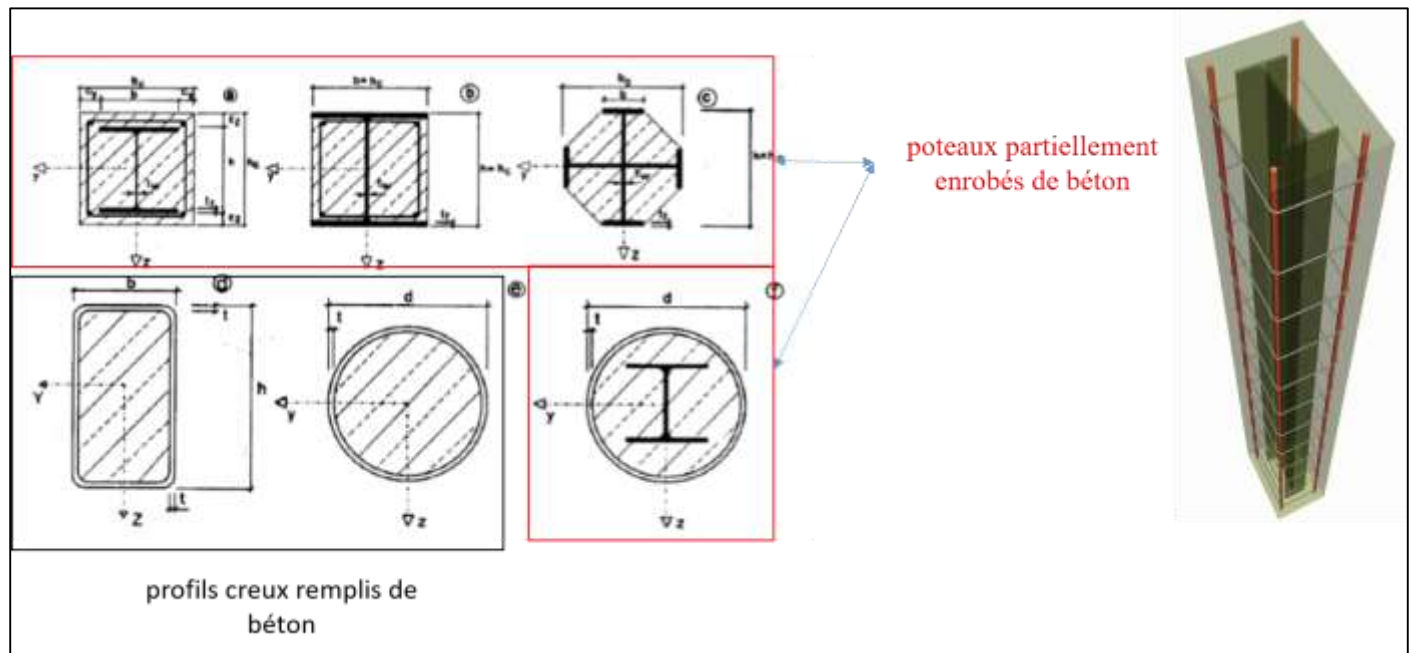


Figure V-1 : poteaux mixte, département de génie civil de Batna 2

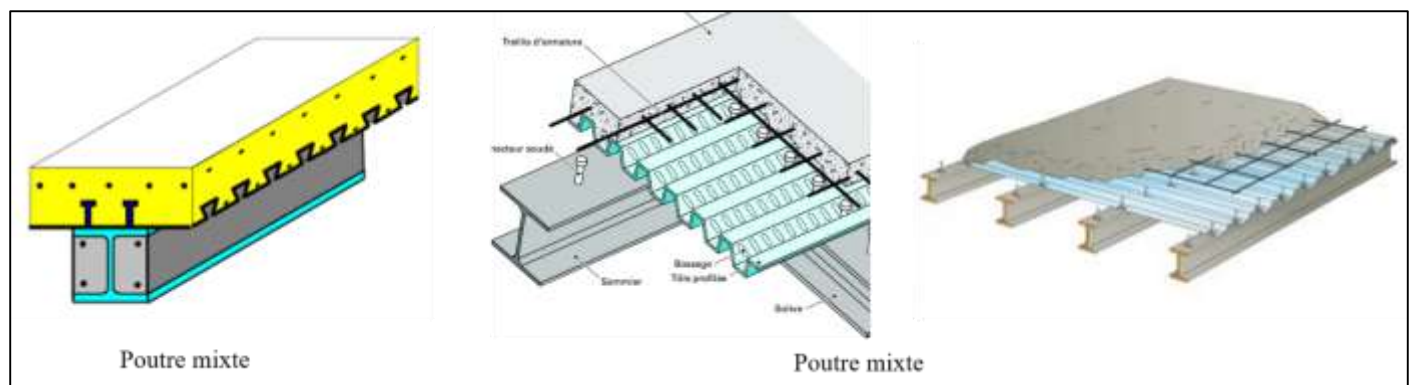


Figure V-2 : poutre et plancher mixtes, Source cours de structure, génie civil de Batna 2

## V. TECHNIQUES DE CONSTRUCTION ET STRATEGIES

1.1.2. **Structure tridimensionnel** : La Structure Tridimensionnelle est un produit avec des qualités bien différenciées par rapport à un autre type de structures :

- \* Un haut degré d'hyperstaticité qui provoque une grande facilité pour :
- \* Une flexible disposition des supports, la séquence de montage et démontage et un favorable comportement face aux incendies ou à des actions sismiques.
- \* Une légèreté de poids par rapport à autres types de structures.
- \* Possibilité de grandes portées.
- \* Esthétique pour les éléments qu'y interviennent (des tubes cylindriques et des sphères) et pour les surfaces que l'on peut obtenir.
- \* Excellente transportabilité pour être tous les éléments facilement entassables.



Figure V-3 : la structure tridimensionnelle et son utilisation dans le projet, traité par l'auteur

1.1.3. **Le mur rideaux** : Constituée de panneaux vitrés attachés par des fixations traversantes en aluminium que l'on place à chaque angle du vitrage. C'est une structure légère.

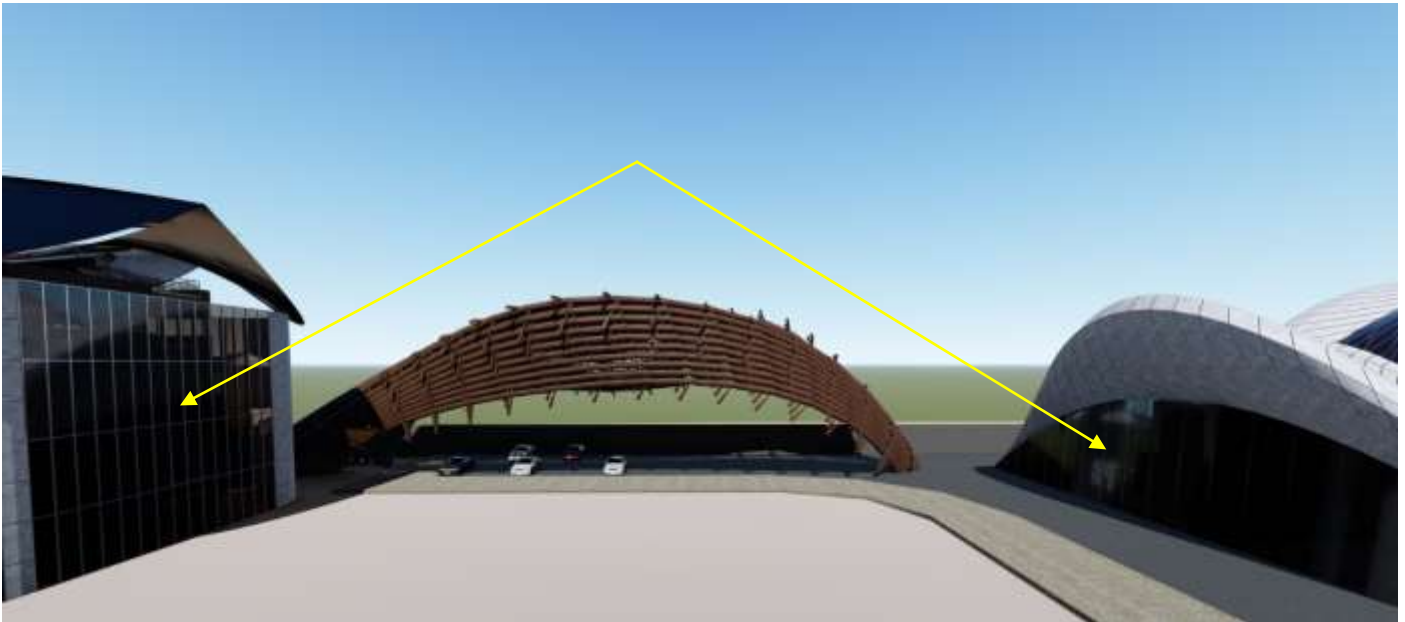


Figure V-4 : emplacement des murs rideaux dans le projet, source : l'auteur

### 1.2. Le choix des matériaux :

1.2.1. **Le béton de terre stabilisé BTS** : La technique du pisé consiste en la construction de murs massifs réalisés en place par compactage de terre dans des coffrages ou des banches, ce matériau a de bonnes performances mécaniques en compression mais ne doit pas être sollicité par des efforts en traction, en cisaillement ou en poinçonnement car il peut alors fissurer.<sup>1</sup>



Figure V-5 : mur en béton de terre stabilisé, source Construction en Béton de Terre Stabilisé, Collège de Païamboué – Koné

Les blocs à maçonner en terre crue comprimée stabilisée BTC/S Cycle Terre permettent la réalisation de tous types de parois verticales : murs, cloisons, doublages, parements<sup>2</sup>

Parmi ses avantages :

- Confort et qualité : inertie et régulation hygrothermique Amélioration de la qualité de l'air intérieur (régulation de l'humidité) et absence d'émission de polluants
- Pose aisée (maçonnerie classique)
- Pose sans revêtement de finition
- Matière première recyclable facilement

<sup>1</sup> Construction en Béton de Terre Stabilisé, Collège de Païamboué – Koné

<sup>2</sup> [www.cycle-terre.eu](http://www.cycle-terre.eu), fiche technique de béton de terre stabilisé

## V. TECHNIQUES DE CONSTRUCTION ET STRATEGIES

Les produits Cycle Terre sont fabriqués en utilisant des terres soigneusement sélectionnées et analysées, provenant des terrassements et déblais de chantiers de proximité. Les produits sont fabriqués à partir de sols non pollués. Ils ne contiennent pas de COV (classement A+).

### HYGROTHERMIQUES

Conductivité thermique	$\lambda$	0,8 W(m.K) <sup>-1</sup>
Capacité thermique (à 20°C)	$C$	800 J(kg.K) <sup>-1</sup>
Coefficient d'absorptivité (suivant teinte) (bloc nu)	$\alpha$	de 0,55 à 0,65
Perméabilité à la vapeur d'eau	$\delta$ ( $\pi$ )	1,27. 10 <sup>-10</sup> kg.(m.s.Pa) <sup>-1</sup>
Résistance à la vapeur d'eau	$\mu$	15
Coefficient de transport capillaire	$A$	$A \leq 0,7$ kg/m <sup>2</sup> .s <sup>1/2</sup>

### RÉACTION AU FEU

A1 (Incombustible / M0)

### RÉSISTANCE AU FEU

3 heures - REI 180 - pour un BTC 40 de 22 cm

### CLASSEMENT COV

A+

Figure V-6 : caractéristiques du béton de terre stabilisé, source : [www.cycle-terre.eu](http://www.cycle-terre.eu),

On a choisi d'utiliser ce matériau au niveau des murs extérieurs des ateliers de soudures de la façade sud, sans oublier de rajouter un revêtement ignifuge en caoutchouc « anti incendie » à l'intérieure

**1.2.2. Les panneaux de paille :** Le panneau de paille compressée est un panneau de construction rigide qui se compose :

- D'un cœur de paille, propre, sèche et sans liants chimiques,
- D'un revêtement en carton recyclé de 415 g/m<sup>2</sup>

Il existe plus de 250 certifications internationales qui attestent les performances du panneau de paille compressée tels que :

- Critères de dureté et stabilité
- Résistance au feu
- Isolation thermique et acoustique

Parmi ses avantages :

- Facile à utiliser
- Isolant et performant
- Résistant au feu
- Sain et recyclable
- Un matériau écologique compétitif



Figure V-6 panneau de paille, source [www.kenzai.fr](http://www.kenzai.fr)

### Caractéristiques

**Dimensions du panneau standard :** 3 m<sup>2</sup>

Largeur : 1,20 m  
Longueur : 2,5 m  
Épaisseur : 58 mm

**Poids moyen :** 22 kg/m<sup>2</sup>

**Densité moyenne :** 379 kg/m<sup>3</sup>

**Résistance au feu :** M3, supérieur à 30 mn (panneau nu)

**Résistance thermique :** R= 0,58 m<sup>2</sup> K/W pour le panneau de 58 mm.

**Conductivité thermique :** W=0,099 W/mK

**Chaleur spécifique :** ± 1700 J/kg.K

Figure V-7 : caractéristiques des panneaux de paille, source [www.kenzai.fr](http://www.kenzai.fr)

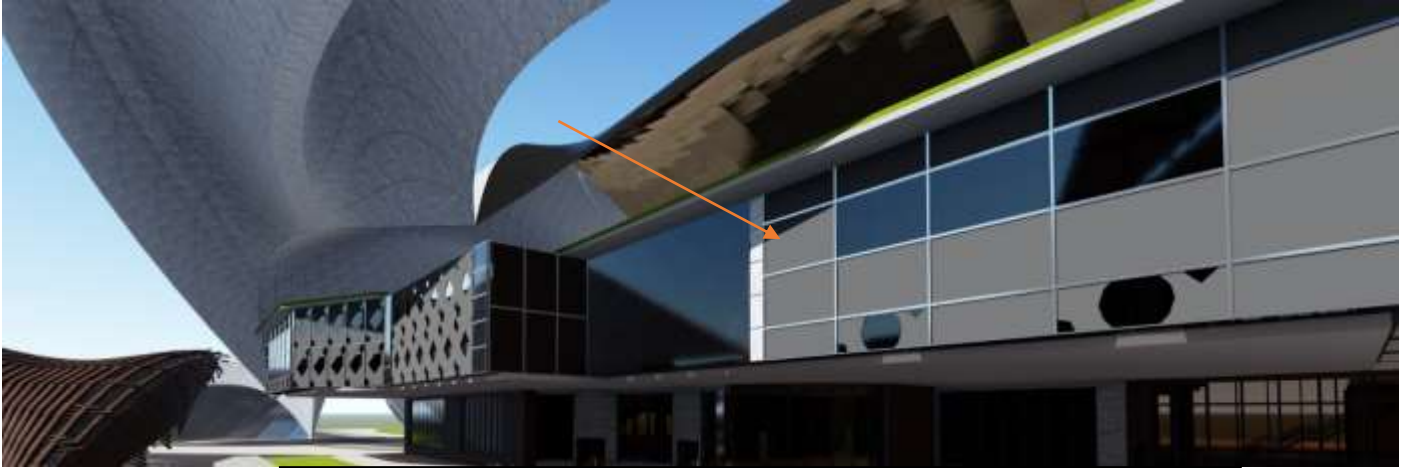


Figure V-8 : emploi des panneaux de paille dans la façade sud du projet

Les panneaux de paille sont intégrés au niveau des façades sud des entités administratif et pédagogique du projet et aussi comme des cloisons à l'intérieur dans certains espaces.

**1.2.3. Béton renforcé en fibre d'acier :** La radiographie du contrôle non destructif de soudage peut être très dangereuse si elle n'est pas pratiquée dans le respect d'un corpus de règles précises.

Un béton renforcé de fibres d'acier se caractérise principalement par une grande résistance à la compression, à la traction et à la flexion il est utilisé au niveau des blockhaus des bases militaires, parmi ses avantages on trouve : <sup>3</sup>

- Il augmente la résistance à l'abrasion et à l'érosion de surface.
- Il augmente la durabilité des revêtements en minimisant l'apparition de fissures et de crevasses dans le béton.
- Il offre une plus grande résistance aux impacts, aux explosions et aux charges dynamiques et cycliques.
- Il permet de faire des économies de matériaux, en créant des structures d'épaisseur réduite et légères.
- Il permet la construction de revêtements de sols d'une superficie de 2 500 m<sup>2</sup> sans joints.



