

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

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 01



Institut d'Architecture et d'Urbanisme

MEMOIRE DE MASTER 02

Option « Architecture et Habitat »

**La performance énergétique des zones d'habitat en climat
semi-aride
Conception d'un musée d'art moderne dans la ville nouvelle
de Boughezoul**

Elaboré par :
LAGAB Zineb

Jury d'évaluation

Président du jury : Mme BENKAHOUL Leila, Maître assistante 'A', université de Blida1.

Examineur : Mr KACI Mebarek, 'B', Maître assistant Université de Blida1.

Encadreur : Melle BOUATTOU Asma, Maître assistante 'B', université de blida1.

Co-encadreur: Mr KADRI Hocine, Architecte-enseignant, université de blida1.

Soutenu publiquement le 02/10/2017

REMERCIEMENT

Avant tout, nous remercions **Dieu** le tout puissant d'avoir guidé nos pas vers les portes du savoir tout en illuminant notre chemin, et de nous avoir accordé la fois et la force, secret de l'achèvement de notre travail dans des bonnes conditions.

Je tiens tout d'abord à remercier **Melle BOUATTOU Asma** et **Mr. KADRI Hocine** pour avoir dirigés ce travail et pour leur grande disponibilité, leur suivi, et leurs nombreux conseils pour l'élaboration de ce travail de recherche.

Je remercie très sincèrement, les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de faire partie de la commission d'examineur.

Je remercie également les architectes et les ingénieurs qui ont aidés pour la réalisation de ce travail.

Mes parents pour leur soutien affectif, moral et financier.

Mes frères et sœurs de mon avoir encouragés et supportés.

Mes amis d'architecture pour cet agréable parcours passé ensemble

Aussi à tous les enseignants de mes années précédentes.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

MERCI

Résumé :

La protection de l'environnement devient actuellement la responsabilité de tout le monde particulièrement dans un contexte où la consommation des énergies fossiles est en augmentation très accélérée. Le secteur du bâtiment n'est pas à l'abri, il est classé parmi les secteurs les plus consommateurs de l'énergie.

Devant cet état de fait, les architectes doivent maîtriser la consommation énergétique lors de la conception et la réalisation des bâtiments, afin d'augmenter le niveau de la performance énergétique du secteur et de minimiser son impact sur l'environnement.

Ce travail s'intéresse à l'importance de la prise en considération de l'énergie dans le processus de la conception architecturale tout en prenant en compte les spécificités du contexte d'étude, soit les zones semi-arides.

A cette fin, nous allons baser d'abord sur la compréhension et la maîtrise des notions de base relative à la performance énergétique et les zones semi-arides, puis, nous allons déterminer les indicateurs de la haute performance énergétique d'un bâtiment à l'aide de la démarche haute qualité environnementale (HQE) et l'approche méthodologique de conception des logements à haute performance énergétique dans les zones arides et semi-arides, développée par Semahi en 2013 dans le cadre de son travail de magister.

Finalement, ces indicateurs vont être intégrés dans la démarche de la conception de notre projet qui est un musée d'art moderne. Ils vont nous aider dans la pré-évaluation du niveau de performance énergétique atteint par notre projet.

Mots clés :

Performance énergétique, la haute performance énergétique, conception architectural durable, zone semi-aride.

Abstract

The protection of the environment is now the responsibility of everyone especially in a context where the consumption of fossil fuels is highly increasing. The building sector is not immune, it is ranked among the most energy consuming sectors.

In view of this fact, architects must control energy consumption during the design and the construction of buildings in order to increase the level of energy performance of the sector and to minimize impact on the environment.

This work focuses on the importance of the consideration of energy in the architectural design process while taking into account the specificities of the study context, i.e the semi-arid zones.

To this end, we will first base our understanding and mastery of basic concepts related to energy performance and semi-arid zones, and then we determine the indicators of the high energy performance of a building to the Using the high-quality environmental approach (HQE) and the methodological approach for the design of high-energy housing in the arid and semi-arid zones, developed by Semahi in 2013 as part of its magisterial work.

Finally, these indicators will be integrated into the design process of our project which is a museum of modern art. They will help us in the pre-assessment of the level of energy performance achieved by our project.

Keywords :

Energy performance, high energy performance, sustainable architectural design, semi-arid zone.

ملخص:

إن حماية البيئة أصبحت الآن مسؤولية الجميع خاصة في سياق يتزايد فيه استهلاك طاقة المحروقات بسرعة كبيرة. قطاع البناء ليس محصنا، فهو من بين القطاعات الأكثر استهلاكاً للطاقة.

وفي ضوء هذه الحقيقة، يجب على المهندسين المعماريين التحكم في استهلاك الطاقة خلال تصميم وبناء المباني من أجل زيادة مستوى الفعالية الطاقوية في القطاع وتقليل تأثيره على البيئة.

ويركز هذا العمل على أهمية النظر في الطاقة في عملية التصميم المعماري مع مراعاة خصوصيات سياق الدراسة، أي المناطق شبه الحرارية.

وتحقيقاً لهذه الغاية، سنقوم أولاً بفهم وإتقان المفاهيم الأساسية المتعلقة بالفعالية الطاقوية والمناطق شبه الحرارية، ثم سنحدد مؤشرات الفعالية للطاقة العالية للمبنى باستخدام النهج البيئي عالي الجودة والنهج المنهجي لتصميم المساكن ذات الطاقة العالية في المناطق الحرارية وشبه الحرارية، التي وضعها سماحي في عام 2013 كجزء من عمله في إطار تحضيره للماجستير.

وأخيراً، سيتم دمج هذه المؤشرات في عملية تصميم مشروعنا الذي هو متحف للفن الحديث. وسوف تساعدنا في التقييم المسبق لمستوى الفعالية الطاقوية الذي حققه مشروعنا.

الكلمات المفتاحية

الفعالية الطاقوية، الفعالية الطاقوية العالية، التصميم المعماري المستدام، منطقة شبه قاحلة الكلمات حرارية

Table des matières

| | |
|--|----|
| Chapitre I : Introduction générale | 01 |
| Contexte et intérêt de la recherche | 02 |
| Problématique | 03 |
| Hypothèse de la recherche..... | 03 |
| Objectifs de la recherche..... | 03 |
| Méthodologie de la recherche..... | 04 |
| Structuration du mémoire | 05 |
| Chapitre II : Etats de connaissances sur la performance énergétique dans les zones semi-aride | 06 |
| Introduction..... | 07 |
| II.1.Concepts et définitions..... | 07 |
| II.1.1. le concept de la performance énergétique dans un bâtiment..... | 07 |
| II.1.2. Le concept des zones semi arides..... | 11 |
| II.2.les critères de la performance énergétique dans un bâtiment..... | 12 |
| II.2.1.Ecoconstruction..... | 14 |
| II.2.2.Eco-gestion..... | 16 |
| II.2.3.Confort..... | 23 |
| II.2.4.Santé..... | 24 |
| II.3.Méthode d'évaluation de la performance énergétique d'un bâtiment..... | 25 |
| II.3.1.Présentation de la méthode multicritères | 25 |
| II.3.2.Les étapes de travaux | 26 |
| II.4.Expériences étrangères..... | 28 |
| Conclusion..... | 36 |
| Chapitre III : conception d'un musée d'art moderne à haute performance énergétique dans la ville nouvelle de Boughezoul | 38 |
| Introduction..... | 38 |
| III.1.Diagnostic et analyse..... | 38 |
| III.1.1.Analyse de la ville nouvelle de Boughezoul..... | 38 |
| III.1.2.Analyse de l'aire d'intervention..... | 50 |
| Synthèse AFOM..... | 53 |
| III.2.Analyse thématique des musées | 55 |
| III.3.Programmation du projet..... | 55 |

| | |
|--|-----|
| III.3.1.Détermination des fonctions du musée..... | 56 |
| III.3.2. Les exigences des musées..... | 56 |
| III.3.3.Programme quantitatif..... | 57 |
| III.4.Concepts du projet..... | 58 |
| III.4.1.Concepts liés au contexte..... | 58 |
| III.4.2.Concepts liés au programme..... | 60 |
| III.4.3.Concepts architecturaux..... | 63 |
| III.4.4.Concepts structurels et techniques..... | 65 |
| III.4.5.Autres techniques liés à la performance énergétique..... | 67 |
| III.5.Evaluation de la performance énergétique du musée..... | 70 |
| Conclusion..... | 72 |
| Conclusion générale | 73 |
| Bibliographie | 74 |
| Annexes | 78 |
| Annexe 01 : Analyse thématique sur les musées | I |
| Annexe 02 : Dossier graphique..... | XXI |

Présentation de l'axe d'atelier et de ses objectifs

« Technologie et Environnement dans les Villes Nouvelles »

Nos villes sont malades du fait de la conjugaison d'une panoplie de problèmes urbains: Inconfort, malaise social, essoufflement économique, épuisement des ressources naturelles, détérioration du milieu naturel, transformation du climat, pollution, nuisances, dégradation de la qualité de vie, perte de l'identité, émergence des cités dortoirs,.....

Ces problèmes deviennent un lot commun d'un nombre sans cesse grandissant des établissements humains, que ce soit dans les pays développés ou en voie de développement.

Face à cette situation alarmante, l'Algérie, à l'instar des autres pays, se mobilise. Elle a adopté en 2010 un Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT), fixant une nouvelle stratégie de développement territorial, à l'horizon 2030, qui s'inscrit dans le cadre du développement durable.

Ce schéma prévoit la création de 13 villes nouvelles réparties sur les trois couronnes (Littoral, Hauts Plateaux, Sud) afin de dynamiser le territoire, maîtriser sa croissance urbaine, corriger les inégalités des conditions de vie et alléger la pression, en terme de logement, exercée sur les grandes villes de la bande littorale (1^{ère} couronne).

Par ailleurs, il est important de noter que se loger ne suffit pas pour habiter la ville. En effet, les producteurs de la ville convergent vers le point de vue que la notion de l'habitat ne doit pas, et ne peut pas rester circonscrite à l'échelle du logement, bien au contraire, elle englobe l'ensemble des lieux pratiqués. Autrement dit, le logement ne peut pas prendre en considération l'ensemble des besoins socioculturels, économiques et environnementaux de l'individu. Ces besoins se pratiquent en dehors de chez-lui.