Figure V-9 béton renforcé en fibre d'acier, source : [www.becosan.com](http://www.becosan.com)

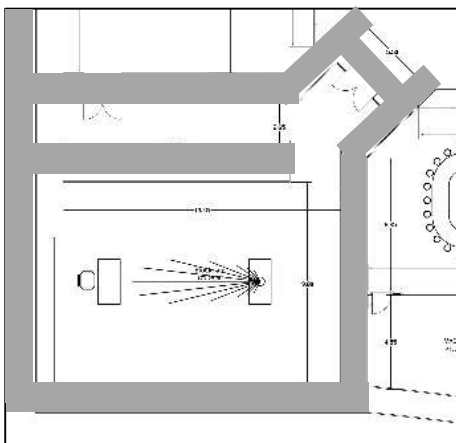


Figure V-10 blockhaus du projet en béton renforcé, source : l'auteur

Les murs, le plancher et la dalle du blockhaus qui se trouve au niveau de notre projet sont fait en béton renforcé fibre d'acier de 90cm d'épaisseur « Figure V-9 »

L'accès au Bunker est fait avec une porte blindé en acier inoxydable



Figure V-11 porte avec acier inoxydable par l'entreprise Sanjan

<sup>3</sup> [www.becosan.com](http://www.becosan.com), béton renforcé en fibre d'acier

**1.2.4. Le vitrage feuilleté :** Le verre feuilleté est composé d'au moins deux vitres épaisses de quelques millimètres chacune et séparées par des films PVB en polybutyral vinylique. Le film a en général une épaisseur de 0,38mm et son rôle est d'empêcher le vitrage d'être transpercé et brisé entièrement lors d'un impact avec une isolation thermique renforcée d'une conductivité de 0,7 W/mk. De plus, en termes d'isolation phonique et d'isolation acoustique, le feuilletage est plus performant que le vitrage standard. Ce type de vitrage filtre les rayons ultraviolets pour le confort visuel.<sup>4</sup>



Figure V-12 le vitrage feuilleté,  
source : [www.monvitrage.fr](http://www.monvitrage.fr)

**1.2.5. Composite ciment verre GRC :** Glass Reinforced Concrete en anglais, les panneaux installés au niveau de la toiture paramétrique ou les brise solaire sont en GRC, c'est un micro béton riche en ciment dans lequel des fibres de verre sont incorporées lors du malaxage.

Le micro béton apporte au GRC ses qualités intrinsèques « moulabilité, diversité des parements ». Quant à la fibre de verre, elle lui confère un comportement mécanique pseudo-ductile qui autorise la création de produits minces et résistants, c'est un matériau résistant, anti feu et flexible qui s'adapte aux conceptions paramétrique.<sup>5</sup>

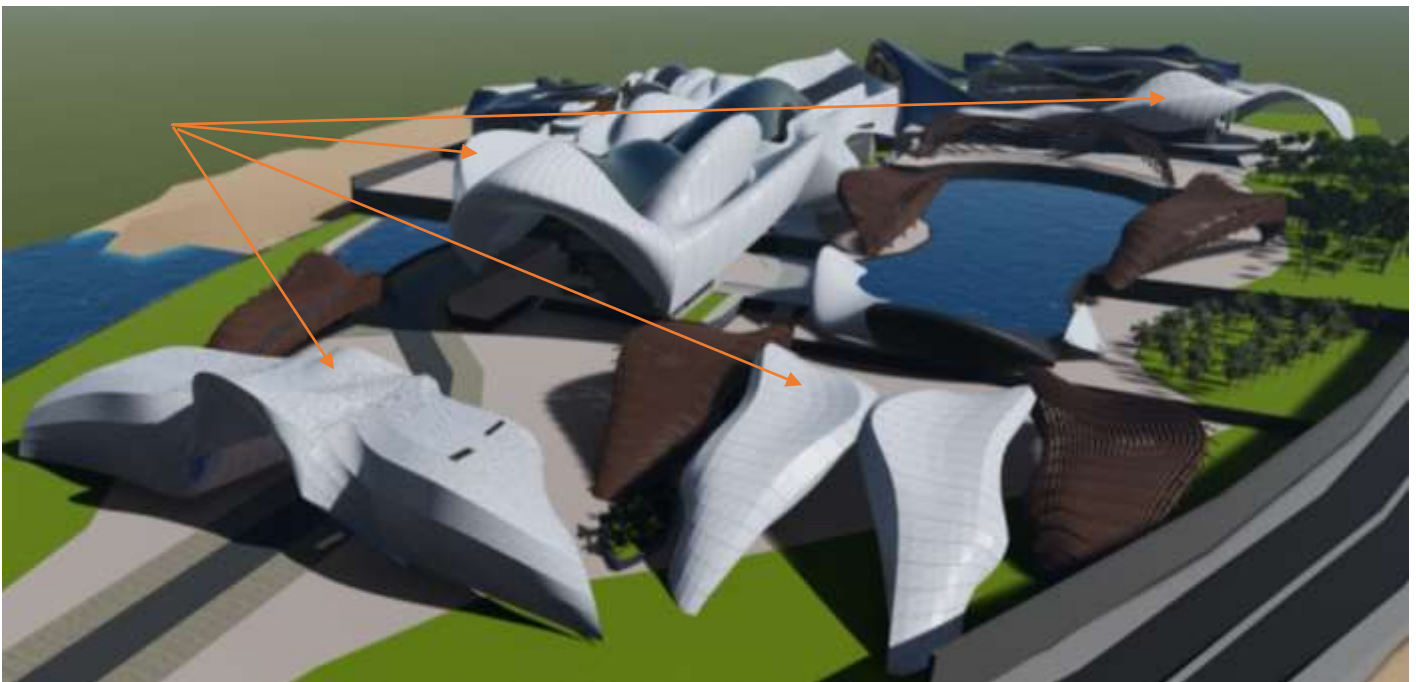


Figure V-13 panneaux GRC employé dans le projet

<sup>4</sup> [www.monvitrage.fr](http://www.monvitrage.fr)

<sup>5</sup> [www.mpb.fr](http://www.mpb.fr)

## 2. Les stratégies bioclimatiques

Notre conception est basée sur des concepts et des principes durable, qui font à la fois référence à la ville comme le patio « Figure I-14 », ou en prenant la nature comme modèle « I-3.4.3 » par la forme et le processus ainsi des stratégies du scorpion à résoudre les problèmes thermiques, acoustiques et de sûreté.

Notre stratégie principale dans le projet provient de l'idée générale qui consiste à rafraîchir et refroidir les espaces par évaporation par la présence du lac artificiel et la création du micro climat. « IV-1.2 »

On a parlé dans la première partie de ce chapitre des techniques de constructions et des matériaux soigneusement choisis pour réussir nos stratégies adopter pour la conception de notre projet.

### 2.1. Façades double peaux :

L'utilisation d'une façade double-peau est réservée aux blocs d'hébergement des stagiaires et aux logements totalement vitrés. Ses principaux avantages sont l'isolation acoustique et thermique, elles jouent un double rôle « hiver-été »

La façade double peau ventilée est constituée de deux parois de verre séparées par une lame d'air. La ventilation de cette lame d'air résulte d'un phénomène de convection de l'air. L'espacement entre les deux parois ne doit pas être inférieur à 80cm pour des raisons de maintenance. La paroi intérieure est composée de vitrage isolant « Figure V-12 » avec ouverture en haut et en bas ou bien par des panneaux de paille « Figure V-8 » avec des fenêtres en verre isolant. La paroi extérieure est de simple vitrage.

- **En Hiver :** L'air entre en partie basse de la façade par des sections de ventilation. Cet air est chauffé dans la lame d'air, et monte par convection jusqu'aux sections de ventilation, situées en partie haute.
- **En été :** les sections de ventilation s'ouvrent à l'intérieur et à l'extérieur pour capter l'air rafraîchi par l'oasis créer jusqu'aux ouvertures inférieurs des parois intérieurs et dégager l'air chauffé par les parois extérieurs par convection

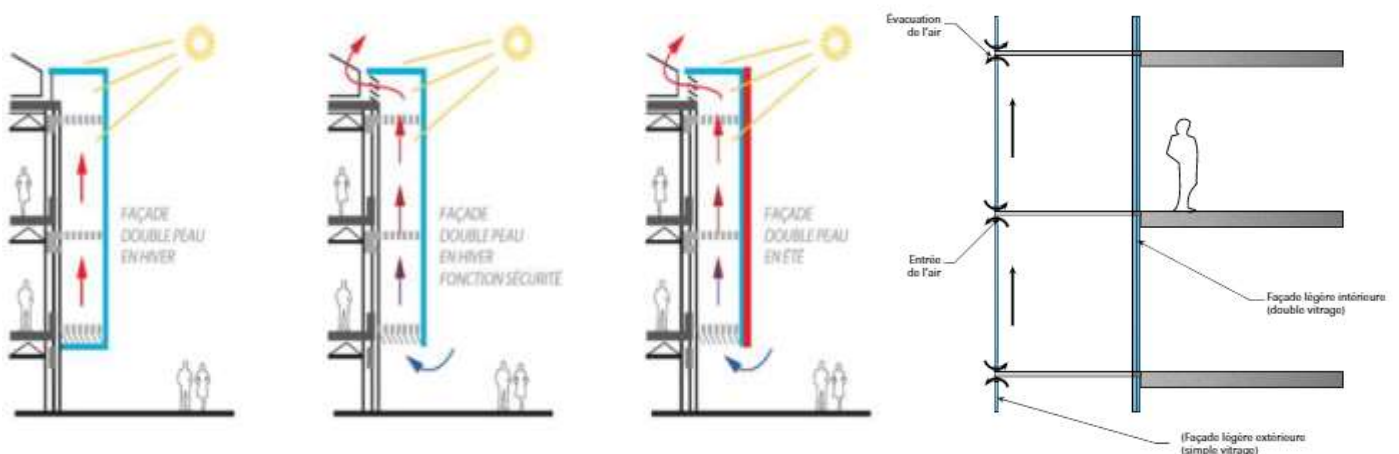


Figure V-14 : schéma de principe de façades double peaux, source : docplayer.fr

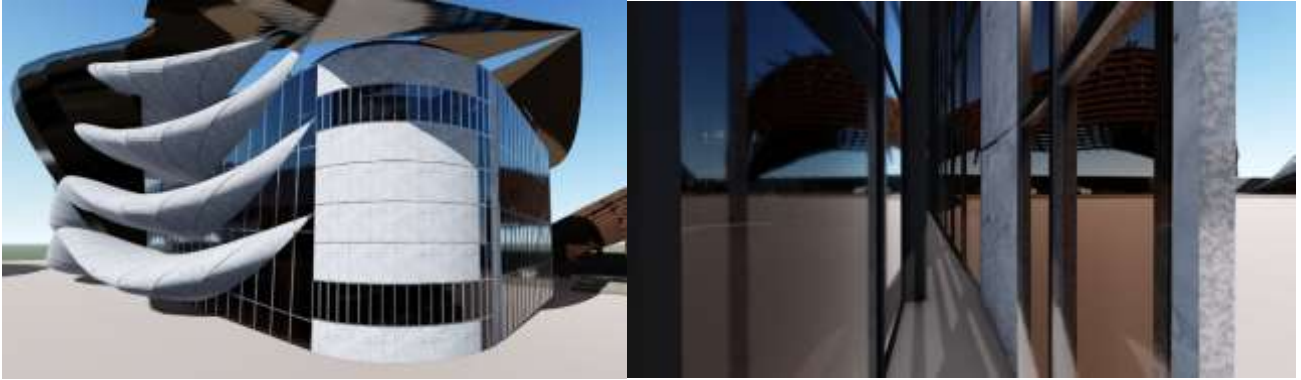


Figure V-15 : intégration de la façade à double peaux dans le projet « blocs de logements » source : l'auteur

## 2.2. Les panneaux de paille :

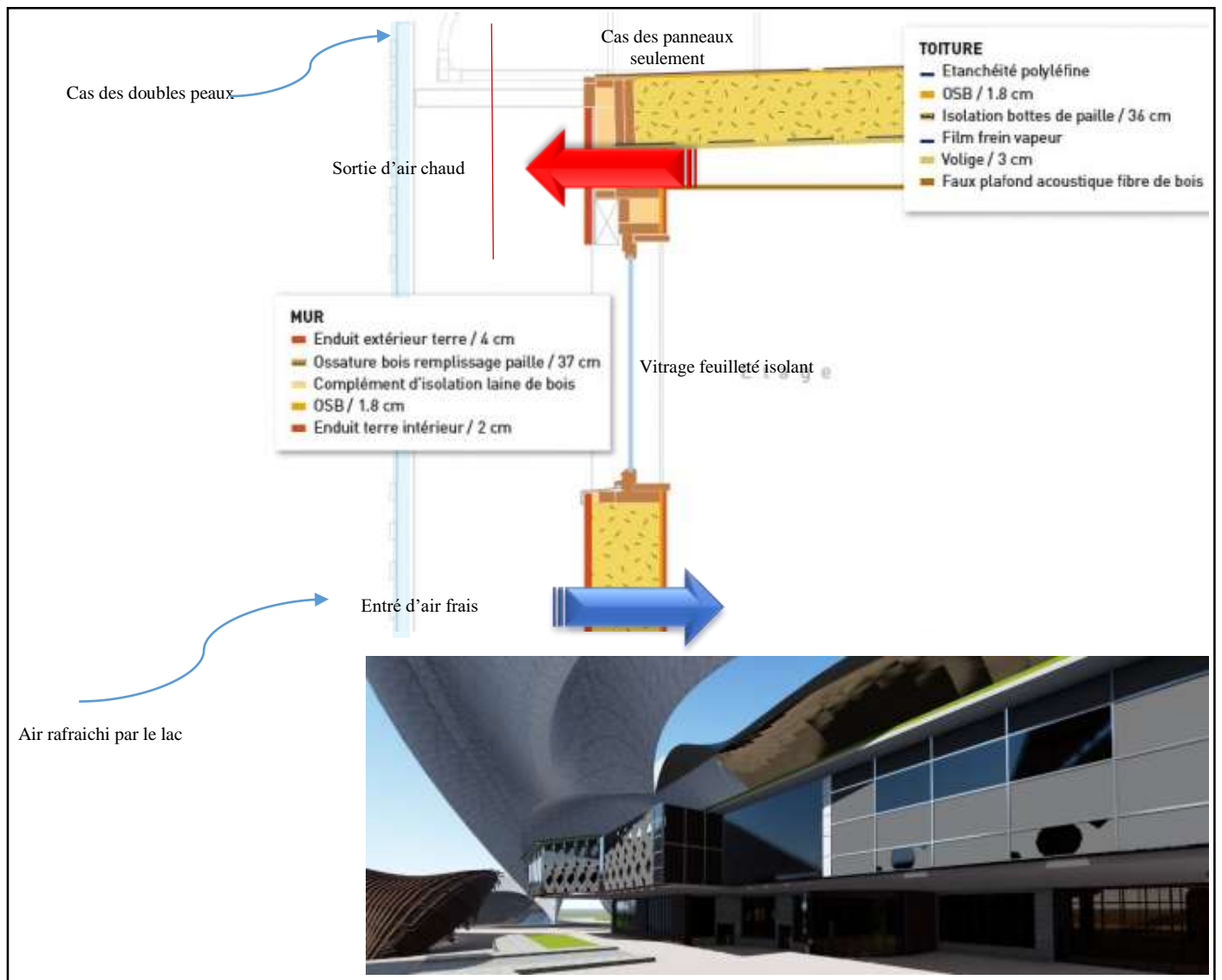


Figure V-16 : intégration des panneaux de paille dans le projet avec schéma de principe traité par l'auteur

## V. TECHNIQUES DE CONSTRUCTION ET STRATEGIES

L'emploi du béton de terre stabilisé se fait par le même principe, on l'utilise dans les murs extérieurs des ateliers de soudure.

### 2.3. Le Patio et les cours :

Nous avons employé cette stratégie dans les niveaux enterrés tel que les laboratoires et l'entité de loisir pour avoir un meilleur éclairage naturel dans les niveaux enterrés et une ventilation continue qui communique avec les murs extérieurs en paille ou en double peaux.

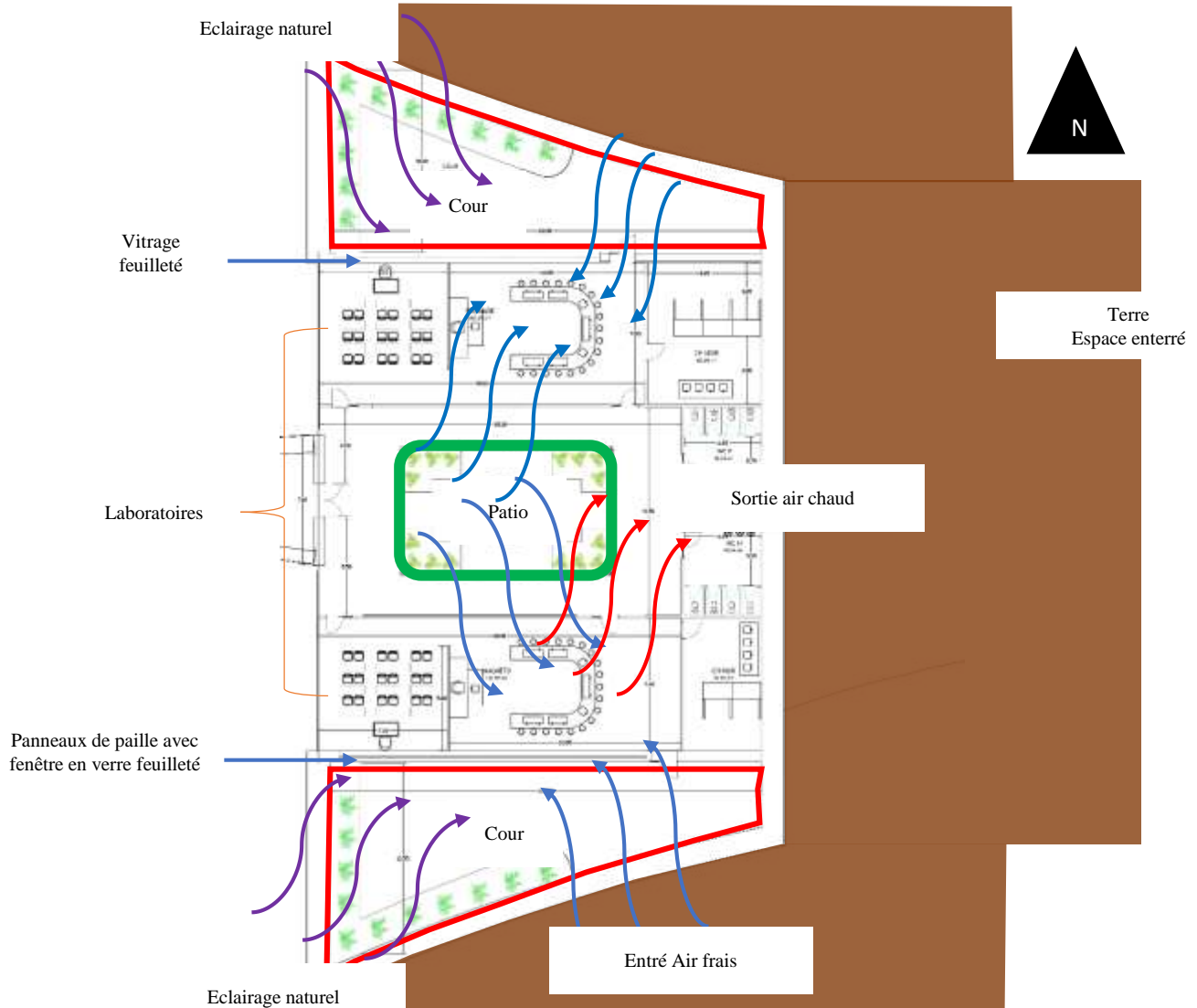


Figure V-17 : ventilation par patio et cour, vue en plan des laboratoires, source : l'auteur



Figure V-18 : vue sur le patio et les cours du niveau +3.00, source : l'auteur

## V. TECHNIQUES DE CONSTRUCTION ET STRATEGIES

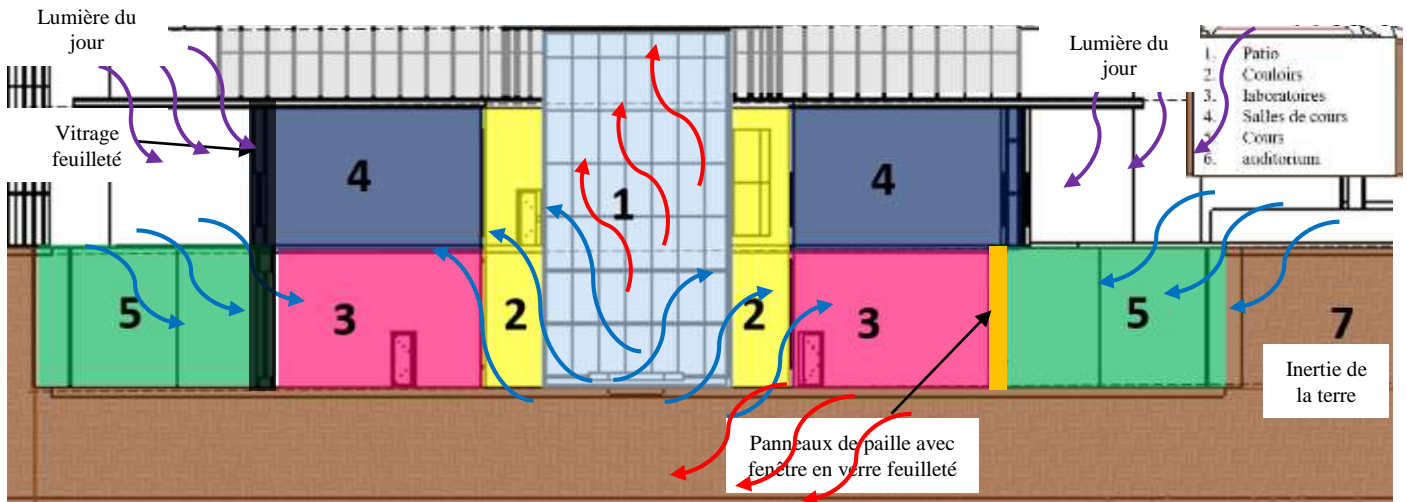


Figure V-19 : coupe schématique de la ventilation par patio et cour, source : l'auteur

### 2.4. Inertie de la terre :

Le scorpion profite de l'humidité de la terre pour se rafraîchir, l'habitat traditionnel de M'Zab utilise les espaces enterrés comme espaces estivale pendant la journée, c'est la zone la plus fraîche pendant l'été.

En se basant sur le processus du scorpion et de prendre des éléments de la ville tel que les espaces enterrés et semi-enterrés, nous avons conçu des espaces semi-enterrés tel que les laboratoires de recherches et l'entité de loisir, et enterrés comme le laboratoire de radiographie ou l'emplacement du bunker.

Une partie de ce laboratoire contient la réception et une salle de cours, elle est donc éclairer par une cour orientée vers le nord pour un éclairage uniforme, l'autre partie comprend le Blockhaus « champ de tir radioactif » est totalement enterrés et refroidi et se protéger par l'inertie thermique du sol.

En plus du refroidissement, son enterrement assure plus de sécurité contre l'irradiation.

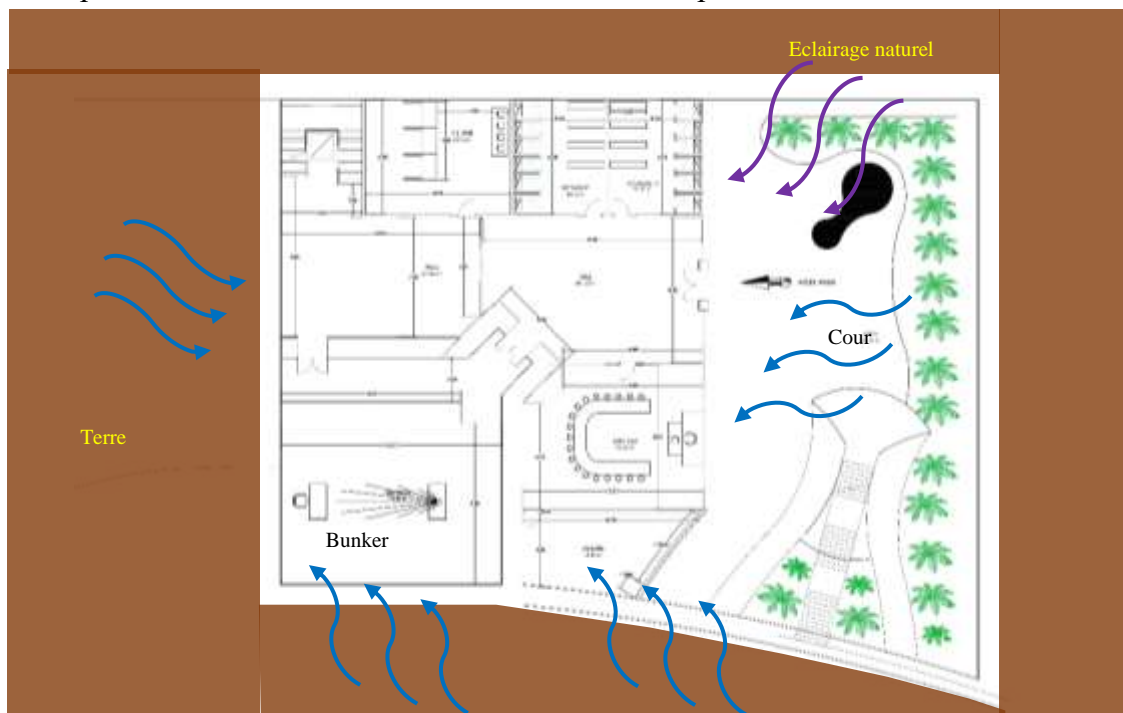


Figure V-20 : inertie du sol de l'espace radiographie niveau +3.00, source : l'auteur



Figure V-21 : vue sur le laboratoire de radiographie, source : l'auteur

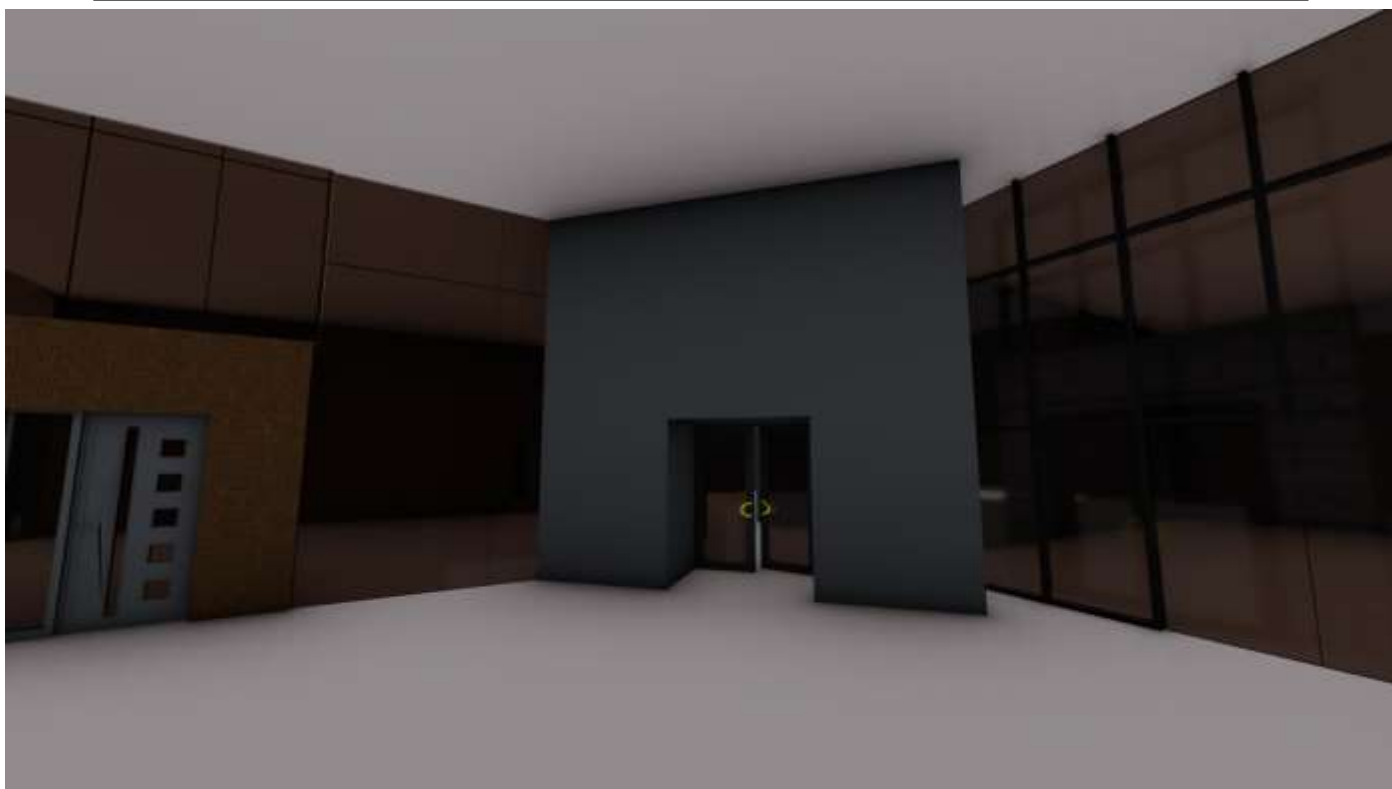


Figure V-22 : le Blockhaus, source : l'auteur

### 2.5.Effet d'ombrage :

La température en été peut dépasser les 40° à Berriane, la coque du scorpion appelé tergites le protège des rayons ultraviolets. Dans notre projet, la coque est ancrée au sol et recouvre les salles de cours en créant un mur de protection contre les rayons direct du soleil et créés un effet d'ombrage

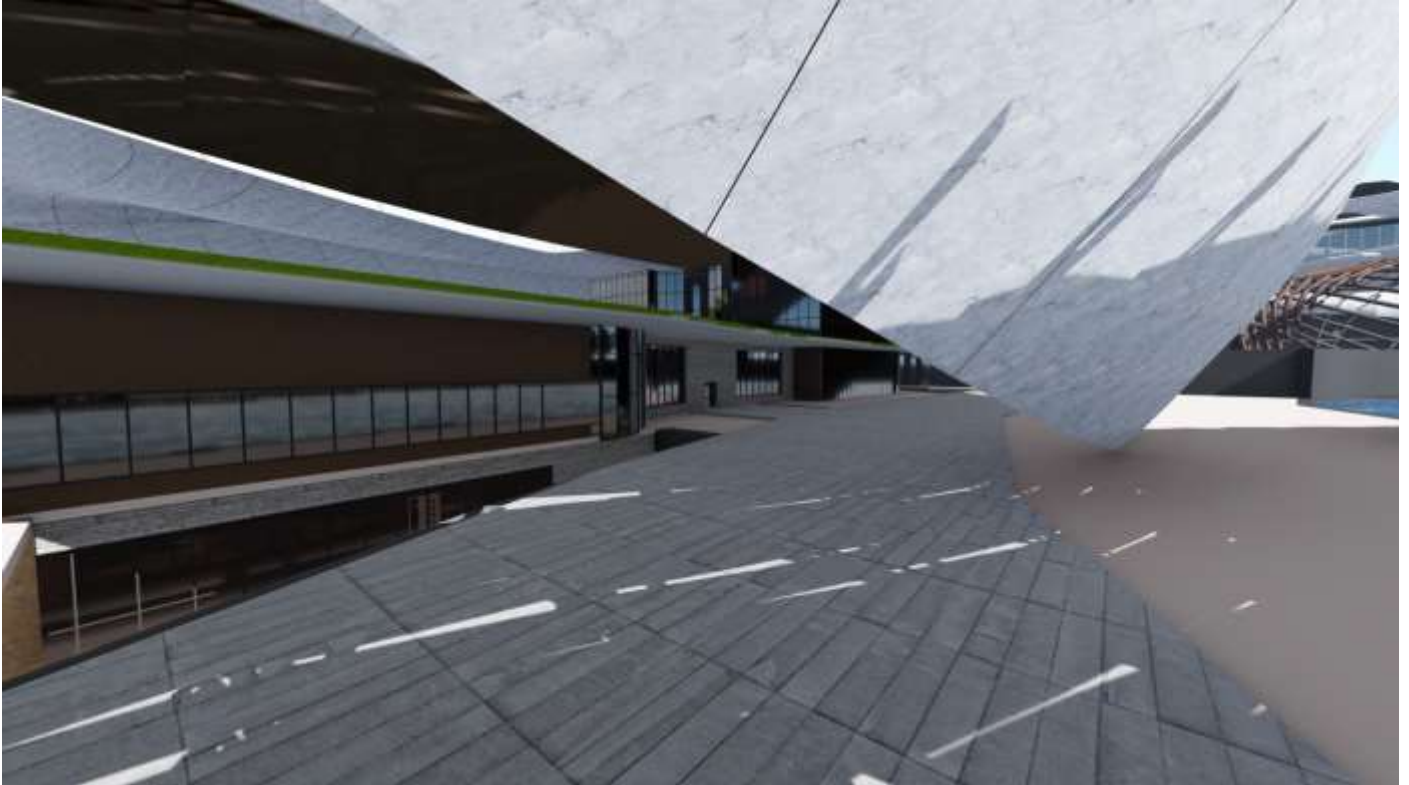


Figure V-23 : vue en 3D qui montre l'effet d'ombrage, source : l'auteur

### 2.6.L'atrium :

Une source de lumière et de ventilation naturelle, dans notre projet, la source de refroidissement est basée sur les points d'eau à l'intérieur et à l'extérieur, les atriums qui surplomb ces point d'eau sont utilisé comme une source de refroidissement en été qui communique avec les patios, tout le système est lié pour assurer une bonne qualité d'air et une meilleure ventilation.