Dans cette perspective, la conception des villes nouvelles algériennes est basée sur la nécessité de répondre aux différents besoins et préoccupations du cadre de vie quotidien et de promouvoir l'efficacité énergétique, afin d'avoir des villes habitables, vivables, résilientes et attractives.

A cet égard, cet axe est axé principalement sur: (i) l'identification de l'éventail des besoins constituant notre cadre de vie et qui permettent de parler d'habitat au sens large du

terme; (ii) l'alliance de l'économie d'énergie et du confort environnemental; (iii) l'intégration des nouvelles technologies de l'énergie.

A cette fin, les thèmes de recherches et projets développés s'intéressent aux problématiques des villes nouvelles et de l'efficacité énergétique sous l'angle du développement urbain durable.

L'axe Technologie et Environnement dans les Villes Nouvelles vise à :

- Revisiter la notion de l'habitat et de l'habiter en prenant en compte les nouvelles exigences contemporaines.
- Attirer l'attention sur l'importance de la maîtrise de la croissance urbaine et la création d'un mode de vie de qualité.
- Concevoir des milieux d'habitat écologiques et confortables, à faible consommation énergétique et d'émission de carbone.
- Se familiariser avec certaines règles d'aménagement qui rendent possible l'amélioration de la qualité du cadre de vie et qui relèvent de l'approche du développement durable.

BOUATTOU Asma
KADRI Hocine

Contexte et intérêt de la recherche :

La révolution industrielle, qui a été marquée par le développement économique et l'augmentation importante de la population mondiale, a causé une très forte consommation de l'énergie fossile (gaz, pétrole, charbon) notamment dans les années 50 (Semahi, 2013).

Le secteur du bâtiment, particulièrement en Algérie, est considéré comme l'un des secteurs les plus consommateurs de l'énergie, avec un taux de 52%, suivi par le secteur industriel 24.6%, ensuite le secteur du transport 23.4% de la consommation totale de l'énergie. (APRUE, 2009 Cité par Berghout, 2012).

Actuellement, cette consommation énergétique du secteur de bâtiment est s'accéléérée, elle est orientée vers différents usages notamment pour : le chauffage, l'éclairage, l'électroménager, l'audiovisuel, climatisation, l'eau chaude sanitaire, cuisson, etc. (Benhalilou, 2008.)

En outre, la consommation excessive de l'énergie fossile a provoqué une forte émission de gaz à effet de serre qui ont des effets négatifs sur l'environnement. citons à titre d'exemple : la pollution de l'atmosphère, l'effet de serre, le réchauffement climatique, la dégradation de la biodiversité et des espaces agricoles¹.

De ce fait, le secteur du bâtiment doit diminuer sa consommation énergétique et faire recours à l'utilisation des énergies propres afin de minimiser son impact sur l'environnement et protéger la planète.

Problématique :

Les villes, particulièrement les villes algériennes, concentrent plusieurs problèmes tel que : l'épuisement de ressources, dégradation de la qualité de vie, inconfort, etc.

Face à cette situation, l'Algérie a élaboré en 2010 un schéma national d'aménagement du territoire (SNAT) qui fixe une nouvelle stratégie de développement territorial à l'horizon 2030, dans le cadre du développement durable.

Cette stratégie est traduite, entre autres, par la création de 13 villes nouvelles réparties sur le Nord, Hauts plateaux, Sud. Toutes ces villes sont articulées autour de : la durabilité, le

¹ <http://energiepourdemain.fr/impacts-de-notre-consommation/>

rééquilibrage du territoire, l'équité sociale et le renforcement de l'attractivité et la compétitivité territoriale.

De ce fait, la conception de ces villes, notamment la ville nouvelle de Bougezhoul sera l'objet de notre étude, est basée sur la nécessité de répondre aux différents besoins et préoccupations de ses habitants et de promouvoir l'efficacité énergétique, afin d'avoir un cadre de vie de qualité.

A cette fin en vue de concevoir des projets de haute qualité environnementale, confortable et économe en énergie, les constructions de la ville nouvelle de Bougezhoul doivent prendre en considération les caractéristique de la zone, notamment son climat, et exploiter les ressources naturelles disponibles particulièrement les énergies renouvelables comme l'énergie solaire et l'énergie éolienne (MATE, 2010).

De là, **quelle démarche devons-nous suivre afin de concevoir un projet confortable et économe en énergie dans une zone semi-aride ?**

Hypothèse de la recherche :

Nous supposons que la conception du projet sur la base de la démarche haute performance énergétique peut permettre d'avoir un projet confortable et économe en énergie.

Objectif de la recherche:

- Déterminer les critères de la performance énergétique d'un bâtiment.
- Montrer l'importance de la prise en compte de l'énergie lors de la conception et la réalisation du projet.

Méthodologie de la recherche

La démarche méthodologique est organisée en deux parties .la première théorique et le deuxième est opérationnel.

La première partie est théorique : elle a s'appuie sur la définition et la compréhension des concepts clés de notre recherche, qui sont : la performance énergétique, la haute performance énergétique d'un bâtiment et le concept des zone semi arides .et aussi l'identification des Critères de la haute performance énergétique dans une zone semi-aride avec une présentation de la méthode d'évaluation de la performance énergétique qui sera appliqué dans notre projet .Cette partie sera effectuée à l'aide **des recherches théorique** et **analyse des exemples étrangers**.

La deuxième partie elle consiste à étudier le contexte urbain de la ville nouvelle de Boughezoul et l'aire d'intervention à l'aide de **l'analyse AFOM**.

Ensuite, effectué **une recherche thématique** et **analyse des exemples** en relation avec le projet pour concevoir un musée qui est basé sur les critères de la performance énergétique et à la fin nous allons évaluer la performance de notre projet pour vérifier notre objectif de travail.

Structuration du mémoire

Ce mémoire est structuré en trois chapitres :

Le premier chapitre qui est l'introduction générale de notre mémoire, il comporte le contexte et l'intérêt de la recherche, la problématique et les objectifs de la recherche, l'hypothèse de la recherche, et finalement la démarche méthodologique qui va nous permettre de vérifier l'hypothèse.

Le deuxième chapitre: Dans ce chapitre, nous allons définir les concepts clés de notre recherche qui sont: la performance énergétique, la haute performance énergétique d'un bâtiment et les zones semi arides .ainsi, citer les critères de la performance énergétique dans une zone semi-aride. Ensuite, choisir une méthode d'évaluation de la performance énergétique pour évaluer notre projet. Et finalement citer quelques expériences étrangères de mise en œuvre de ces critères.

Le troisième chapitre: dans ce chapitre nous allons analyser d'abord notre ville et l'aire d'intervention. Puis, établir un programme qualitatif et quantitatif du musée. Ainsi, nous allons concevoir un musée qui se base sur les critères de la performance énergétique dans une zone semi-aride et évaluer sa performance énergétique.

Enfin. Le mémoire se terminera avec une conclusion générale

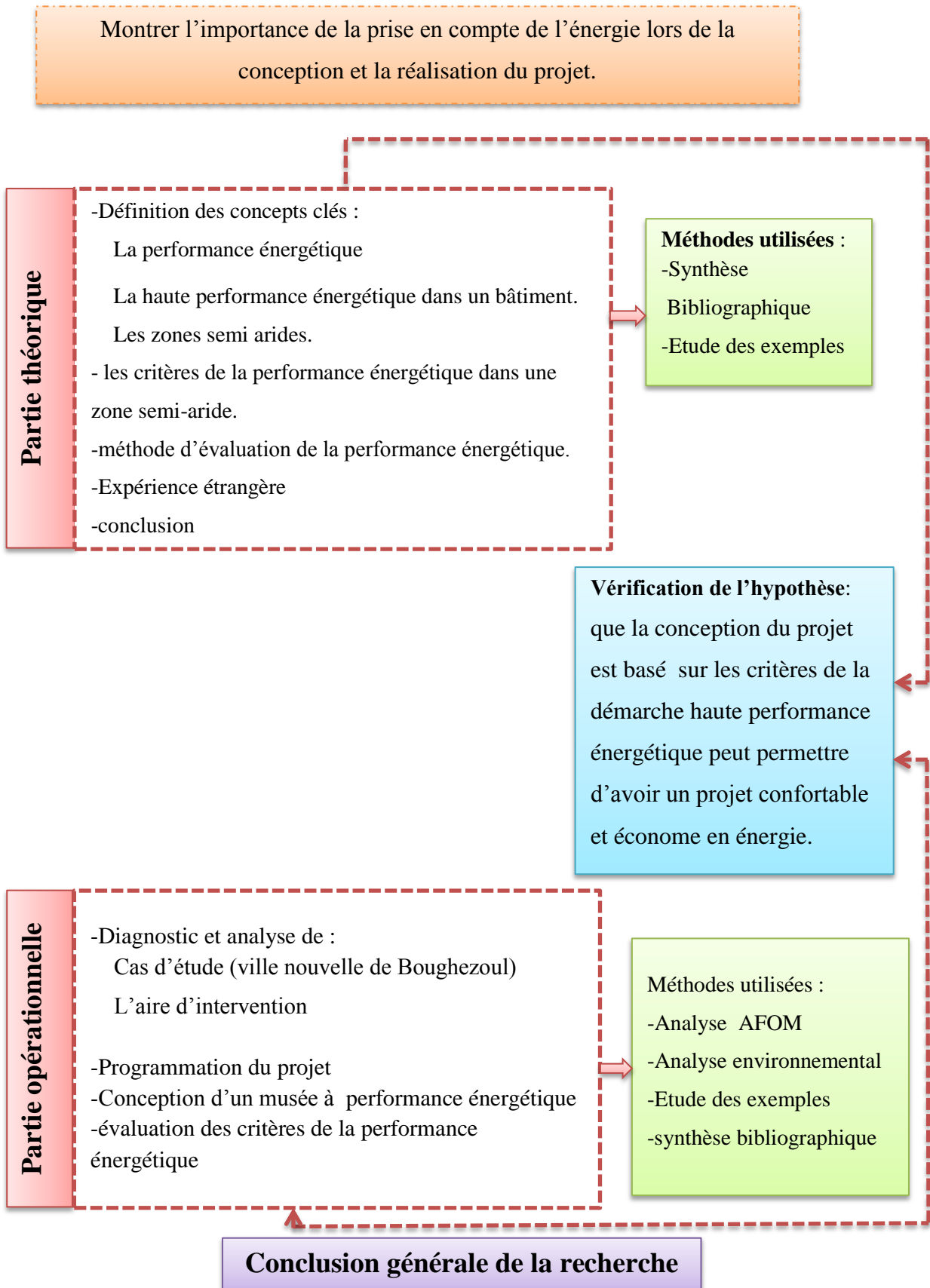


Figure I. 1.Méthodologie et structuration du mémoire
Source : Auteur

Introduction

Dans ce chapitre nous tentons à définir les différents concepts clés liés à la performance énergétique du bâtiment tels que : la Performance énergétique, Haute performance énergétique d'un bâtiment et le concept des Zones semi-aride. Ainsi, nous citons les différents critères de la performance énergétique un bâtiment afin de concevoir un bâtiment à performance énergétique qui est l'objectif de notre recherche. Ensuite, nous allons présenter une méthode pour évaluer les critères de notre projet. et enfin nous allons analyser deux exemples étrangers .pour nous sortions à la fin par une conclusion globale qui est le point de départ de chapitre 03.