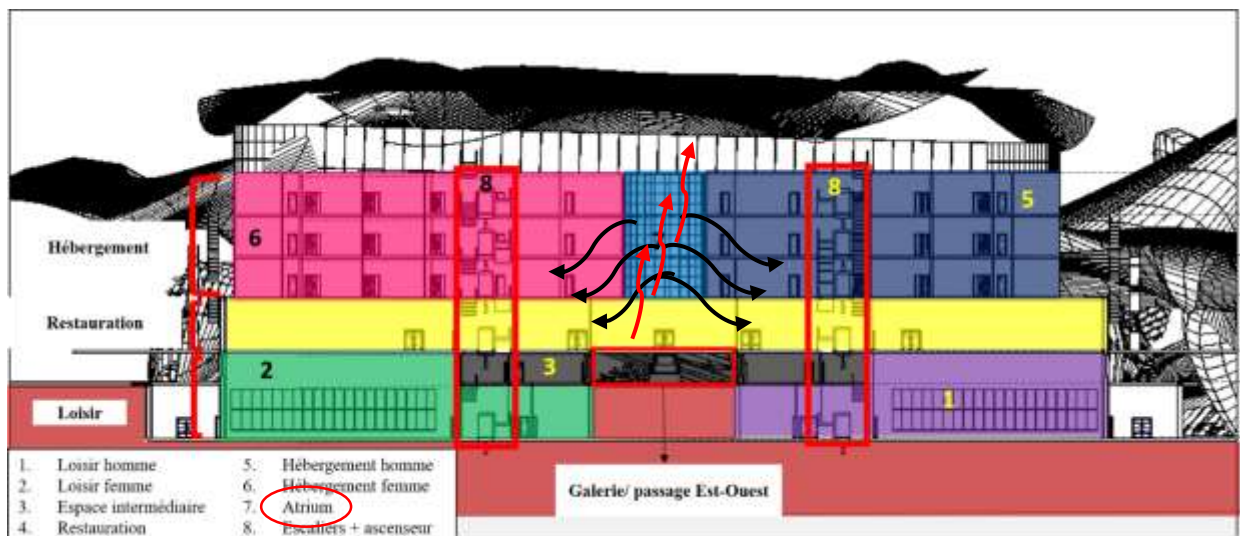


Figure V-24 : l'atrium comme moyen de ventilation naturel, source : l'auteur

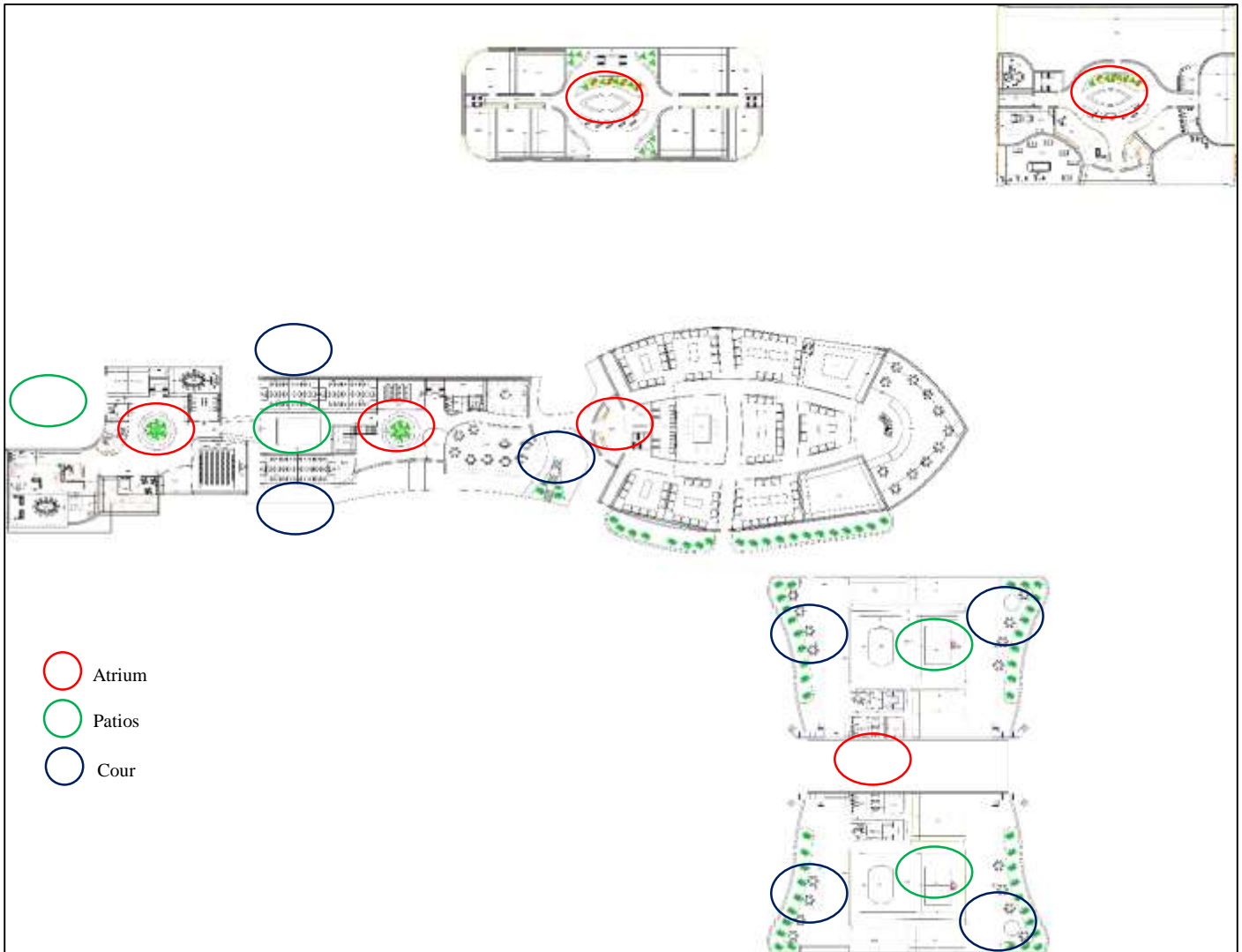


Figure V-25 : emplacement des Atrium, Patios et cours dans le projet, source : l'auteur

On s'est basé sur concepts et des principes bioclimatique pour le refroidissement des espaces en été qui dure pendant plus que 4 mois selon l'analyse climatique de Berriane, selon moi autant que résidant dans la ville, je dirais que cette période est encore plus longue, c'est ce qui explique les multiple emplacement de ses stratégie de refroidissement dans le projet.

La coque est gigantesque, elle bénéficie d'une terrasse végétalisé « Figure I-36 », afin de pouvoir bénéficier de ses ouverture « Atrium, cour, patios » en hiver, on a eu recours à l'architecture cinétique.

La coque possède des ouvertures contrôlé par le centre d'énergie, à l'extérieur de la structure tridimensionnel on a des panneaux en GRC, de l'autre côté dans cette partie des ouvertures on a des vitrage simple orienté vers les atrium pour créer un effet de serre et chauffer les espaces, ou vers les patios et les cours pour avoir des zones ensoleillé et réchauffé. « Figure V-26 »

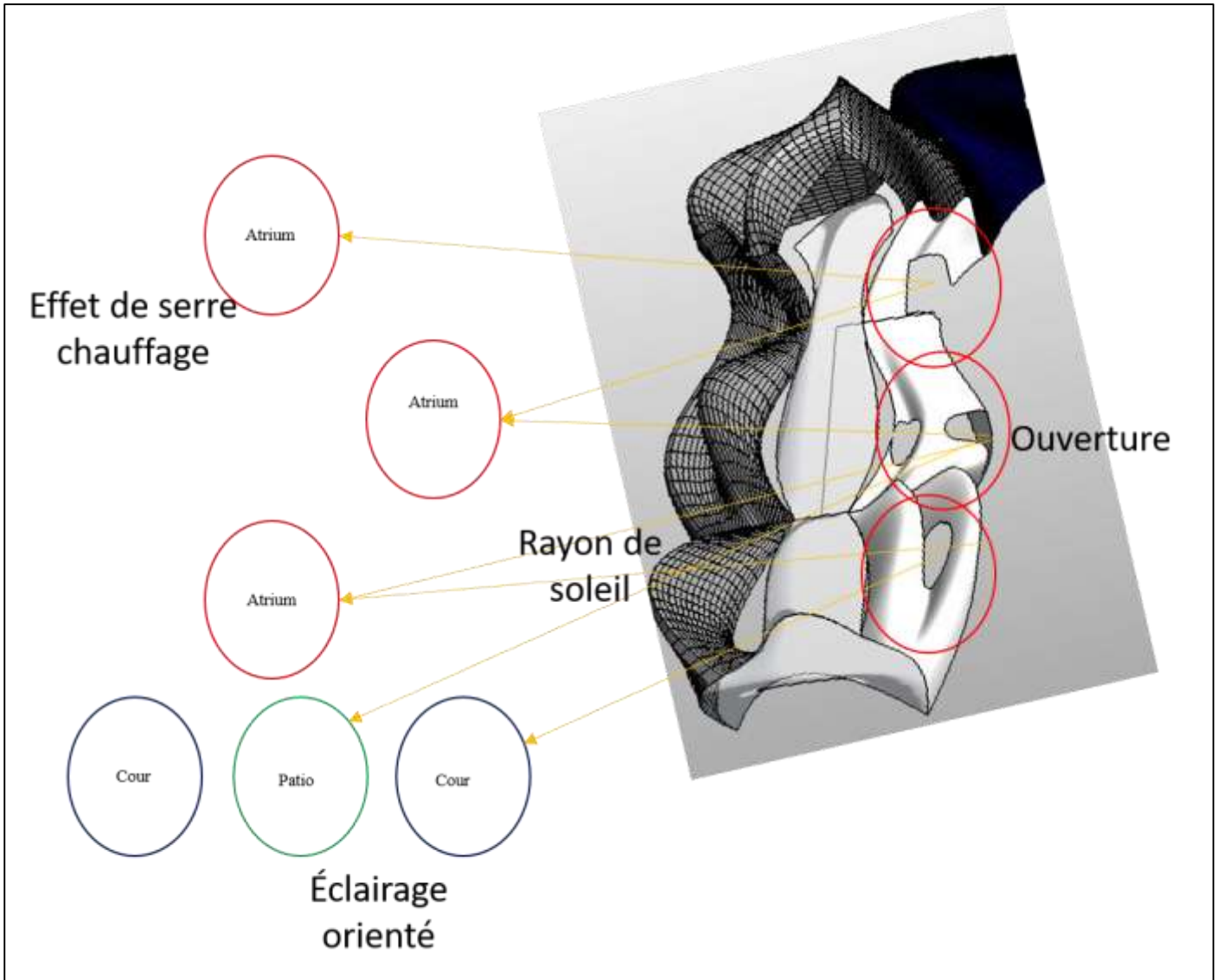


Figure V-26 : orientation des rayons de soleil vers les atriums par des ouvertures cinétiques dans la coque, source : l'auteur

### 3. Systèmes hybride

#### 3.1. Les panneaux thermiques (chauffage/eau chaude sanitaire)

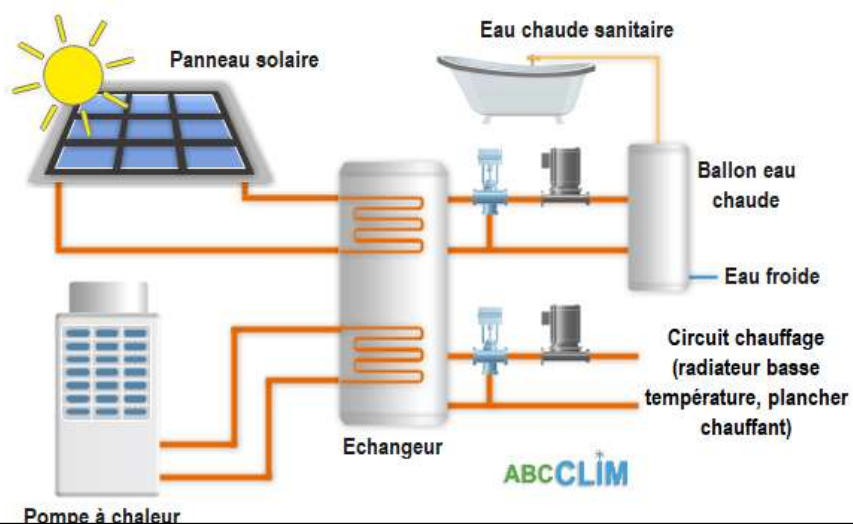


Figure V-27 : schéma de principes des panneaux thermique pour chauffage et eau chaude sanitaire, source : www.abcclim.net

## V. TECHNIQUES DE CONSTRUCTION ET STRATEGIES

Ce système consiste à bénéficier de l'eau chaude sanitaire ainsi au chauffage « plancher chauffant, radiateurs » par les rayons de soleil.

### 4. Production d'énergie :

Notre projet est basé sur deux types de production d'énergie : l'énergie renouvelable par des panneaux PV et l'énergie cinétique par un revêtement de sol.

#### 4.1. Panneaux photovoltaïques flexible :

Ce sont des panneaux solaires de dernière génération avec un rendement plus efficace que les panneaux d'ancienne générations, leur flexibilité leurs permet de se placer sur notre coque.



Figure V-28 : panneaux solaires PV flexible, source : <http://www.solar-constructions.com>

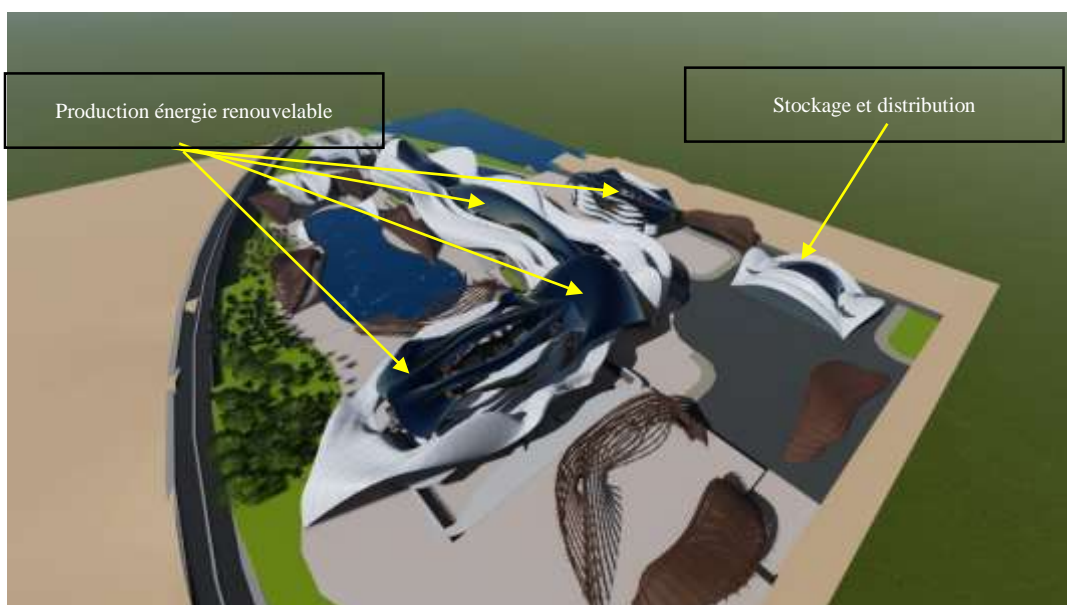


Figure V-29 : productions, stockage et distribution de l'énergie renouvelable dans le projet

### 4.2.L'énergie cinétique par un revêtement de sol :



Figure V-30 : énergie cinétique développé par l'entreprise Pavegen, source : .futura-sciences.com

La startup britannique Pavegen fabrique des pavés connectés qui produisent de l'énergie grâce à la pression des pas exercée par les piétons et récupèrent les données. Une solution innovante pour nos couloirs de flux important tel que l'entité pédagogique et les ateliers de soudures, voir même aux niveaux des salles de sports.