II.1. Concepts et définition

II.1.1. Le concept de la performance énergétique dans un bâtiment

II.1.1.1. Définition de la performance énergétique d'un bâtiment

a. Définition de la performance énergétique

La performance énergétique d'un bâtiment correspond à la quantité d'énergie consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation normale du bâtiment. Elle inclut notamment l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement (éventuellement), la ventilation et l'éclairage. Plus la quantité d'énergie nécessaire est faible, meilleure est la performance énergétique de l'équipement.

La performance énergétique d'un équipement est liée à l'efficacité énergétique de chacun des équipements, ainsi qu'à l'usage quotidien : le comportement est donc essentiel pour optimiser la performance énergétique de l'équipement.

Les constructions anciennes construites avant 1980 sont souvent très énergivores. Des travaux de rénovation énergétique permettront d'améliorer la performance énergétique de la construction et de réduire la facture de chauffage.

Dans les constructions neuves, l'intégration des énergies renouvelables (solaire, biomasse, puits canadiens, etc.), peut contribuer à une meilleure performance énergétique, de même pompes à chaleur, les générateurs et chaudières à haut rendement, et les émetteurs de chauffage basse température comme le plancher chauffant.¹

¹ <http://www.performance-energetique.lebatiment.fr>

b. Définition de la haute performance énergétique :

Le label HPE « Haute Performance Energétique » atteste de la conformité d'un bâtiment avec un référentiel intégrant des exigences de la réglementation thermique et le respect d'un niveau de performance énergétique supérieur à l'exigence réglementaire. Créé en France en 1978 et intégré au code de la construction et de l'habitation, le label HPE est une démarche qualitative qui intègre toutes les activités liées à la conception, la construction le fonctionnement et l'entretien d'un nouveau bâtiment.

Le label HPE a été reconduit en 2005. Pour en bénéficier un bâtiment doit être performant d'un point de vue thermique mais aussi faire l'objet d'une certification portant sur la sécurité, la durabilité et les conditions d'exploitation des installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de climatisation et d'éclairage. Le label juge le bâtiment sur sa qualité globale².

II.1.1.2. Aperçu historique sur l'évolution du concept de la performance énergétique³

L'évolution du concept de performance énergétique est passée par des grandes dates, ce dernier est connu par l'apparition des nouvelles réglementations thermiques dans le côté énergétique

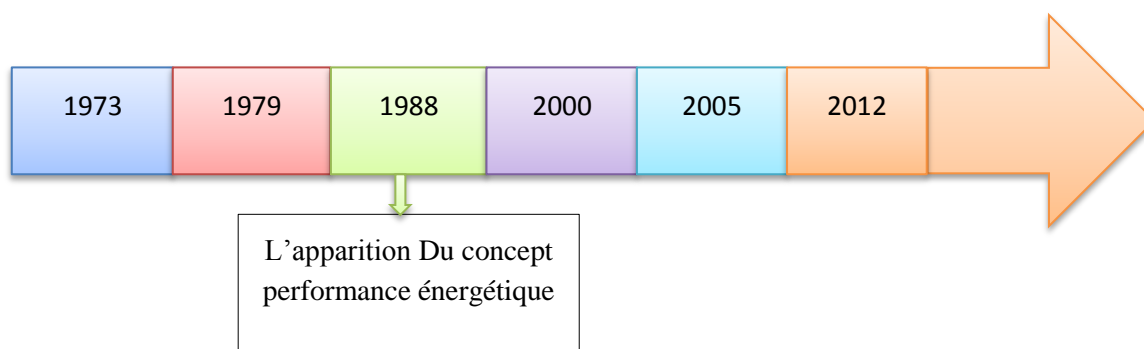


Figure II.1 : Schéma d'évolution du concept de la performance énergétique
Source : Traité par l'auteur

² <http://www.projetvert.fr>

³ <https://www.actu-environnement.com>

La première réglementation thermique

-le premier choc pétrolier de 1973 ; que la France adopte dès 1974 une première réglementation thermique (RT) afin de réduire la facture énergétique. Cette stratégie, née dans l'urgence suite au renchérissement brutal du prix des hydrocarbures, sera réévaluée quatre fois par la suite afin de renforcer progressivement les contraintes de consommation des bâtiments neufs.

La deuxième réglementation thermique

-En 1979, l'histoire se répète et le deuxième choc pétrolier aboutit rapidement à un renforcement des mesures en faveur des économies d'énergie. Dans le domaine du bâti, la RT 1982 vise un nouveau gain de 20% sur la consommation énergétique par rapport à la précédente RT.

La troisième réglementation thermique

-En 1988 apparaît la troisième réglementation thermique qui s'applique aux bâtiments résidentiels et non-résidentes et vise un optimum économique en laissant le choix de la technologie la moins onéreuse pour atteindre l'objectif fixé (l'installation d'équipements bénéficiant de bons rendements ou une isolation renforcée)

Avec cette nouvelle réglementation, le législateur prend en compte le confort d'été, via des températures maximales à respecter, dans les bâtiments non-climatisés en se basant principalement sur la zone climatique, la possibilité d'ouvrir les fenêtres, l'inertie thermique et la protection solaire. Avec cette réglementation, les constructeurs doivent maintenant respecter des "performances" en matière d'économie d'énergie, d'équipements consommateurs d'énergie (chauffage, ECS, climatisation et éclairage) et de confort d'été.

La quatrième réglementation thermique

Ensuite vient la RT 2005 qui demande une amélioration de 15% de la performance thermique et s'applique aux bâtiments neufs et aux parties nouvelles (extensions). Une révision quinquennale était même prévue avec un objectif de réduction de la consommation énergétique de 40% entre 2000 et 2020. Cette RT encourage :

- La notion de **bioclimatisme** qui fait son apparition. Elle permet de diminuer les besoins de chauffage tout en assurant un meilleur confort d'été ;
- La prise en compte des **Energies Renouvelables (EnR)** sont également introduit dans les calculs de référence ;

- Le renforcement des exigences sur le bâti (**pont thermique**, etc...) ;
- La prise en compte des consommations (elle impose par exemple une consommation énergétique primaire maximale "cep max" en tenant compte des zones climatiques et du type de chauffage ;
- La performance des équipements (elle amène des systèmes comme la **VMC** double flux ou les pompes à chaleur à se démocratiser) ;
- Une meilleure lisibilité des performances énergétiques (elle affiche désormais les consommations d'énergie primaire par m² de SHON).avec l'apparition des différents labels de la haute performance énergétique.

La dernière réglementation thermique

-Enfin, la dernière étape précédant l'actuelle RT 2012, vise une amélioration de 15% de la consommation énergétique des bâtiments neuf et des extensions. Avec la RT 2005, le législateur prévoyait par ailleurs une révision quinquennale avec un objectif de réduction de la consommation énergétique de 40% entre 2000 et 2020. Par ailleurs, cette RT incorpore deux nouveautés : elle intègre la construction bioclimatique et la valorise aussi bien pour diminuer les besoins de chauffage que pour assurer un meilleur confort d'été et elle améliore la prise-en compte des énergies renouvelables, notamment en les introduisant dans les calculs de référence.

II.1.1.3. Les objectifs de la performance énergétique

En générale les objectifs de la performance énergétique sont⁴ :

- Réduction de la consommation énergétique
- Suppression des gaspillages énergétiques
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre,
- Amélioration de la sécurité d'approvisionnement
- Réduction des coûts des importations,
- Favorisation de la compétitivité des économies européennes.

Et on trouve aussi les labels Haute performance énergétique(HPE) et Très haute performance énergétique(THPE), (des données françaises) qui comprennent au total 5 niveaux avec des objectifs précis pour chacun d'eux⁵ :

⁴ <http://www.europarl.europa.eu/>
<http://www.kanopy-isolation.fr/>

⁵ <https://particuliers.engie.fr>

•Le label HPE 2005 concerne les constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures de 10% minimum à la consommation de référence de la réglementation thermique (RT) 2005 et d'au moins 10% par rapport à la consommation maximale autorisée dans l'habitat ;

•Le label THPE 2005 est valable pour les constructions conventionnelles dont la consommation est inférieure de 20% par rapport aux références RT 2005 et de 20% par rapport à la consommation maximale autorisée pour l'habitat ;

•Le label Haute Performance Energétique Environnementale (HPE EnR 2005) : cette norme se base sur les exigences du label HPE 2005, assorties d'exigences sur les installations d'équipements d'énergie renouvelable.

•Le label THPE EnR 2005 : cette réglementation s'applique aux constructions dont les consommations conventionnelles sont inférieures d'au moins 30% à la consommation de référence RT 2005 et de 30% par rapport à la consommation maximale autorisée, pour ce qui concerne l'habitat. Des équipements d'énergie renouvelable sont également exigés. Parmi eux : des capteurs solaires, photovoltaïques ou des éoliennes performantes

•Enfin, le label BBC 2005 concerne les bâtiments basse consommation énergétique, dont la consommation est nettement inférieure à la consommation énergétique réglementaire

II.1.2. Le concept des zones semi arides

II.1.2.1. Définition des zones semi arides

Le climat semi-aride est défini comme la zone dans laquelle la précipitation et périodique (quantité annuelle variable, mais toujours à 500 mm) et dans certaines années, insuffisante pour la végétation et où l'évaporation excède souvent la précipitation. Il s'agit donc d'une zone subdésertique, caractérisée par une saison sèche s'étendant sur la plus grande partie de l'année et une saison « humide », avec de faibles précipitations. Il peut être chaud comme dans l'Outback australien, ou froid, comme dans certaines parties du Canada⁶.

II.1.2.2. Caractéristique des zones semi arides⁷

- Une agriculture pluviale avec des niveaux de production plus ou moins réguliers. On y pratique parfois aussi l'élevage sédentaire.

-La végétation indigène est représentée par diverses espèces

⁶ <http://dictionnaire.education/fr/semi-aride>

⁷ <http://www.fao.org/docrep/t0122f/t0122f03.htm>

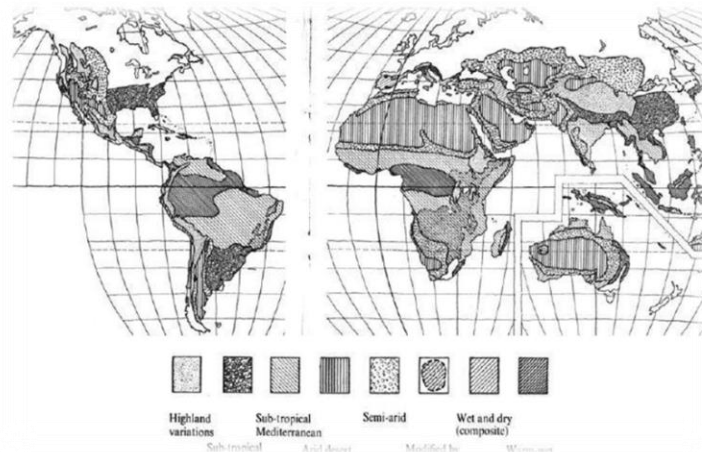
- La précipitation annuelle varie de 300-600 à 700-800 millimètres, avec des pluies d'été, et de 200-250 à 450-500 millimètres avec des pluies d'hiver.

-Intensité élevée du rayonnement solaire direct et réfléchi par le sol. Températures diurnes élevées, avec des écarts entre le jour et la nuit très élevés. Humidité relative basse.

-Environnement aride, avec des tempêtes de sable.

II.1.2.3. Localisation géographique des zones semi-arides.

Nous présentons dans la carte suivantes les différents zones arides et semi-aride dans le monde ou l'Algérie fait partie et regroupant différents types de climat, climat méditerranées, le climat semi-aride et le climat aride dans le sud qui Prend la plus grande.



(Benhouhou, 2012)

Figure II.2 : ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES DANS LE MONDE
Source : Ould Henia, 2003

II.2. Les critères de la performance énergétique dans un bâtiment

La conception d'un bâtiment à performance énergétique est s'appuie sur la démarche bioclimatique et la haute qualité environnementale qui consiste à intégrer le bâtiment dans son environnement de manière harmonieuse .Son but est la création d'un équilibre entre le bâtiment, le confort d'utilisateur et l'environnement extérieur pour réduire les besoins énergétiques, profiter le maximum des apports solaires et se protéger des incidences climatique du lieu. Pour cela, dans la présente recherche nous proposons un système de critères pour l'évaluation de la performance énergétique du bâtiment ,basée sur les cibles de HQE(Haute Qualité Environnementale)et les critères développés par Semahi en 2013 dans le cadre de sa recherche de magistère afin de développer un outil d'aide à la conception des logements à haute performance énergétique dans les zones arides et semi-arides.

Ces critères sont présentés par le schéma suivant :

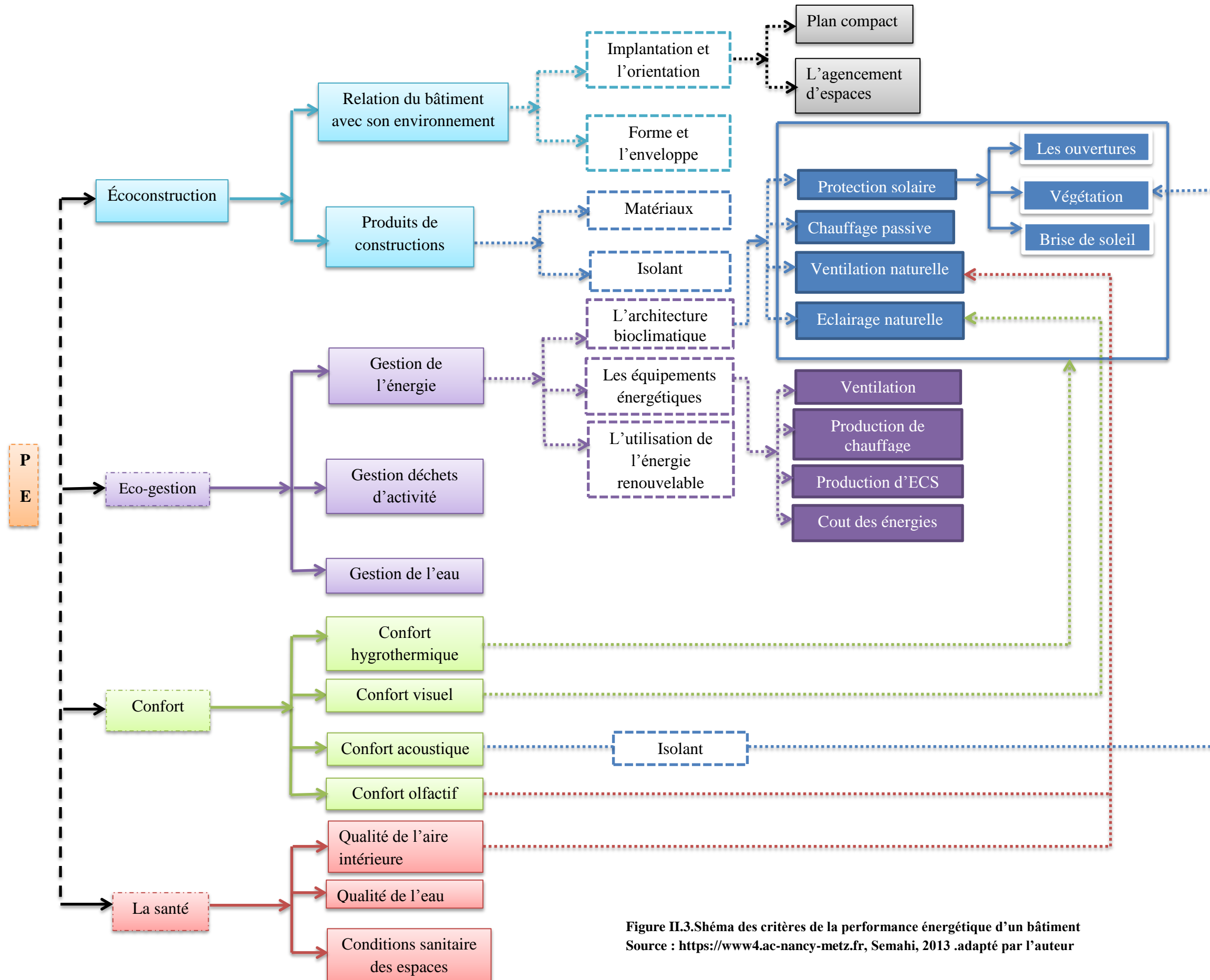


Figure II.3. Shéma des critères de la performance énergétique d'un bâtiment
 Source : <https://www4.ac-nancy-metz.fr>, Semahi, 2013 .adapté par l'auteur

II.2.1.Eco-construction

II.2.1.1.Relation du bâtiment avec son environnement

a. L'implantation et l'orientation

Par rapport à :

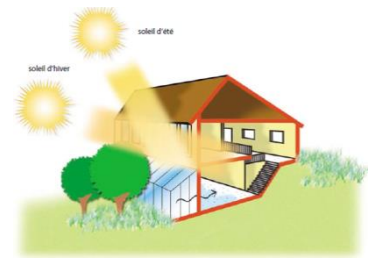
- **L'ensoleillement** : la façade sud est privilégiée afin de capter un maximum de lumière et de chaleur en hiver.

-**Le vent** : la façade doit-être face aux vents pour bénéficier de la ventilation naturelle à l'intérieur du bâtiment.

Recommandations par rapport aux zones semi-arides

En hiver, la façade sud d'un bâtiment reçoit (4.4kwh/m^2) près de trois fois plus de soleil que les façades Est (1.4kwh/m^2) et ouest (1.25kwh/m^2)

-Ces proportions s'inversent en été, la façade sud (0.7 kwh/m^2) Reçoit alors beaucoup moins de soleil que les façades Est (2.1 kwh/m^2) et l'ouest (1.8 kwh/m^2), (Semahi, 2013).



FigureII.4.l'effet de l'ensoleillement sur une maison
source : ADEME, 2006

b. La forme et l'enveloppe

-Plan compact

La forme et la taille du bâtiment doit être compacte. Pour :

-Empêcher les déperditions d'énergies et les apports solaires pendant l'hiver.

- Diminuer la température pendant la journée d'été et restituer cette température pendant la nuit.

Recommandations par rapport aux zones semi-arides

La forme de bâtiment dans les zones semi-aride doit-être le plus possible compacte pour diminuer la température pendant les heures de la journée surtout pendant l'été.

On peut déterminer le coefficient ou bien la compacité de la forme par la surface d'exposition au condition climatique sur le volume totale de l'équipement . $CF=S/V$ mais cette formule a des inconvénients surtout pour les bâtiments biscornu semble donc la formule qui doit utiliser est $CF=(S)^{3/2}/10V$. (Semahi, 2013).