#### Synthèse de chapitre :

Dans ce chapitre on a exposé les différentes techniques passives, hybrides utilisées dans notre projet afin d'assurer les confort des usagers dans un climat chaud et aride. Quelque techniques sont inespérées de l'architecture vernaculaire de la région de Berriane tels que le refroidissement par évaporation ou on a aménagé un lac et des oasis entourent les blocs ainsi de tirer profit de l'inertie sol pour le chauffage et le refroidissement où les blocs sont semi-aride, également le recoure au patio et atrium pour éclairage naturel.

Dans le chapitre suivant on va évaluer la qualité de l'air et le confort thermique dans l'atelier de soudure espace principal de notre projet afin de vérifier la fiabilité des choix pris.

### **Introduction :**

Lors des opérations de soudage, des gaz, fumées et poussières sont générés en grandes quantités. Ceux-ci sont donc inhalables par les soudeurs et mettent en péril leur santé et cela s'accroît dans les conditions climatiques où les températures sont intenses.

Donc dans l'atelier de soudure il est indispensable de mettre en place des systèmes d'épuration de l'air. Mais la ventilation générale d'un local n'est pas suffisante et parfois n'est pas possible. La solution la plus efficace et la plus économique est la combinée avec la captation à la source. De ce fait, il faut un système d'aspiration des fumées sur chaque poste de soudage.

Les émissions sous forme de gaz, vapeurs, aérosols de particules solides ou liquides doivent être captées au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission et aussi efficacement que possible notamment en tenant compte de la nature des caractéristiques et du débit des polluants ainsi que des mouvements de l'air.

Ainsi que pour l'espace de respiration de soudeur la ventilation naturelle de l'atelier dans les conditions climatiques de la ville de Berriane peut affecter négativement le confort thermique des soudeurs.

### **Problématique :**

\*Comment assurer une qualité de l'air adéquate au bon fonctionnement de l'atelier de soudage est compromettre le confort thermique ?

\*Quel type de ventilation sera plus approprié à un atelier de soudage ?

### **Hypothèse :**

\*L'utilisation d'une solution hybride combinant le traitement des contaminants dû à la soudure par un système de ventilation par aspiration à la source au niveau des niches de soudage et une ventilation naturelle pour les autres aires de l'atelier qui permet d'assurer un taux de renouvellement de l'air nécessaire sans perturber les conditions de confort thermique dans les conditions de climat chaud et aride.

\*Aménagement d'un patio végétalisé près des ouvertures d'entrée d'air neuf permet d'améliorer la qualité de l'air à l'intérieur de l'atelier.

\*L'ouverture des orifices dans la partie basse de l'atelier permet d'assurer une ventilation naturelle de l'atelier et d'évacuer l'air vicié par les orifices supérieurs. Avec l'utilisation des parois en BTS isolés par la paille et un vitrage intelligent pour maintenir le confort thermique.

### **Objectif :**

Assurer une qualité d'air à l'intérieur de l'atelier de soudure adéquate au confort respiratoire des apprenants sans compromettre le confort thermique en particulier en été où les températures d'air extérieur dépassant les 40°C.

### **Méthodologie :**

On procède par une recherche sur les techniques de traitement de l'air dans l'atelier de soudure qui nous permet de choisir le système le plus approprié à notre cas d'étude.

Effectuer une simulation numérique à l'aide des logiciels qui nous permet d'évaluer les paramètres physiques de la qualité de l'air et le confort thermique.

### 1. Etat d'art :

#### Introduction :

La ventilation désigne le système mécanique d'un bâtiment qui fournit l'air extérieur « frais » et évacue l'air intérieur « vicié ».

Dans un lieu de travail, la ventilation sert à contrôler l'exposition aux impuretés, aussi appelées contaminants, en suspension dans l'air. Le système de ventilation choisi est couramment utilisé pour extraire les contaminants tels que les émanations, les poussières et les vapeurs dans le but d'obtenir un milieu de travail sain et sécuritaire. La ventilation peut être assurée par des moyens naturels, par l'ouverture d'une fenêtre, ou par des moyens mécaniques, tels que des ventilateurs ou des machines soufflantes.

#### Utilité d'un système de ventilation

Un système de ventilation remplit essentiellement quatre grandes fonctions :

- Assurer une alimentation continue d'air extérieur frais.
- Maintenir une température et un taux d'humidité confortables.
- Réduire les risques d'incendie et d'explosion.
- Réduire ou diluer les contaminants en suspension dans l'air.

#### La ventilation des lieux de soudage<sup>1</sup> :

La ventilation remplit trois fonctions générales :

- Extraire les contaminants présents dans l'air hors de la zone respiratoire du travailleur.
- Prévenir l'accumulation de gaz ou de vapeurs combustibles ou inflammables.
- Prévenir une composition de l'atmosphère trop forte ou trop faible en oxygène.

Pour les processus comme le soudage, le brasage fort, le brasage tendre et le coupage au chalumeau, l'objectif principal de la ventilation est d'extraire les contaminants atmosphériques produits dans la zone de soudage.

Différentes stratégies de ventilation peuvent être requises dans chaque cas pour éliminer les contaminants atmosphériques dans la zone respiratoire du soudeur.

Dans tous les cas où la ventilation est employée pour la protection des travailleurs, le système de ventilation doit être utilisé et entretenu selon des procédures acceptables.

Lorsque la ventilation seule ne suffit pas à protéger adéquatement le soudeur, de l'équipement de protection individuelle (appareil de protection respiratoire) peut également être utilisé.

---

<sup>1</sup> Normes et réglementations de filtration des fumées de-soudage. <https://www.gazdetect.com>

## VI. SIMULATION

### Types de ventilation pouvant être utilisés pour extraire les contaminants présents dans l'air hors de la zone respiratoire d'un soudeur <sup>2</sup>:

On distingue trois catégories générales de méthodes de ventilation :

- La ventilation avec apport naturel d'air neuf. (La moins efficace)
- La ventilation mécanique ou ventilation forcée.
- La ventilation par aspiration à la source. (La plus efficace)

#### a) Ventilation avec apport naturel d'air neuf

La ventilation avec apport d'air neuf permet l'ajout d'air frais dans un espace et peut être réalisée par des moyens non mécaniques, comme l'ouverture de fenêtres et de portes, ou par des moyens mécaniques, comme l'utilisation de ventilateurs d'extraction installés au mur ou en toiture.

Pendant le soudage, se tenir loin du panache de fumée et utiliser un casque de soudeur bien ajusté pour se protéger du panache. En ouvrant les portes, les fenêtres et d'autres ouvertures de la structure d'un bâtiment, de l'air frais peut être introduit dans un espace de travail en vue de diminuer la concentration d'un contaminant en suspension dans l'air et, éventuellement, de l'extraire. Ce type de ventilation est généralement considéré comme étant le moins efficace parce qu'il ne permet pas de maîtriser directement le déplacement des contaminants en suspension dans l'espace de travail.



Figure VI-1 : position de soudeur par rapport au fumé  
Source : <https://www.gazdetect.com>

La ventilation avec apport naturel d'air neuf ne doit pas être utilisée pour ventiler un espace clos, un espace comportant des obstacles structurels à la circulation naturelle de l'air ou encore lorsque les contaminants en suspension dans l'air contiennent une substance cancérigène ou d'autres substances à haute toxicité.

#### b) Ventilation mécanique

La ventilation mécanique fait appel à des ventilateurs muraux, à des ventilateurs d'extraction en toiture ou à d'autres moyens mécaniques permettant de prévenir l'introduction de contaminants en suspension dans la zone respiratoire du travailleur.

<sup>2</sup> Normes et réglementations de filtration des fumées de-soudage. <https://www.gazdetect.com>

## VI. SIMULATION

### c) Ventilation par aspiration à la source

La ventilation par aspiration à la source est toujours la méthode privilégiée pour extraire les fumées et les gaz produits par le soudage. Cette méthode permet d'extraire ou d'éliminer les fumées, les poussières, les vapeurs et les gaz toxiques avant qu'ils ne puissent se mélanger à l'air de la pièce.

Un bon masque de soudeur contribue à réduire l'exposition du soudeur aux fumées produites par le soudage en détournant le panache loin de la zone respiratoire du soudeur.

#### Types de système de ventilation par aspiration à la source :

##### a) Poste à aspiration descendante

La table de soudage est dans ce cas constituée par une grille à travers laquelle l'air pollué est aspiré et évacué par un conduit raccordé à l'extérieur. La vitesse du courant d'aspiration doit être suffisante pour empêcher les contaminants de s'accumuler et de s'élever jusqu'à la zone respiratoire. Si les pièces à souder sont trop grandes, elles risquent de bloquer l'extraction de l'air ou de créer des poches d'air où le débit sera trop élevé (ce qui pourrait perturber le gaz de protection).

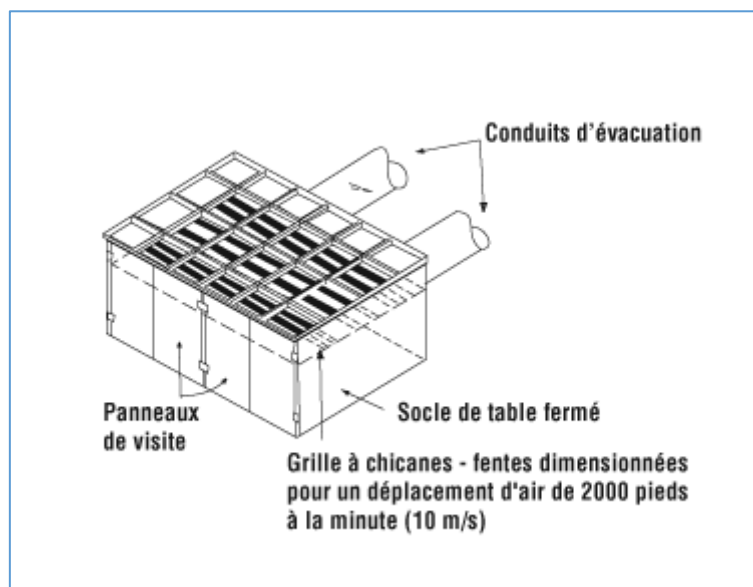


Figure VI-2 : Poste à aspiration descendante  
Source : <https://www.gazdetect.com>

##### b) Hotte mobile

Un conduit souple permet de déplacer la hotte à la position voulue. L'air doit traverser l'arc à une vitesse d'au moins 100 pi/min (0,5 m/s). La hotte doit être placée le plus près possible de la source de contamination. La distance optimale de la hotte par rapport à l'arc correspond environ au diamètre du conduit d'extraction.

## VI. SIMULATION

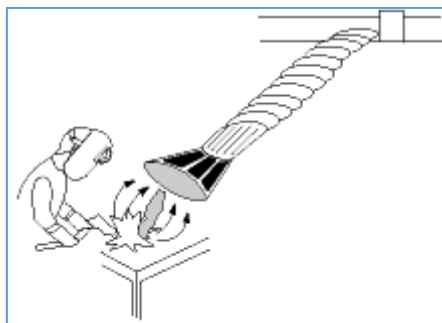


Figure VI-3 : hotte mobile  
Source : <https://www.gazdetect.com>

### c) Pistolet de soudage équipé d'une buse d'aspiration

Les contaminants sont captés très près de la source et aspirés vers le conduit d'extraction. Ce dispositif peut être très efficace en soudage à plat, vertical, en angle ou sur bords relevés.

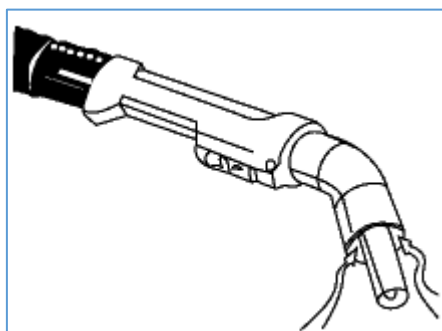


Figure VI-4 : Pistolet de soudage équipé d'une buse d'aspiration  
Source : <https://www.gazdetect.com>

### Comparaison des systèmes de ventilation :

Ventilation avec apport d'air neuf		Ventilation par aspiration à la source	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Coût du matériel et de son installation habituellement moins élevé.	N'assure pas l'extraction complète des contaminants.	Aspire les contaminants à la source et les extraie du lieu de travail.	Coût de la conception, du matériel et de son installation plus élevée.
Entretien moins important.	Ne peut être utilisée en présence de produits chimiques très toxiques.	Constitue le seul système adapté aux produits chimiques très toxiques en suspension dans l'air.	Exige un nettoyage, une inspection et un entretien réguliers.
Maîtrise efficace de quantités restreintes de produits chimiques de faible toxicité.	N'est pas efficace dans le cas de poussières, de fumées contenant des particules métalliques et de forts volumes de gaz ou de vapeurs.	Peut extraire divers types de contaminants, dont les poussières et les fumées contenant des particules métalliques.	
Maîtrise efficace des gaz et des vapeurs	Exige de grands volumes d'air d'appoint chauffé ou refroidi.	Exige de moins grands volumes d'air d'appoint,	

## VI. SIMULATION

inflammables ou combustibles.		puisque'elle évacue moins d'air.	
Meilleur système de ventilation pour les sources de contaminants mobiles ou dispersées.	N'est pas efficace pour le traitement de débit de crête de gaz ou de vapeurs, ou les émanations produites de façon irrégulière.	Coût énergétique moins élevé, étant donné les moindres volumes d'air d'appoint à chauffer ou à refroidir.	

Pour notre atelier de soudage on opte pour un système de ventilation par aspiration à la source pour extraire les contaminants présents dans l'air hors de la zone respiratoire de soudeur (les niches). Et la ventilation naturelle pour le renouvellement de l'air de l'atelier.

Dans la partie suivante nous allons évaluer seulement la qualité de l'air et le confort des zones de respiration de l'apprenti dans d'atelier cette partie ventilée naturellement.

# VI. SIMULATION

## 2. Présentation de cas d'étude :

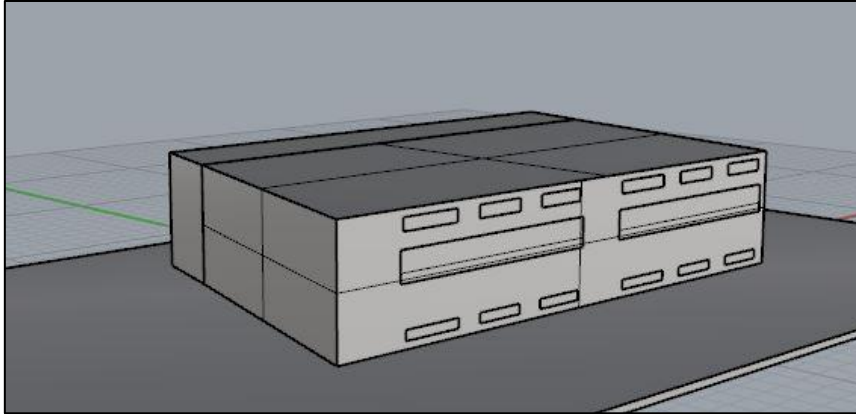


Figure VI-5 : atelier de soudure  
Source : auteur

### Logiciel de simulation :

La qualité de l'air consiste à évaluer la concentration de CO<sub>2</sub> à l'aide d'un programme analytique simulateur de concentration Co<sub>2</sub> développé par le centre français « Carsat LR ».

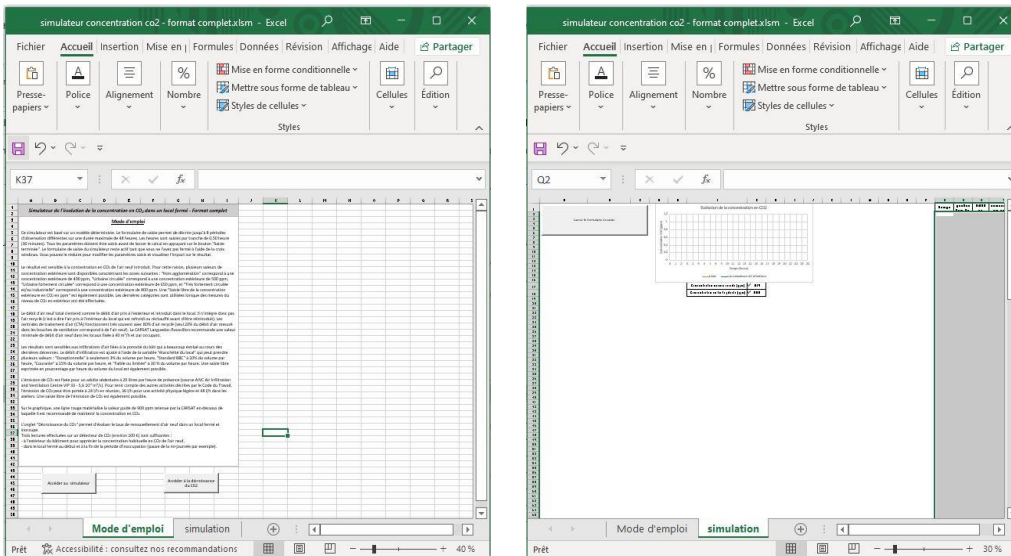


Figure VI-6: simulateur de concentration en dioxyde de carbone  
Source <https://www.carsat-lr.fr>

La température de l'air est simulée à l'aide de logiciel *DIVA-Energy plus*.