-L'agencement des espaces

Les pièces les moins utilisées ou à faible température sont à placer de préférence côté Nord de bâtiment: ces "zones tampons" seront des intermédiaires isolants entre l'intérieur et l'extérieur, du côté le plus exposé au froid. La mise en place de zones tampons permet de réduire jusqu'à 30% la déperdition thermique totale. Les salles de bains, les escaliers, les couloirs..., constituent des zones tampons idéales.

Recommandations par rapport aux zones semi-arides

-L'emplacement des espaces jour doit-être dans le sud.

-Les espaces tampons doivent être placés dans les côtés moins tempérés (le nord) et doit contenir des isolants acoustiques et thermiques.



Figure. II.5.L'agencement des espaces dans un logement.

Source : AGEDEN ,2012.

II.2.1.2.Produit de construction

a. Matériau de construction

Les matériaux choisis pour les murs, les sols ou encore la toiture peuvent jouer sur la performance énergétique du bâtiment. Béton, bois, brique, chaque matériau présente ses caractéristiques :

-Capacité à laisser passer l'air et l'humidité ...

-Inertie thermique, (la capacité de matériau d'absorber la température pendant la journée et restituée dans la nuit)

-Performance acoustique,

-La réflexion peut aussi se porter sur les impacts environnementaux de ces matériaux, au moment de leur construction ou en fin de vie. Les impacts sanitaires pendant la phase d'utilisation sont également à prendre en compte. (AGEDEN, 2012).

b. Isolant

L'isolation est un point majeur dans la construction et la rénovation des bâtiments. L'isolation est un principe de base, comme nous portons par grand froid un vêtement chaud et l'inverse en saison chaude, le matériau isolant doit permettre une régulation des flux intérieurs et extérieurs, froids et chauds, en été comme en hiver. Les murs, le toit, et le sol étant en contact direct avec l'extérieur, doivent être parés d'un isolant adapté, compatible et en

cohérence avec les autres matériaux de construction composant le bâtiment, afin de réguler la température intérieure (ADEME, 2006).

Recommandations par rapport aux zones semi-arides

-Pour les murs extérieurs, La masse thermique doit être découplée de la température extérieure c'est-à-dire qu'elle doit-être placer à l'extérieure de l'enveloppe isolante.

-Le revêtement extérieur des murs doit porter la couleur claire (blanc) pour assurer le confort d'été.

-Le temps du déphasage des parois doit situer entre les limites 8 et 15 heure pour assurer le confort optimale d'été et d'hiver.

-Pour les cloisons intérieurs, l'utilisation de la masse thermique dans les pièces exposées au sud à l'est et à l'ouest pour recevant le soleil direct en hiver (Semahi, 2013).

II.2.2.Eco-gestion

II.2.2.1.Gestion de l'énergie

a. L'architecture bioclimatique :

-Protection solaire

- **Les ouvertures :**

Les ouvertures assurant plusieurs fonctions dans un bâtiment et influent sur la consommation d'énergie, à travers plusieurs aspects :

- Permettre une bonne ventilation

-Une source de lumière

- Leur emplacement se fait d'une manière de profiter au maximum de ce rayonnement solaire. (Semahi, 2013).

Recommandations par rapport aux zones semi-arides

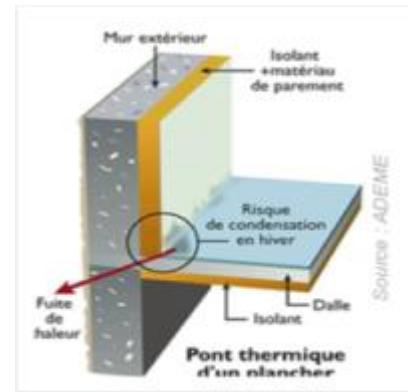
-En préférence d'implanter des grandes fenêtres au sud car

ces vitrages capteront plus d'énergie durant l'hiver qu'ils n'en feront Perd.

-Les dimensions des ouvertures sont réduites dans les côtés est, ouest et nord et particulièrement dans le côté nord, laissent peu ou mal pénétrer le rayonnement solaire.

-La surface des ouvertures est comprise entre 25%et 40% de la surface totale de la façade.

-Les ouvertures doivent positionner verticalement afin d'assurer le confort d'hiver sans exhorter le surchauffe en été. (Semahi, 2013).



figureII.6 : Pont thermique d'un plancher

Source : ADEME, 2006.



figureII.7: Double vitrage peu émissif

Source : ADEME, 2006

- **Végétation**

La végétation est une méthode simple qui crée un masque naturel efficace contre le rayonnement solaire frappant les façades, la toiture, les vitrages. Elle limite aussi la réflexion au sol et si elle est à feuilles caduques, permet de profiter des apports solaires désirables en hiver. (AGEDEN ,2012).

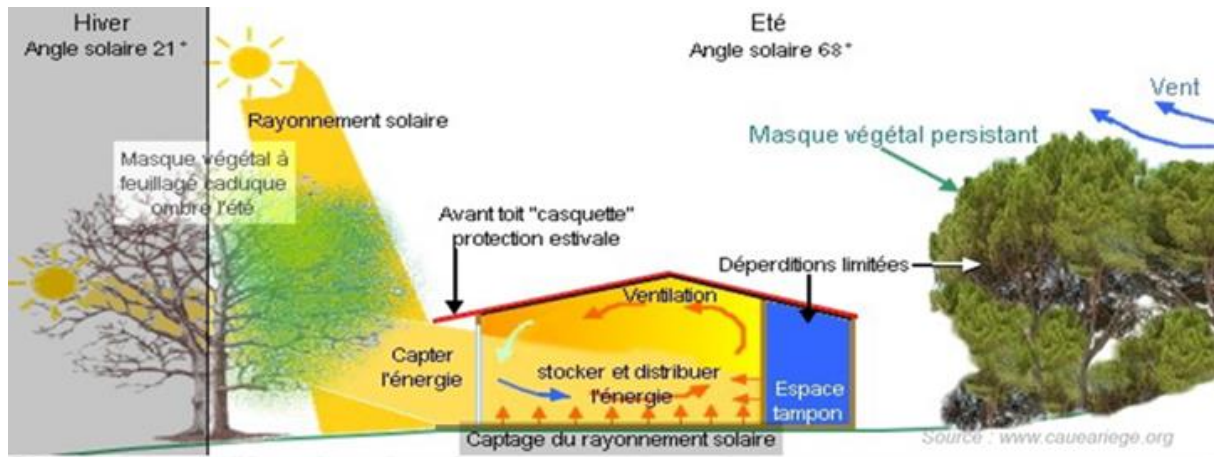


Figure II.8 : Conception d'une maison performante
Source : AGEDEN ,2012

- **Brises de soleil**

Les volets, stores orientables et autres brises soleil constituent une alternative pour se prémunir des surchauffes estivales.

Recommandations par rapport aux zones semi-arides

-Implantation des surplombs au-dessus des fenêtres, l'occultation au rayonnement direct est bonne en été, de l'orientation sud-est à l'orientation sud-ouest .elle est très faible à l'est et à l'ouest.

L'hiver, la casquette laisse passer le soleil quelle que soit l'orientation de la façade.

-Implantation des flancs au côté des surfaces réceptrices, l'occultation est presque constante (faible) tout l'année dans l'orientation sud et forte dans les côtés est et ouest en hiver. (Semahi, 2013).

-Chauffage passive :

Le chauffage solaire passive est assurer par :

- une meilleure orientation du bâtiment qui doit-être choisie de manière à maximiser les apports solaires .le sud est à cet égard la meilleure orientation. Le soleil y est disponible toute

la journée, toute l'année, et la variation de la hauteur solaire fait en sorte que les apports sont plus importants en hiver qu'en été, à l'inverse des orientations est et ouest.

- une meilleure orientation et emplacement des ouvertures

-le choix des matériaux de constructions qui doit-être lourds qui stockant la chaleur et atténuant les fluctuations de température (inertie thermique) ces masses à haute capacité thermique seront disposées de manière à recevoir directement le rayonnement (Liébard A, Herde A, 2005).

-ventilation naturelle :

Il faut assurer le renouvellement d'air dans bâtiment de manière optimale sur la base de l'identification de la direction et la vitesse des vents dominantes il est recommandé de définir des stratégies de ventilation en agissant sur :

-La position des ouvertures en fonction de la direction du vent

-Les dimensions des ouvertures en fonction du flux d'air circulant et de la vitesse du vent

-L'intégration d'accessoires aux fenêtres dans le but d'optimiser le vent (par exemple, des lames mobiles orienté vers le bas).

Recommandations aux zones semi-arides

Le climat semi-aride est basé sur le tirage thermique (principalement la ventilation nocturne).qui est assuré par :

-Un écart plus important des températures entre l'intérieur et l'extérieur.

-Des bâtiments massifs

-L'ouverture des fenêtres ou par des orifices de ventilation placés à cet effet, ces orifices placés dans la partie haute du bâtiment (notamment dans le côté nord).

-La conception d'un tour à vent localisé au centre de l'appartement de façon à créer une dépression qui aspirera l'air vers le haut de la cheminée. Ainsi la cage d'escalier assure ce type de ventilation pour tout le block. (Semahi, 2013).

-Eclairage naturelle :

Les dépenses d'éclairage ne sont pas négligeables et un équipement bien conçu permet de réduire les besoins même par ciel couvert. La connaissance de la capacité d'éclairement du site à différentes heures et périodes de l'année aide à organiser l'aménagement et tirer au mieux parti de l'éclairage naturel.

La lumière naturelle se décompose en trois sources d'éclairage :

- Provenant du soleil,
- Provenant du ciel,
- Issu des réflexions de la lumière sur les surfaces intérieures et extérieures.

b- Les équipements techniques :

Une fois qu'un maximum de déperditions par l'enveloppe a été évité, un équipement technique approprié permet aussi de faire baisser les consommations.

-Ventilation

La ventilation est un gros gisement d'économies de chauffage. En effet, des débits de renouvellement assez importants sont nécessaires pour assurer une bonne qualité de l'air intérieur mais entraînent inévitablement des pertes thermiques. Pour les éviter, on pourra essayer de limiter ces débits en cas d'inoccupation (cas de la ventilation de type simple flux hygroréglable)

ou alors de préchauffer l'air entrant avec l'air extrait (cas de la ventilation de type double flux avec échangeur thermique). Un autre point non négligeable dans la baisse des consommations est le fonctionnement des ventilateurs des extracteurs. Ceux-ci doivent en effet être en marche en permanence, il faut donc que leur puissance électrique soit la plus faible possible tout en assurant des pressions suffisantes. Certains fabricants ont récemment fait de grands progrès dans ce domaine, en proposant, sans surcoût, des extracteurs ayant une consommation électrique jusqu'à quatre fois moindre. Néanmoins, ils sont pour l'instant réservés à des débits relativement faibles (2 500 m³/h au maximum, ce qui correspond à environ une quinzaine de logements).

On trouve différents types de ventilations :

- Ventilation simple flux autoréglable :

Son intérêt est uniquement de répondre aux exigences réglementaires. Le débit est constant et sans réglage, avec un débit de pointe en cuisine.

- Ventilation simple flux hygroréglable :

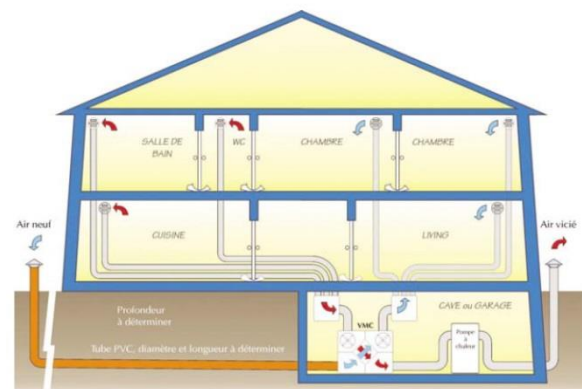


Figure III. 9. VMC double flux couplée à un puits canadien

Source : Prelem BET fluides, 2009.

Description : Pour la ventilation hygroréglable de type A, le débit des bouches d'extraction varie en fonction du taux d'humidité, pour atteindre des valeurs plus élevées qu'en autoréglable en cas de besoin, mais surtout pour être fortement réduit en cas d'inoccupation. En hygroréglable type B, les entrées d'air sont également modulées.

- Ventilation double flux avec récupération d'énergie sur l'air extrait :

Description : L'air est insufflé par une Centrale de Traitement d'Air équipée d'un échangeur de chaleur dont le rendement peut dépasser 90%. Ainsi l'air entrant est à une température plus élevée que celle de l'extérieur, ce qui induit un plus grand confort et un volume d'air à réchauffer moins important.

(Prelem BET fluides, 2009).

-Production de chauffage :

Chauffage individuel

Il est assuré, la plupart du temps, soit directement par des émetteurs électriques, soit par des radiateurs à eau chaude chauffée par une chaudière gaz. Le chauffage électrique a l'avantage d'être direct : l'énergie qui est consommée est immédiatement convertie en chaleur alors que pour le chauffage au gaz il y a une perte d'énergie due aux rendements de génération, de distribution, de régulation et d'émission. Par contre c'est la consommation d'énergie primaire qui est prise en considération par la réglementation ; il faut donc tenir compte du coefficient de transformation en énergie primaire. L'énergie primaire est la première forme de l'énergie directement disponible dans la nature : bois, charbon, gaz naturel, pétrole, vent, rayonnement solaire, énergie hydraulique, géothermique... L'énergie primaire n'est pas toujours directement utilisable et fait donc souvent l'objet de transformations : raffinage du pétrole pour avoir de l'essence ou du gazole, combustion du charbon pour produire de l'électricité dans une centrale thermique... (Prelem BET fluides, 2009).

Chauffage collectif

Il est en général fourni par une ou deux chaudières fonctionnant au fuel, au gaz, au bois... Dans cette étude nous laisserons de côté le fuel qui nous semble être, à tout point de vue, une énergie prohibitive. Le cas du bois (comme celui des pompes à chaleur) sera exposé au chapitre III. Si l'on compare le gaz collectif au gaz individuel, le fait d'avoir un seul générateur de grande puissance au lieu d'une multitude de chaudières de faibles puissances permet d'obtenir un meilleur rendement de production et, par conséquent, une consommation d'énergie primaire moins élevée. (Prelem BET fluides, 2009).

-Production d'eau chaude sanitaire

Sur les bâtiments basse consommation, la consommation d'énergie pour la production d'eau chaude constitue une part importante sur les consommations totales du bâtiment (part équivalente à celle du chauffage, en moyenne en Isère).

Un chauffe-eau solaire est la solution la plus courante sur un BBC. Il est recommandé de prévoir l'intégration de capteurs comme élément architectural (toit, auvent, ...) dès la conception. On peut aussi opter pour un chauffe-eau thermodynamique, où l'ECS est produite à partir d'une pompe à chaleur dédiée, ou bien à partir du système de chauffage principal (chaudière bois, pompe à chaleur,...). Attention toutefois aux déperditions de chaleur par le ballon de stockage de l'ECS, qui peuvent être importantes et occasionner des surchauffes estivales. (AGEDEN ,2012).

c. L'utilisation de l'énergie renouvelable

Les énergies renouvelables : sont des énergies disponibles, propres et inépuisables qui limitent les impacts environnementaux notamment l'effet de serre.

Leurs développements technologiques actuels fournissent diverses solutions pour la production d'énergie. (Les énergies solaires thermique et photovoltaïque, la biomasse, l'éolien,

L'hydroélectrique, l'énergie maritime, les déchets et la géothermie)

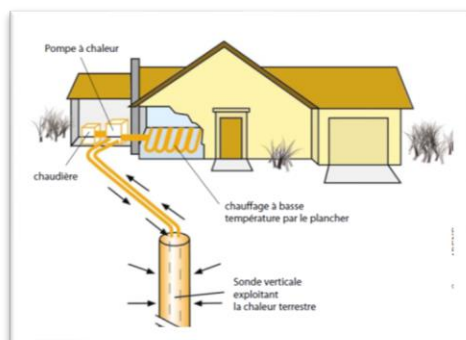
Le recours aux énergies renouvelables est indispensable. Etant

donné que la majorité des consommations dans le bâtiment est liée

au chauffage et à l'eau chaude sanitaire, l'effort doit

prioritairement être ciblé sur la production de chaleur. Cela

peut passer par :



figureII.11 : Pompe à chaleur
Source : ADEME ,2006



Figure.12 :L'énergie de biomasse
Source : ADEME, 2006



figureII.10.L'énergie éolienne
Source : ADEME, 2006



Figure II.13 :L'énergie solaire
Source : ADEME, 2006

II.2.2.2. Gestion déchets d'activité

- Conception des locaux à poubelles adaptés au tri sélectif et à la valorisation des déchets par :

- * Prendre en compte les collectes sélectives locales
- * Configurer les cuisines et les locaux techniques en prévoyant le tri sélectif
- * Concevoir le transit entre les lieux de stockage et de ramassage
- * Séparer le stockage des déchets ménagers de la circulation des personnes

Il convient toutes fois de rapporter que la gestion des déchets passe non seulement par la réduction de la production de déchets mais assurer par un tri à la source des déchets.

L'ensemble de ces mesures, devrait permettre de réduire le dépôt en centre de stockage aux seuls déchets ultimes en privilégiant les filières de valorisation de déchets :

- Valorisation organique par le compostage (traitement aérobie) ou par la méthanisation (traitement anaérobie).
- Valorisation énergétique par l'incinération pour récupérer le contenu énergétique des produits et réduire au maximum les volumes des déchets.
- Valorisation des matières des déchets recyclable (papiers, cartons, verres, PET, métaux...)

II.2.2.3. Gestion de l'eau

Economiser l'eau de manière générale permet de ménager les ressources des nappes phréatiques, de diminuer les coûts d'infrastructure, captage, transport et traitement de l'eau, et d'économiser de l'énergie. Cela permet de limiter les besoins de captage dans les eaux de surfaces qui sont généralement très polluées et lourdes à traiter également avant de la laisser retourner dans la nature (sol ou rivière).

Economiser de l'eau contribue à ménager son cycle naturel et indirectement à obtenir une eau de meilleure qualité.

Des moyens peuvent-être appliqués pour économiser l'eau en complément indispensable à une conception intégrée des villes, bâtiment, réseaux et infrastructure sur base de la réflexion 'd'une gestion intégrale de l'eau'

- Le comportement des utilisateurs est déterminant dans les économies, d'eau par son attention à ne pas gaspiller l'eau par la manière du vers (vaisselle lessive...) à la main ou à la machine remplie, par le choix des savons et détergents écologiques en préférant les douches plus économes en eau que les bains ...
- Des mesures techniques peuvent également améliorer les économies d'eau, réduire la pression d'eau dans les canalisations près de compteur ou au niveau des appareils

.utiliser des appareils économes en eau, robinets spéciaux, WC à chasse, d'eau réduite...).

- Diversifier la qualité de l'eau en fonction de ses besoins permet de limiter les traitements de l'eau à ce
- qui est nécessaire 'l'eau potable de distribution est
- de trop bonne qualité pour une grande part
- des usages domestiques, il y a lieu d'utiliser



Figure II.14.Des installations pour l'eau pluviale
Source : <http://conseils.xpair.com>

de l'eau recyclée ou de l'eau de pluie pour ces usages. (Alain Liébard et André de Herde,2005)

II.2.3.Confort

II.2.3.1.Confort hygrothermique

Le confort hygrothermique est défini comme étant la sensation que ressent une personne par rapport à la température et à l'humidité ambiante du local où elle se trouve.

On peut assurer ou bien améliorer le confort hygrothermique par (Benhalilou, 2008) :

- Une meilleure orientation
- Les vents et les écrans végétaux
- L'effet de l'inertie thermique
- L'effet de la ventilation sur l'ambiance intérieure
- Occupation et gains internes.