### Condition de simulation :

La simulation est faite pour le jour le plus froid de l'année qui correspond au 12 Janvier et le jour le plus chaud de l'année le 21 Juillet.

Faute d'absence de fichier climatique de la ville de Berriane on va utiliser le fichier climatique de la ville De Ghardaïa la plus proche à notre projet dont les conditions climatiques sont relativement similaires.

## VI. SIMULATION

Les vitesses de vent durant les deux jours sont représentées dans les graphes suivants :

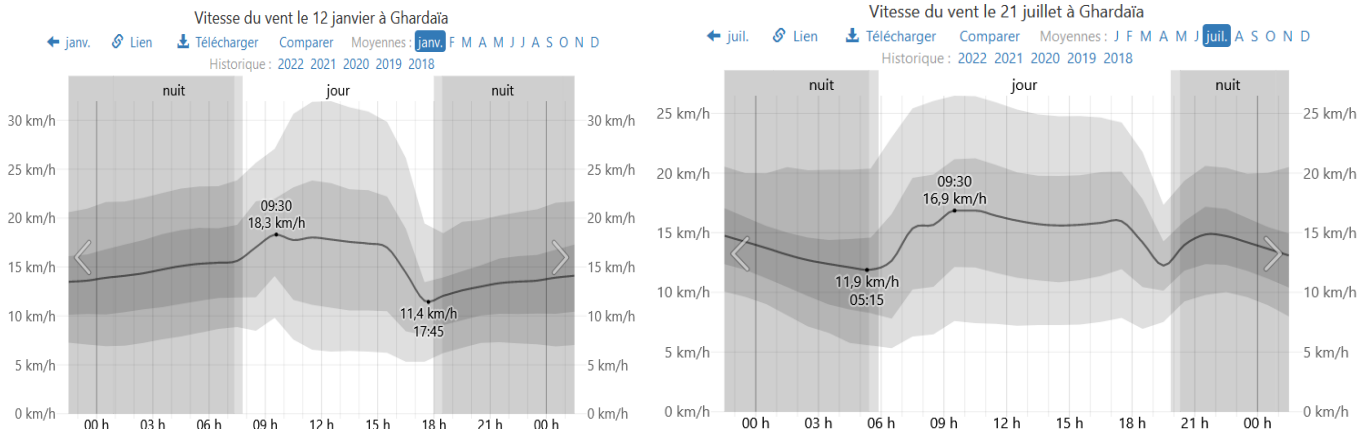


Figure VI-7 : vitesse de vent de la ville de Ghardaïa  
Source : www.weatherspark.com

### Paramètres simulés :

- ✓ La qualité de l'air à travers la simulation de la concentration de CO<sub>2</sub> en PPM.
- ✓ Le confort thermique à travers la simulation de la température de l'air.

### Cas initial

L'atelier avec des ouvertures donnant directement vers l'extérieur. (L'amenée d'air et l'évacuation d'air vicié par des grandes fenêtres.)

Les parois sont en double brique avec enduit extérieur et intérieur. Vitrage simple.

#### ✚ Qualité de l'air

- ❖ Hiver 12 Janvier ouvertures fermées

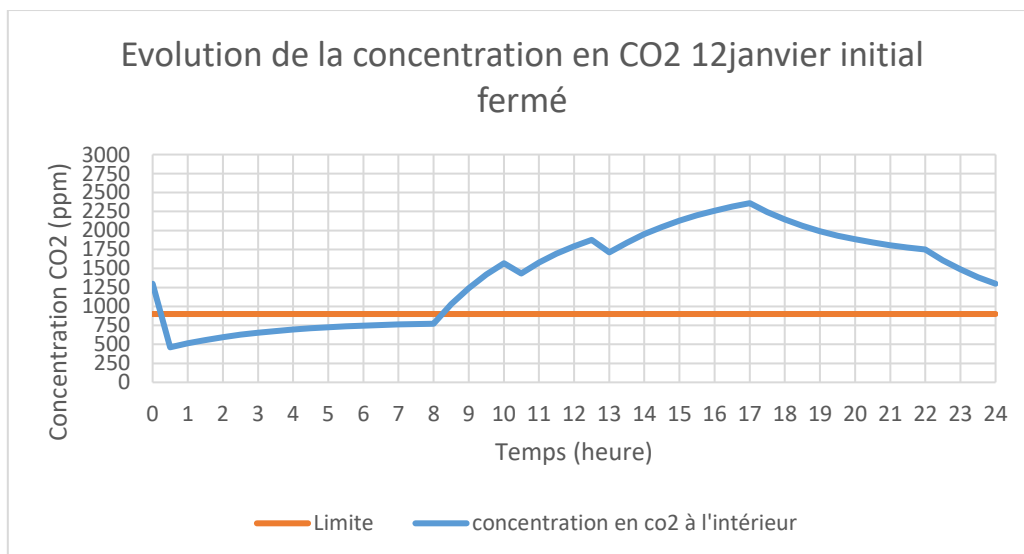


Figure VI-8 : concentration de CO<sub>2</sub> le 12 janvier cas initial fermé  
Source: auteur

## VI. SIMULATION

### Commentaire :

Les résultats de la simulation de l'atelier fermé avec un minimum de d'aération (infiltration d'air) montrent que les valeurs de concertation de CO<sub>2</sub> à l'intérieur de l'atelier sont très élevées durant la période d'occupation de 8h à 17h allant de 772,4 au 2360,2ppm et 17h à 22h de 2360,2 au 1749,6 ppm ses valeurs sont supérieures à la limite de confort respiratoire (900ppm) donc la qualité de l'air est médiocre. Durant la période d'inoccupation de l'atelier (de 0:30h à 08h) le confort s'installe (461,5 au 772,4 ppm). Donc on doit augmenter le taux de ventilation de l'atelier.

### ❖ Hiver 12 Janvier ouverture permanente d'une fenêtre de 1.2\*1.2m<sup>2</sup>

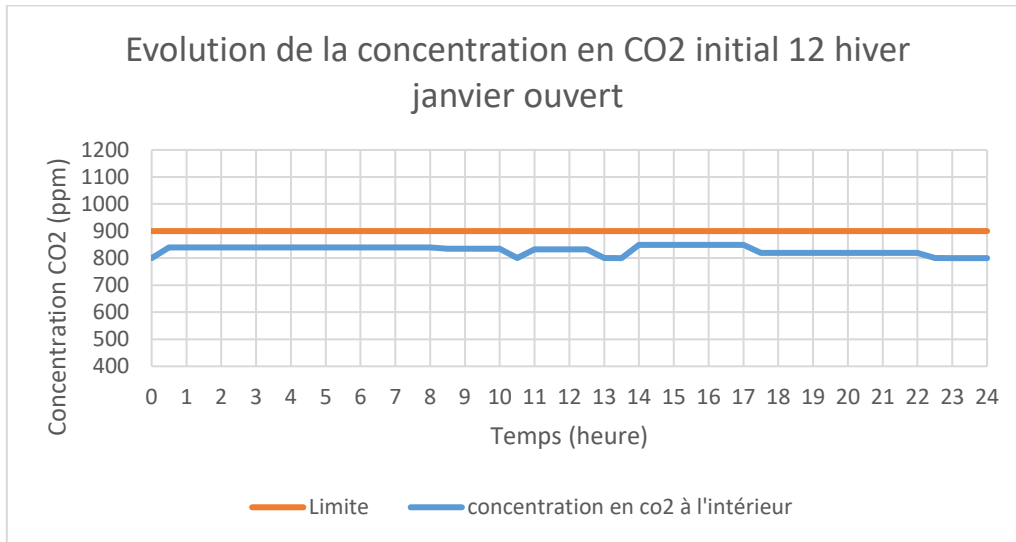


Figure VI-9 : concentration de CO<sub>2</sub> le 12 janvier cas initial ventilé  
Source: auteur

### Commentaire :

Les résultats de la simulation de l'atelier avec ventilation naturelle montrent que les valeurs de concertation de CO<sub>2</sub> à l'intérieur de l'atelier sont relativement constantes inférieures (800 au 849,1ppm) à la limite de confort respiratoire (900ppm) donc la qualité de l'air est améliorée elle est bonne.

### 🌡️ Température de l'air

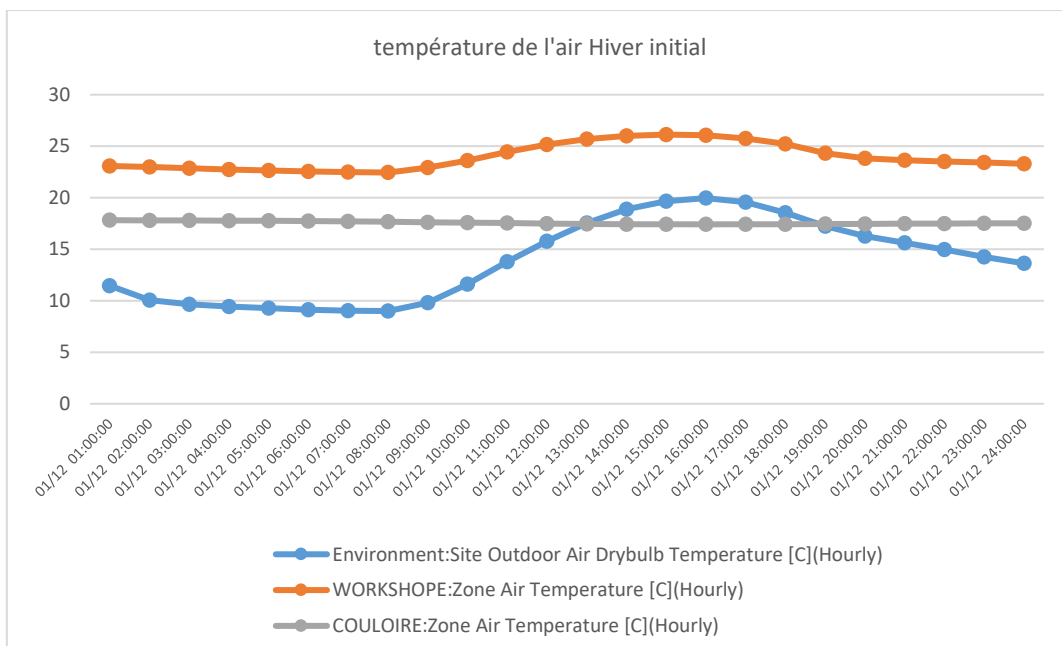


Figure VI-10 : température de l'air le 12 janvier cas initial ventilé  
Source: auteur

## VI. SIMULATION

### Commentaire :

Les résultats de la simulation de la température de l'air à l'intérieur de l'atelier de soudage avec l'ouverture d'une fenêtre de 1.2x1.2 m<sup>2</sup> montrent que les valeurs de température à l'intérieur de l'atelier sont variées entre 22.49 et 26.06°C avec un écart positif important par rapport à la température d'air extérieur (6.1 à 13.45°C) donc le confort thermique hivernal est atteint.

### Qualité de l'air

#### Eté 21 juillet ouvertures fermées

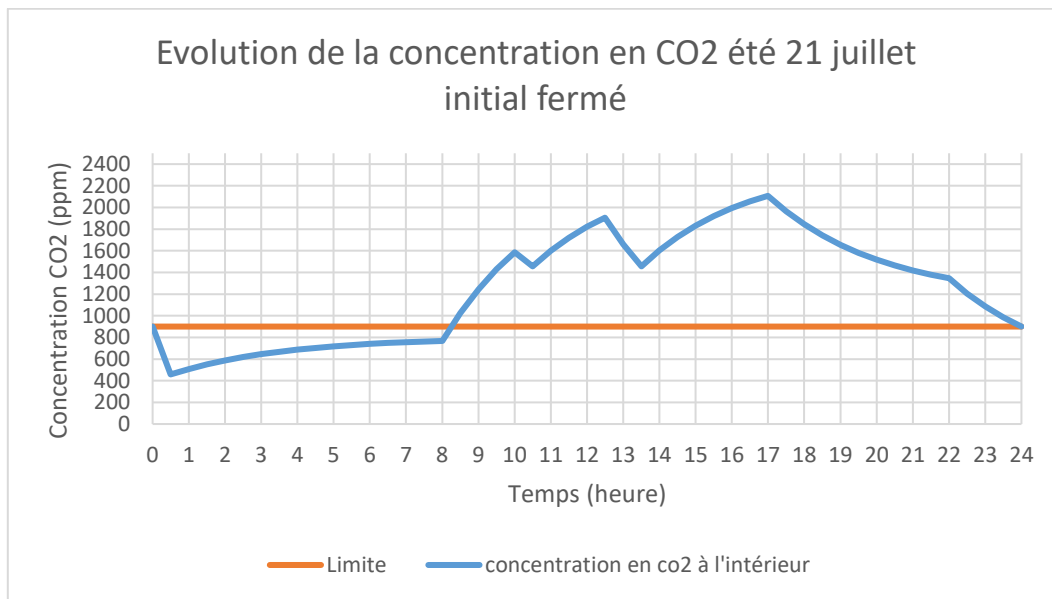


Figure VI-11 : concentration de CO2 le 21 juillet cas initial fermé  
Source: auteur

### Commentaire :

Les résultats de la simulation de l'atelier fermé avec un minimum de d'aération (infiltration d'air) montrent que les valeurs de concertation de CO2 à l'intérieur de l'atelier sont très élevées durant la période d'occupation de 8h à 17h allant de 767,9 au 2106,8 ppm et 17h à 22h de 2106,8 au 1345,2 ppm ses valeurs sont supérieures à la limite de confort respiratoire (900ppm) donc la qualité de l'air est médiocre. Durant la période d'inoccupation de l'atelier (de 00h à 08h) le confort s'installe (898,7 au 767,9 ppm). Donc on doit augmenter le taux de ventilation de l'atelier.

## VI. SIMULATION

### Été 21 Juillet ouverture permanente d'une fenêtre de 1.2x1.2m<sup>2</sup>

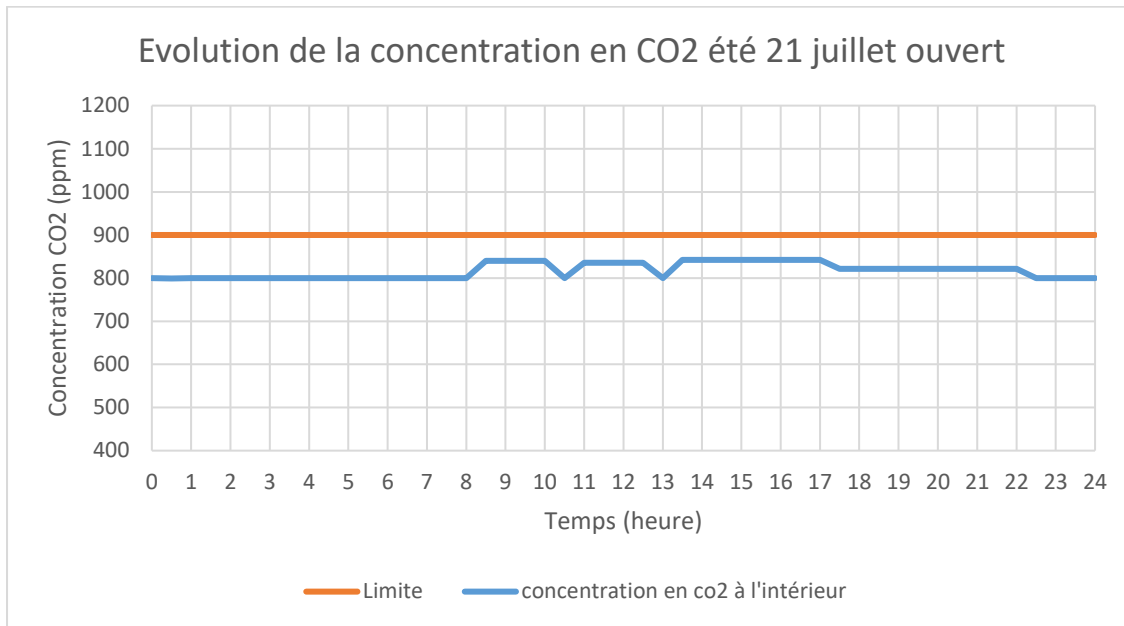


Figure VI-12 : concentration de CO2 le 21 juillet cas initial ventilé  
Source: auteur

#### Commentaire :

Les résultats de la simulation de l'atelier en juillet avec ventilation naturelle montrent que les valeurs de concentration de CO<sub>2</sub> à l'intérieur de l'atelier sont relativement constantes inférieures (800 au 842,3 ppm) à la limite de confort respiratoire (900ppm) donc la qualité de l'air est améliorée elle est bonne.

#### Température de l'air :

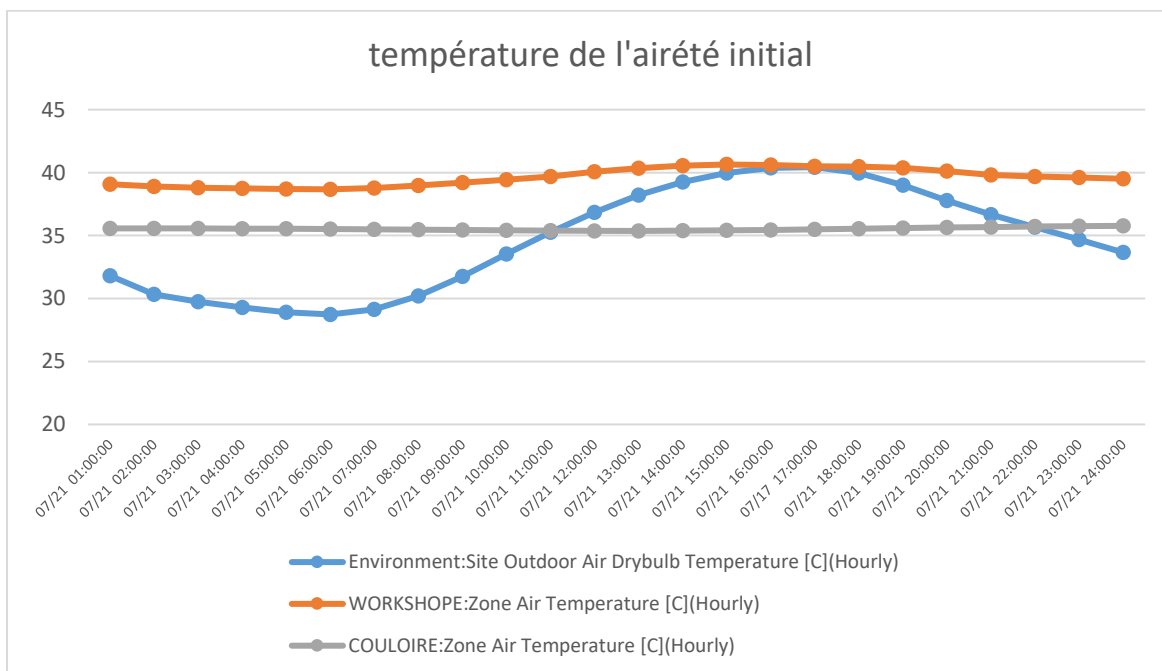


Figure VI-13 : température de l'air le 21 juillet cas initial ventilé  
Source: auteur

## VI. SIMULATION

### Commentaire :

Les résultats de la simulation de la température de l'air à l'intérieur de l'atelier de soudage avec l'ouverture d'une fenêtre de 1.2x1.2 m<sup>2</sup> montrent que les valeurs de température à l'intérieur de l'atelier sont nettement supérieures à la température d'air extérieur elles varient entre 38.46 et 40.55°C avec un écart positive important par rapport à la température d'air extérieur (0.5 à 9.96°C) donc le confort thermique estival n'est pas atteint.

### Constat :

La qualité de l'air à l'intérieur de l'atelier fermé occupé par 20 personnes de 8h-17h et de 10 personnes de 17h-22h est médiocre, supérieure à la limite de confort respiratoire 900 ppm donc une nécessité une ventilation naturelle afin de minimiser le taux de concentration de CO<sub>2</sub> s'impose. Pour cela on a laissé une fenêtre de 1.2x1.2m<sup>2</sup> ouverte en permanence, ce qui a influe négativement le confort thermique en été. Dont les valeurs de température simulées sont supérieures à la zone de confort thermique (18- 28°C).

### Les améliorations apportées :

Ventiler l'atelier par des ouvertures inferieures donnant sur un patio végétalisé ce qui permet d'amener l'air d'une bonne qualité et prés refroidi par évaporation. Et d'évacuer l'air vicié par des ouvertures supérieures. (Changement de dimension de 1.2x1.2 au 0.6m<sup>2</sup>et de position des ouvrants de centre au inferieur /supérieur ainsi qu'ouverture vers extérieur à l'ouverture sur un patio végétalisé).

Utilisation de béton de terre stabilisé pour des parois extérieures avec une isolation en panneaux de paille avec un revêtement interne. Avec un vitrage intelligent pour les ouvertures.

### Cas amélioré

#### Hiver 12 Janvier ouverture permanente d'une fenêtre de 0.6m<sup>2</sup> inferieure sur le patio végétalisé

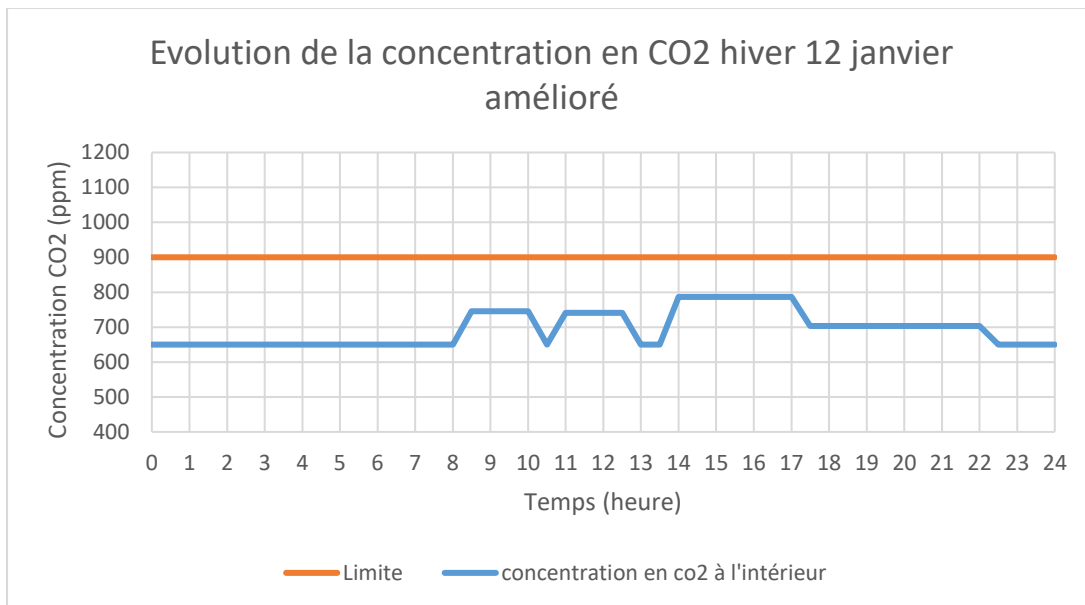


Figure VI-14 : concentration de CO<sub>2</sub> le 12 janvier cas amélioré  
Source: auteur

### Commentaire :

Les résultats de la simulation en janvier de l'atelier avec ventilation naturelle montrent que les valeurs de concertation de CO<sub>2</sub> à l'intérieur de l'atelier sont relativement inférieures (650 au 786,5ppm) à la limite de

## VI. SIMULATION

confort respiratoire (900ppm) donc malgré la réduction de dimension de l'ouverture mais l'aménagement d'un patio végétalisé à permet d'avoir une bonne la qualité de l'air.

### Température de l'air hivernal :

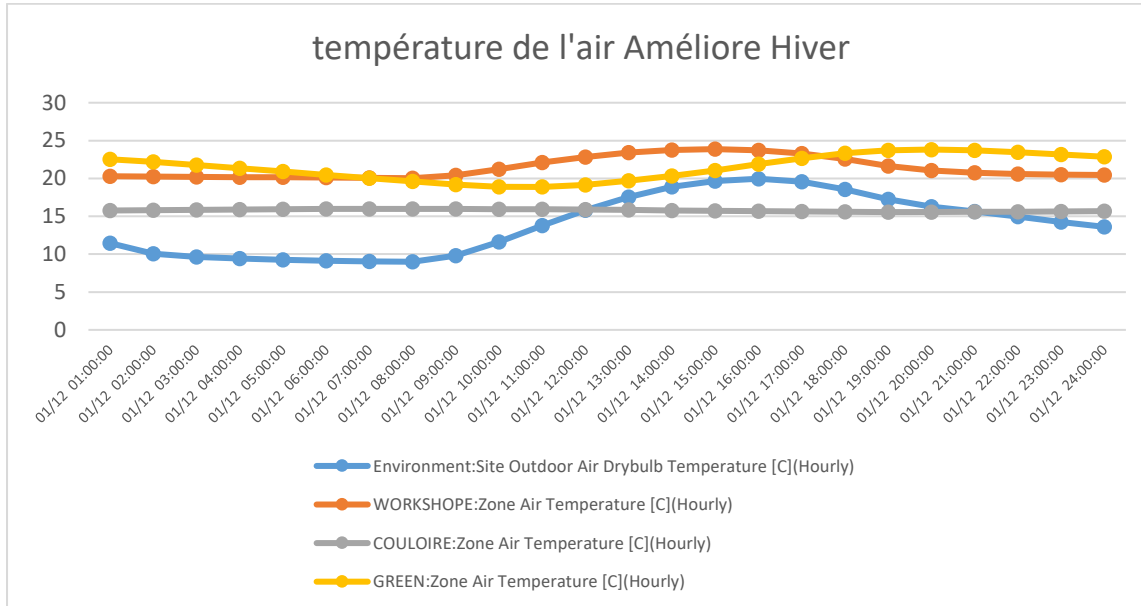


Figure VI-15 température de l'air le 12 janvier cas amélioré  
Source: auteur

### Commentaire :

Les résultats de la simulation de la température de l'air à l'intérieur de l'atelier de soudage avec l'ouverture d'une fenêtre de 0.6 m<sup>2</sup> montrent que les valeurs de température à l'intérieur de l'atelier sont variées entre 21.11 et 23.87°C avec un écart positive important par rapport à la température d'air extérieur (3.73 à 11.03°C) donc le confort thermique hivernal est atteint.

### Été 21 Juillet ouverture permanente d'une fenêtre de 0.6m<sup>2</sup> inférieure sur le patio végétalisé

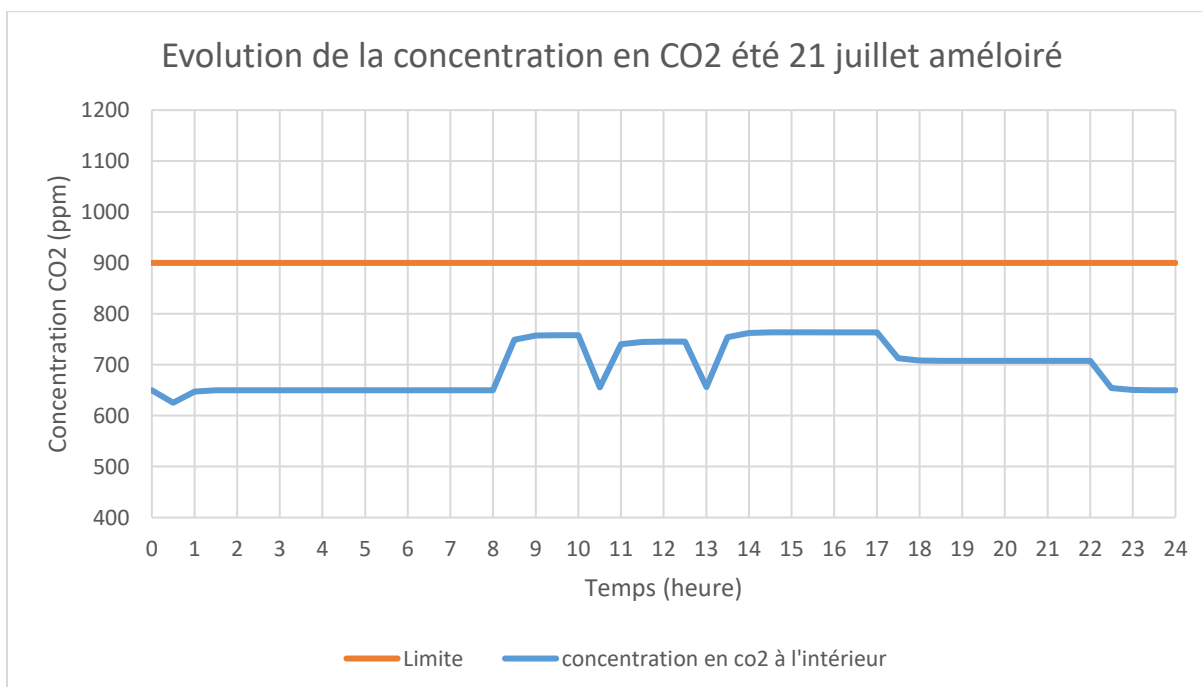


Figure VI-16 : concentration de CO2 le 21 juillet cas amélioré  
Source: auteur

## VI. SIMULATION

### Commentaire :

Les résultats de la simulation en juillet de l'atelier avec ventilation naturelle montrent que les valeurs de concentration de CO<sub>2</sub> à l'intérieur de l'atelier sont relativement inférieures (650 au 763,6ppm) à la limite de confort respiratoire (900ppm) donc malgré la réduction de dimension de l'ouverture mais l'aménagement d'un patio végétalisé à permet d'avoir une bonne la qualité de l'air.

### Température de l'air estival :

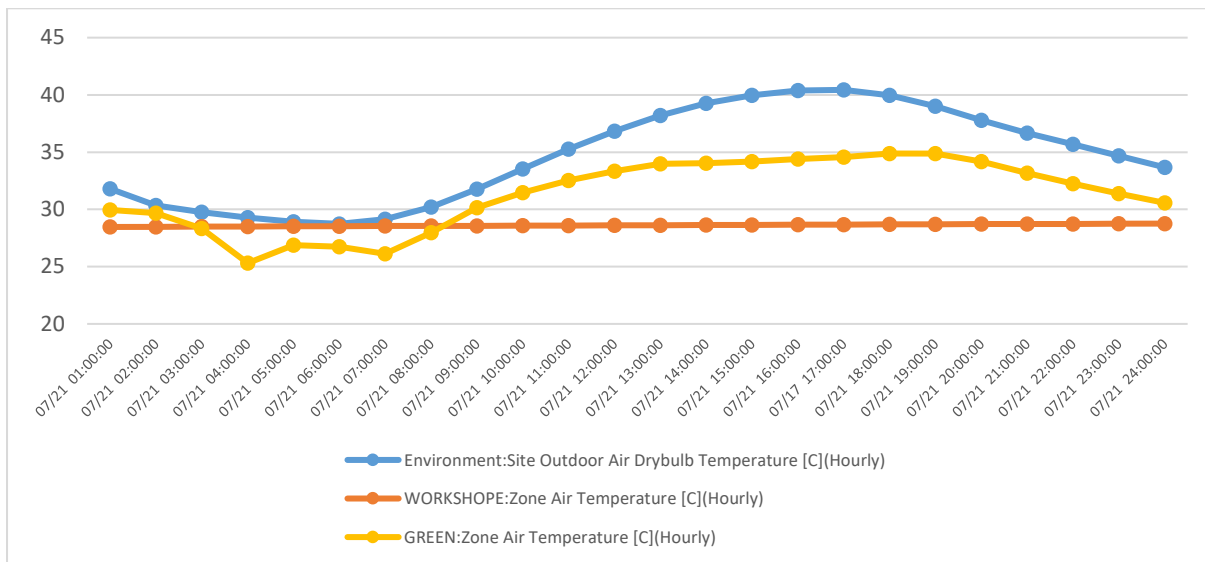


Figure VI-17 : température de l'air le 21 juillet cas amélioré  
Source: auteur

### Commentaire :

Les résultats de la simulation de la température de l'air à l'intérieur de l'atelier de soudage avec l'ouverture d'une fenêtre de 0.6 m<sup>2</sup> montrent que les valeurs de température à l'intérieur de l'atelier sont relativement constantes et inférieures à la température d'air extérieur elles varient entre 28.4 et 28.75°C avec un écart négatif important par rapport à la température d'air extérieur (-0.2 à -11.76°C) donc le confort thermique estival est atteint.