Figure II.15.L'échanges thermiques entre le corps humain et l'environnement
Source : Benhalilou, 2008

II.2.3.2.Confort visuel⁸

- Relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur
- Eclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques
- Eclairage artificiel satisfaisant en appoint de l'éclairage naturel

Les exigences

- * Réaliser une étude d'implantation et de dimensionnement des parois vitrées compatible avec l'exigence énergétique
- * Respecter les exigences relatives à l'installation électrique

⁸ <https://www4.ac-nancy-metz.fr>

II.2.3.3. Confort acoustique⁸

- Correction acoustique
- Isolation acoustique
- Affaiblissement des bruits d'impact bâtiments
- Zonage acoustique

Exigences

* Réduire les niveaux de pression acoustique en protégeant les bâtiments contre les bruits Emis à l'intérieur et à l'extérieur

II.2.3.4. Confort olfactif⁹

Il faut assurer le confort olfactif par :

- Réduction des sources d'odeurs désagréables
- Ventilation permettant l'évacuation des odeurs désagréables

II.2.4. Santé⁹

II.2.4.1. Condition sanitaires des espaces

La qualité de l'air intérieur devient une préoccupation majeure de santé publique. Par :

- Création de conditions d'hygiène satisfaisantes
- Dispositions facilitant le nettoyage et l'évacuation des déchets d'activités
- Dispositions facilitant les soins de santé
- Dispositions en faveur des personnes à capacités physiques réduites

Les exigences :

* Choisir judicieusement l'emplacement et la forme des pièces techniques et les équiper correctement

* Faciliter l'entretien et le nettoyage

II.2.4.2. Qualité de l'air intérieur

- Gestion des risques de pollution par les produits de construction
- Gestion des risques de pollution par les équipements
- Gestion des risques de pollution par l'entretien ou la maintenance

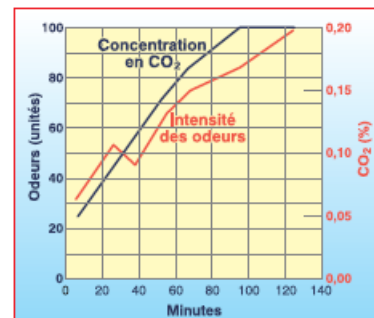


Figure II.16. L'évolution parallèle entre la concentration en CO₂ et l'intensité des odeurs
Source : Alain Liébard, 2005

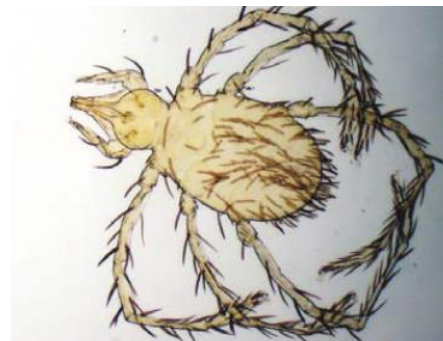


Figure II.17. Acarien
Source : AGEDEN, 2012

⁹ <https://www4.ac-nancy-metz.fr>

- Gestion des risques de pollution par le radon
- Gestion des risques de pollution par l'air neuf
- Ventilation pour garantir la qualité de l'air

Les exigences :

- * Choisir des générateurs à combustion dotés d'un système de sécurité normalisé
- * Eviter les produits polluants utilisés dans la construction: formaldéhyde, solvants, pesticides...
- * Analyser le risque d'émission de radon dans les régions sensibles et adapter la conception des bâtiments en conséquence
- * Dimensionner correctement le renouvellement d'air et utiliser des systèmes de ventilation performants
- * Vérifier l'absence d'amiante et de CFC dans certains isolants plastiques alvéolaires, ainsi que dans les équipements produisant du froid, les aérosols et solvants

II.2.4.3. Qualité de l'eau¹⁰

- Protection du réseau de distribution collective d'eau potable
- Maintien de la qualité de l'eau potable dans les bâtiments
- Amélioration éventuelle de la qualité de l'eau potable
- Traitement éventuel des eaux non potables utilisées
- Gestion des risques liés aux réseaux d'eaux non potables

Les exigences

- * Ne pas utiliser de canalisations en plomb (interdites par le DTU 60-1)
- * Maintenir une température de stockage de l'eau chaude à 60 °C et de distribution à 50 °C, pour minimiser les risques de légionellose.

II.3.1. Méthode d'évaluation de la performance énergétique d'un bâtiment:¹¹

L'évaluation de la performance énergétique d'un bâtiment peut être assurée en utilisant une des méthodes suivantes: la modélisation numérique (à l'aide d'un logiciel de simulation appliqué au bâtiment) ou l'approche multicritère (Bouattou, 2017).

Pour l'évaluation de la performance énergétique de notre projet, nous allons utiliser l'approche multicritère sur la base du système d'indicateurs déte

¹⁰ <https://www4.ac-nancy-metz.fr>

¹¹ <http://www.agence-nationale-recherche.fr>

rminés précédemment (Figure II.3).

Pour ce faire, nous allons définir:

- La nature de l'indicateur (qualitatif ou quantitatif);
- Le sens d'évaluation de l'indicateur;
- Les valeurs de références pour les indicateurs quantitatifs;
- L'appréciation;
- Le barème de notation.

-La nature de l'indicateur

Les indicateurs sont classés en deux catégories, des indicateurs qualitatifs et des indicateurs quantitatifs

-le sens d'évaluation de l'indicateur

Lors de l'évaluation des performances énergétique d'un projet, deux approches de variations sont présentes : une variation ascendante et une variation descendante .quand l'objectif est d'augmenter la valeur de l'indicateur pour une meilleur prise en charge de la performance .la variation souhaitée est alors ascendante et dans le cas contraire, elle est dite descendante.

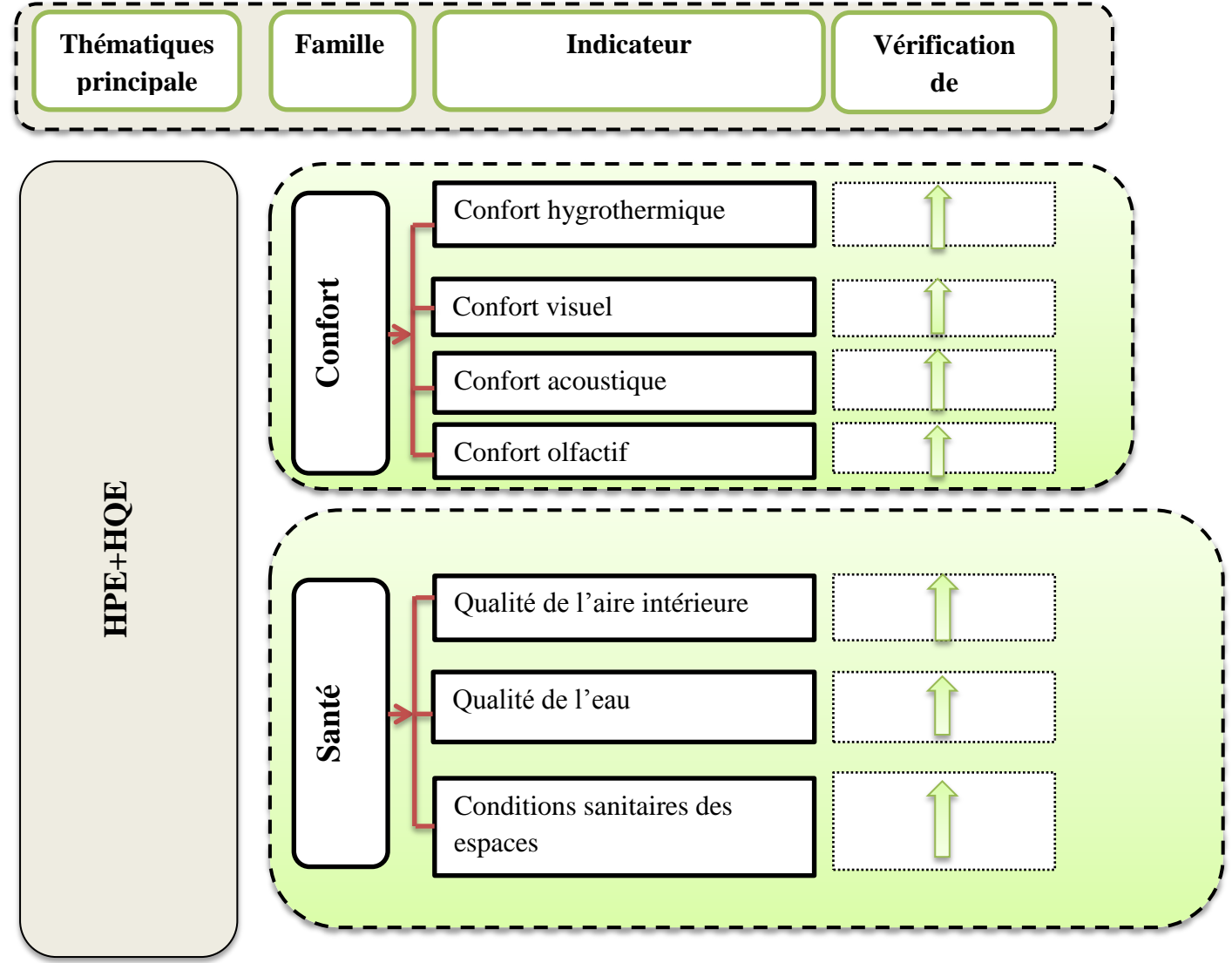
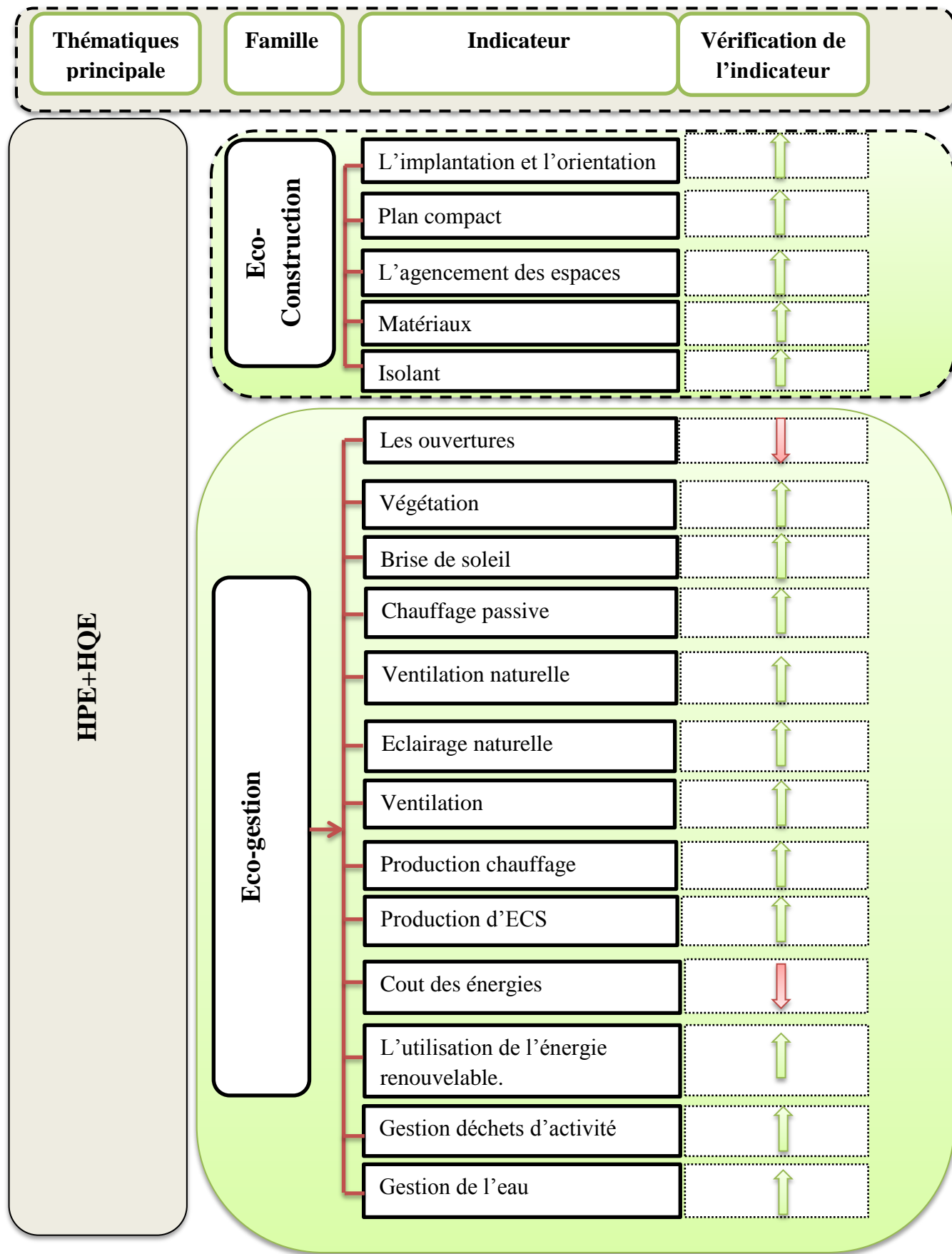
-L'appréciation