## VI. SIMULATION

### 3. Comparaison cas initial /cas amélioré :

#### Comparaison de la qualité de l'air

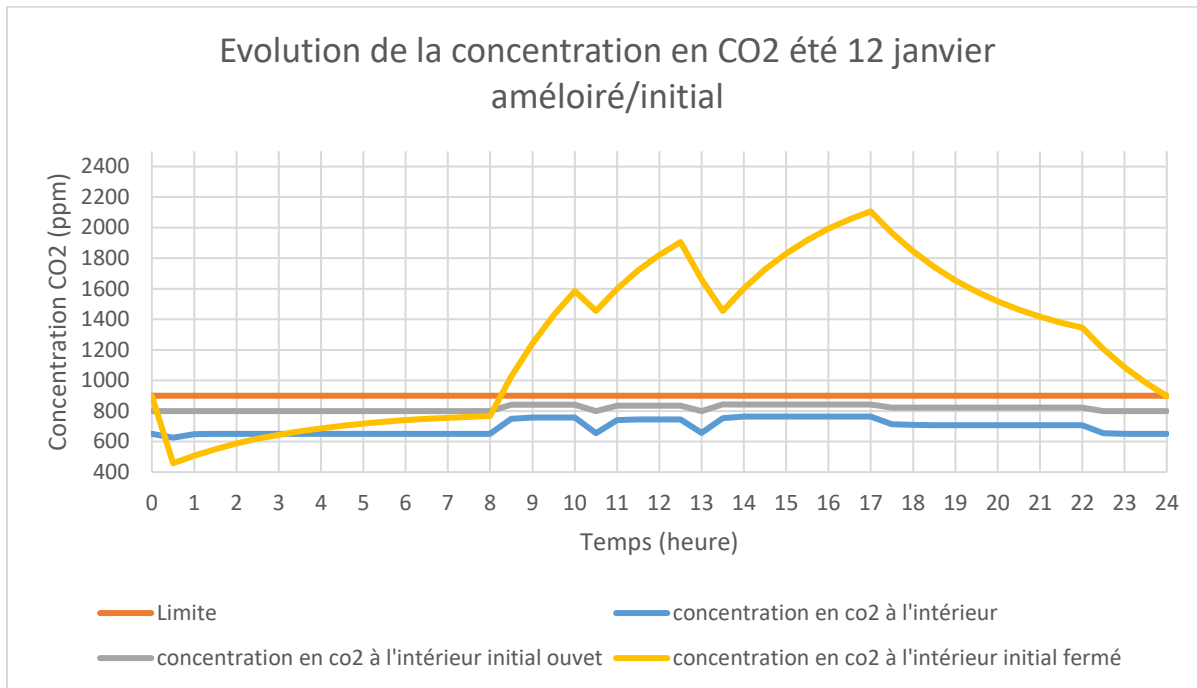


Figure VI-18 : comparaison concentration de CO2 le 12 janvier cas initial /cas amélioré  
Source: auteur

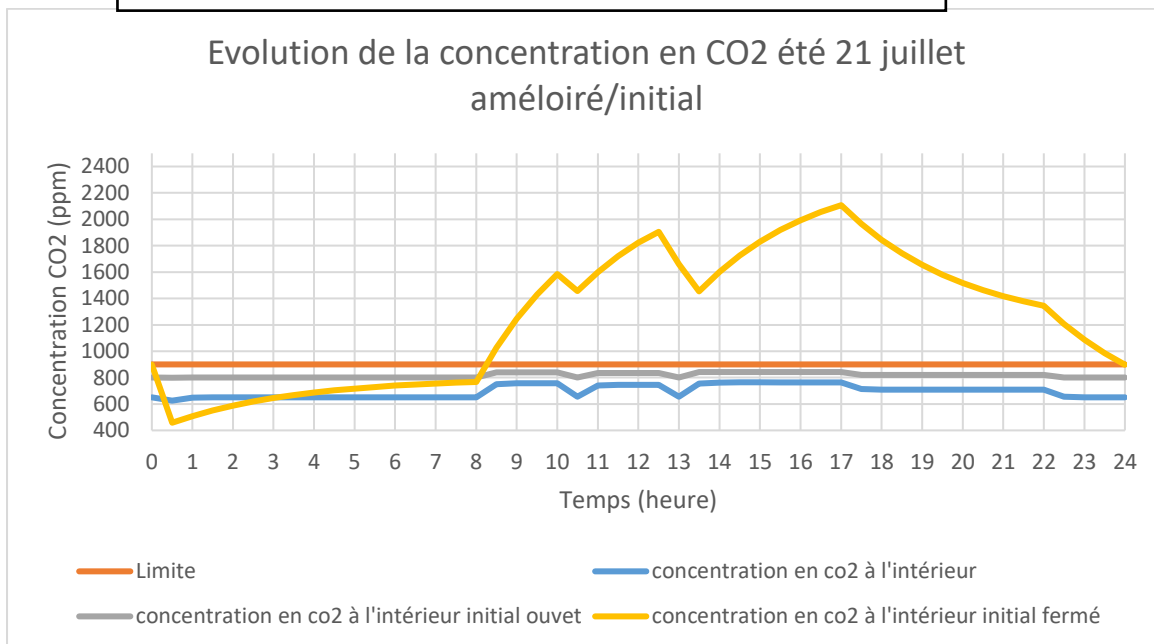


Figure VI-19 : comparaison concentration de CO2 le 21 juillet cas initial /cas amélioré  
Source: auteur

La comparaison entre les trois courbes (en hiver et en Été) montre que la solution adoptée qui consiste à ventiler l'atelier en permanence avec une ouverture inférieure donnant sur un patio végétalisé (amenée d'air) et d'évacuer l'air vicié par des ouvertures supérieures permet d'avoir des valeurs de concentration de CO2 les plus faibles durant tout le jour et sont inférieures à la limite de concentration de CO2 exigée dans les ateliers de soudage.

## VI. SIMULATION

### Comparaison de la Température de l'air

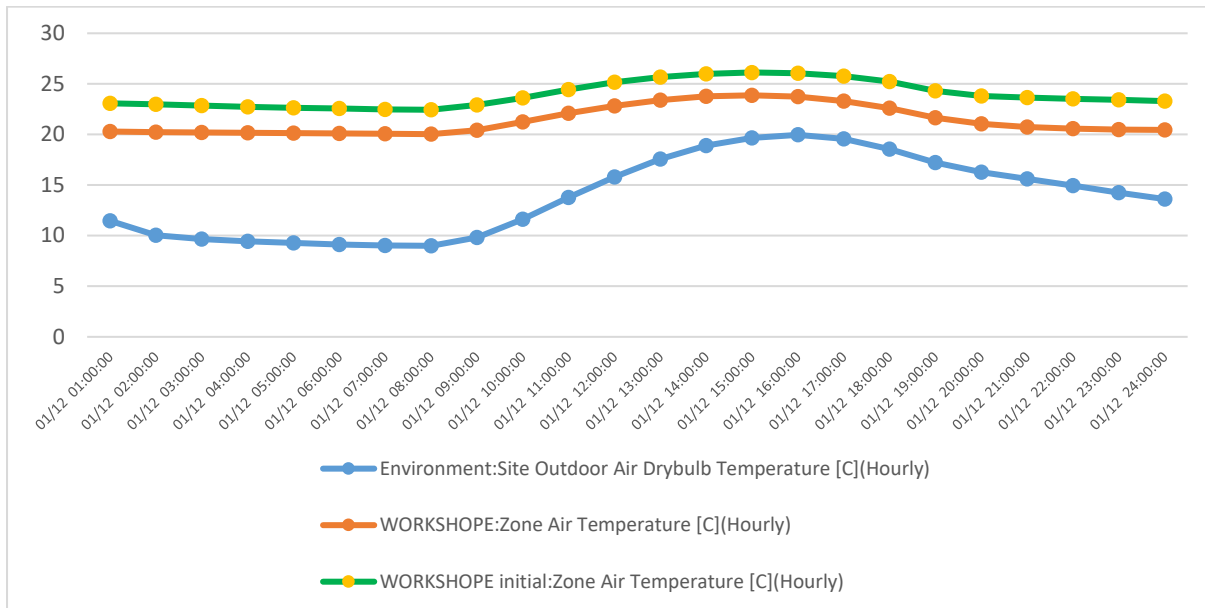


Figure VI-20 : comparaison température de l'air le 12 janvier cas initial /cas amélioré  
Source: auteur

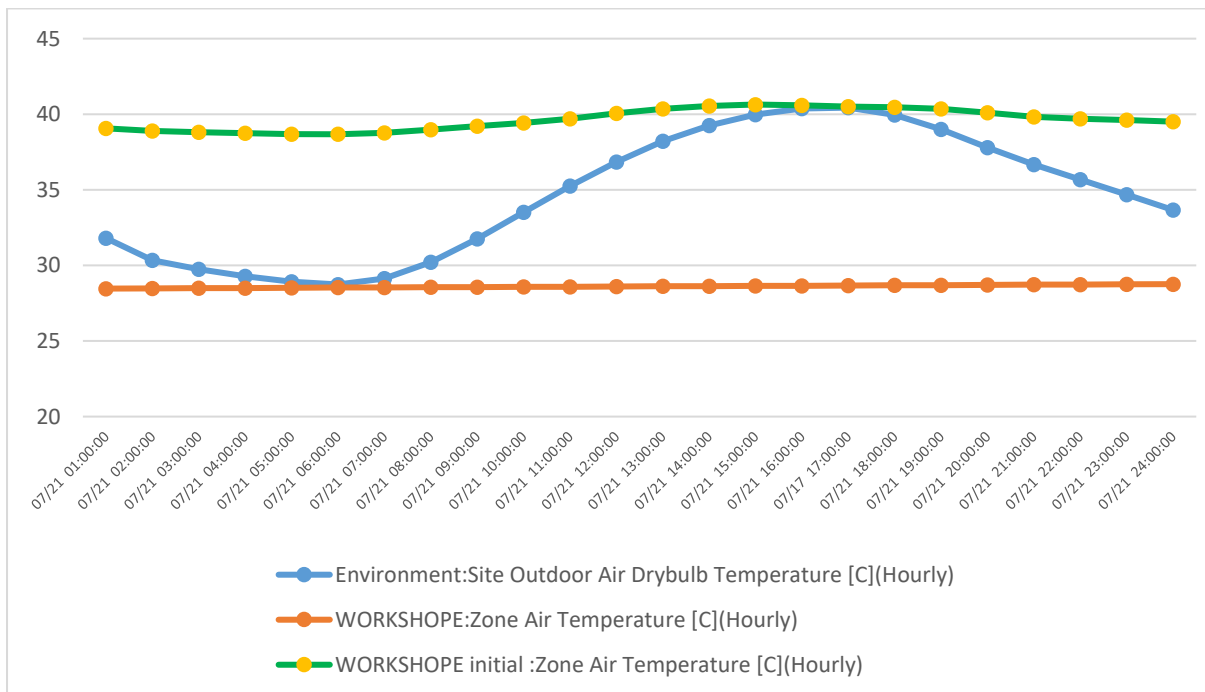


Figure VI-21 : comparaison température de l'air le 21 juillet cas initial /cas amélioré  
Source: auteur

La comparaison entre les trois courbes (en hiver et en Eté) montre que la solution adoptée qui consiste à ventiler l'atelier en permanence avec une ouverture inférieure donnant sur un patio végétalisé (amenée d'air) et d'évacuer l'air vicié par des ouvertures supérieures ainsi que l'utilisation de béton de terre stabilisé isolé par la paille et des ouvertures en vitrage intelligent permettent d'assurer le confort thermique en hiver et en été.

### 4. Conclusion de chapitre :

La qualité de l'air est un paramètre important dans les ateliers de soudure le maintien de cette qualité dépend principalement de technique de ventilation adoptée. Dans notre cas on a choisi une solution hybride combine un système d'aspiration à la source ou niveau des niches de soudure qui permet le captage des polluants au fur et à mesure de leur production, au plus près de leur source d'émission et aussi efficacement que possible notamment en tenant compte de la nature des caractéristiques et du débit des polluants ainsi que des mouvements de l'air. Pour les zones de respiration des apprentis on a opté à la ventilation naturelle.

Les résultats de simulation montrent que le choix de matériaux de construction et de stratégie de ventilation ainsi que les dimensions des orifices et leur emplacement influe la qualité de l'air et le confort thermique dans des conditions climatiques chaudes et aride.

Le traitement de l'air avant son introduction à l'intérieur de l'atelier par son passage par un patio végétalisé permet d'améliorer les conditions de confort thermique et la qualité de l'air à l'intérieur de l'atelier.

## Conclusion générale

La formation professionnelle permet de développer des compétences techniques et comportementales des jeunes, dans le domaine du soudage pipeline et ses métiers, c'est une occasion de gérer le manque des sociétés qui opère dans le secteur du Gaz et d pétrole d'un côté et d'un autre c'est une résolution au problème de chômage dans la région sud de l'Algérie.

Nos recherches sur les principes, les techniques et les stratégies de l'architecture passifs on était d'une grande importance et ont joué un rôle important dans la conception de notre centre de formation de soudage a Berriane, caractérisé par son climat chaud et aride, ont essayé de concevoir un bâtiment a énergie positif en se basant sur la forme et le processus du scorpion par l'adoption de l'architecture biomimétique.

Cette conception s'implante dans un terrain accidenté comme pratiquement chaque bâtiment dans la ville qui est doté d'une richesse naturelle et qui s'est basé depuis toujours sur une architecture bioclimatique.

L'intégration des oasis, les jeux d'eaux et les patios font à la fois référence à la ville de Berriane et au processus du scorpion pour se refroidir par l'humidité de la terre.

Notre projet est réchauffé pendant l'hiver et refroidi pendant l'été par l'emploi de plusieurs systèmes et de techniques liées à la durabilité mais aussi par la présence de l'architecture cinétique qui assure le double rôle.

Dans un terrain chaud et aride, la combinaison de plusieurs systèmes de ventilation nous assure une bonne qualité d'air par la présence de matériaux isolant de haute conductivité aussi par l'emploi de la technologie pour contrôler le chauffage et le refroidissement des espaces intérieure et pour la production d'énergie renouvelable.

Les enjeux actuels liés à l'environnement, ainsi qu'au cas de l'Algérie et son importante position mondiale dans la production et l'exportation de Gaz et de pétrole font de notre projet une destination favorite pour les jeunes et les sociétés et une source de développement pour l'Algérie dans le secteur.

Le scorpion de soudure dans son milieu désertique, par sa fonction, sa forme et son intégration dans son contexte est unique et à peu de rivales.

## Bibliographie

- P. LOUART, « Gestion des Ressources Humaines », édition. Eyralles, Paris, 1994.
- R VATIER, « Département de l'entreprise et promotion des R.M », éd .Entreprise Moderne, Paris, 1960
- L SEKIOU, et d'autres « Gestion des ressources humaines », éd. De Boeck université. Bruxelles, Paris, 2001
- Mémoire de licence, Filière Management Spécialité Gestion des ressources humaines, Thème : Evaluation de l'efficacité des politiques de formation et recrutement de l'entreprise. Cas de l'entreprise SONATRACH –HBK, Université Kasdi Merbah Ouargla Institut des Sciences et des Techniques Appliquées
- J.SOYER, Op cit. p 48.
- Benyus, Janine M. (1997). Biomimétisme : innovation inspirée par la nature (1ère éd.). New York
- Ministère de Formation Professionnelle en Algérie [www.mfep.gov.dz](http://www.mfep.gov.dz)
- Ministère de l'énergie et des mines page officielle <https://www.energy.gov.dz/>
- Observatoire des politiques culturelles, Ce que les arts nous disent de la transformation du monde, 2021
- Branders et Evrard, Isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines, 2011
- Archi bio. Broché – 1 janvier 1979 d'IZARD Jean-Louis (Auteur), GUYOT Alain (Auteur)
- JLH Architecture Ecole d'Architecture DE Jean Louis Hornez à Lille, France
- Convention du patrimoine mondiale UNESCO, <https://whc.unesco.org/>, 2022
- Architectes organisation <https://www.architectes.org/>, 2022
- SMC2, Entreprise de conception et de réalisation paramétrique
- [www.vegetalid.fr](http://www.vegetalid.fr),
- Page officiel de l'institut de soudure, <https://www.isgroupe.com/>
- Page officiel du groupe Zaha Hadid, [www.zaha-hadid.com/architecture/beeah-headquarters-sharjah-uae/](http://www.zaha-hadid.com/architecture/beeah-headquarters-sharjah-uae/)
- Page officiel de l'entreprise CEPRO, [www.cepro.eu](http://www.cepro.eu)
- [www.toa-archi.com](http://www.toa-archi.com)