Dans l'appréciation du projet nous avons trois niveaux ; base, performant, très performant. chaqu'un est considéré comme une réponse à le niveau de l'application de l'indicateur dans le projet

-le barème de notation

La notation se fait sur une échelle olfactif de '1' à '3' la note '1 'correspond à une prise en charge base de la performance évalué une prise en charge optimale et intégrée se fait attribuer la note '3'.

II.3.2.1'évaluation des indicateurs:



TableauII.1.Evaluation du projet
Source : auteur

II.4. Expériences étrangères

II.4.1. Siège du Parc National de Guadeloupe¹²

Présentation de l'équipement :

Le siège du Parc National de la Guadeloupe a été conçu selon une démarche de qualité environnementale et énergétique caribéenne au sens large et s'appuie fortement sur une conception bioclimatique ayant pour but de conduire à



Figure II.18 : Vue aérienne sur le parc
Source : <http://conseils.xpair.com>

la réalisation d'un projet architectural dont l'impact sur l'environnement local, régional et planétaire est minimal et dont l'impact sur le confort et la santé de ses occupants est optimal.

L'implantation et l'orientation de l'équipement :

Intégration douce du bâtiment dans et sur le site d'accueil pour la minimisation des terrassements, et consécutivement une limitation des nuisances, des pollutions, des perturbations du milieu naturel, des coûts et bénéficier des apports solaires.



Figure II.19 : L'implantation de parc dans le site
Source : <http://conseils.xpair.com>

Gestion des besoins électriques :

Le bâtiment ne nécessite aucun système de chauffage ou de climatisation. Les besoins en électricité sont couverts par un générateur solaire photovoltaïque



Figure II.20 : Panneaux photovoltaïques
Source : <http://conseils.xpair.com>

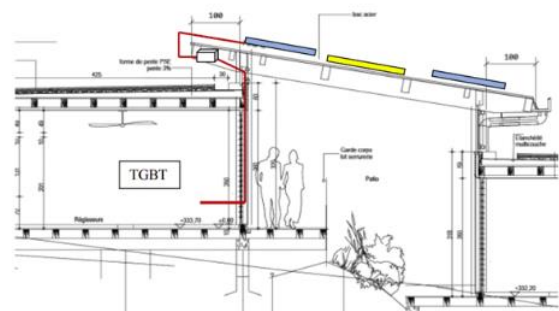


Figure II.21 : L'installation des panneaux solaires
Source : <http://conseils.xpair.com>

¹² <http://conseils.xpair.com>.
<http://www.construction21.org>

Optimisation de la ventilation naturelle :Après la protection solaire limitant les apports thermiques externes, le confort thermique dans l'ensemble du bâtiment, est créé par la ventilation des locaux qui permet :

- d'une part d'évacuer les charges internes qui auront préalablement été minimisés.
- d'autre part, de créer une vitesse d'air sur l'occupant pouvant abaisser jusqu'à 4°C la température ressentie par celui-ci avec une vitesse d'air à l'intérieur du bâtiment et sur l'occupant de l'ordre de 1 m/s.

Une excellente capacité de ventilation naturelle des bâtiments est permise par la conception du plan masse et une modulabilité des ouvrants (ventilation par trames) conduisant à la possibilité de maîtrise des flux directionnels et des vitesses d'air.

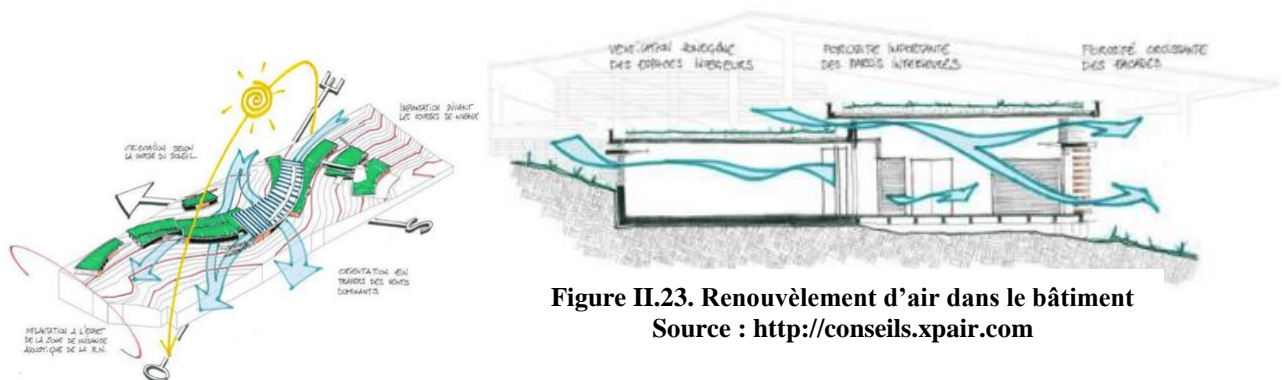


Figure II.23. Renouvellement d'air dans le bâtiment
Source : <http://conseils.xpair.com>

Figure II.22. L'implantation de parc par rapport à l'ensoleillement et le vent. Source : <http://conseils.xpair.com>

La végétation :

L'environnement immédiat est caractérisé par la densité de végétation qui fait partie des espaces de stationnement, la circulation piétonne et le bâtiment.

-Présence des toits végétalisés

Donc la végétation prend la plus grande partie du site qui apparue :

Surface totale : 13000m² ; Surface du sol construite : 12% ; Espaces verts communs 11000 m².

Parking : les stationnements engazonnés stabilisés contribuent à l'intégration de ces structures du site.

4-Eau et qualité de l'air intérieur, santé et confort : La démarche d'éco-gestion sur l'eau potable a été identique, en termes méthodologiques, à la démarche conceptuelle globale



Figure II.24 : Les espaces verts
Source : <http://conseils.xpair.com>

adoptée par l'équipe pour la conception du projet et plus particulièrement pour la gestion des autres fluides notamment pour l'énergie :

-Sobriété dans l'usage de l'eau c'est à dire conception globale des installations et des espaces végétalisés (patio, toiture végétalisée, ...) minimisant les besoins d'eau potable.

-Efficacité dans l'usage de l'eau c'est à dire conception des systèmes de distribution intérieure et extérieure et de terminaux

minimisant, pour un service donné,

les consommations d'eau froide et d'eau chaude

-Sélection d'espèces végétales arborescentes et arbustives locales aux très faibles besoins hydriques. Les espèces choisies sont toutes non allergènes.

-Confort et santé :

-Une ventilation et un éclairage naturel optimisé

-Des espaces largement ouverts sur la nature préservée ou reconstituée.

-Des vues lointaines omniprésentes sur la mer, les monts caraïbes mais également les jardins arborés. Pour cela il y a des ouvertures dans tous les côtés

-Les vents dominants sont drainés dans le « goulet » du patio permet de diffuser

la fraîcheur créée par les plantations dans tous les bureaux.

-Les espaces de rencontre conviviaux sont présents tout au long des circulations. Ces espaces sont ouvrables sur l'extérieur et le traitement de leur façade en claustra de bois brut permet une ventilation permanente tout en laissant pénétrer une lumière tamisée plus douce.



Figure II.25. Végétations dans l'intérieur
Source : <http://conseils.xpair.com>



Figure II.26. Le confort intérieur
Source : <http://conseils.xpair.com>

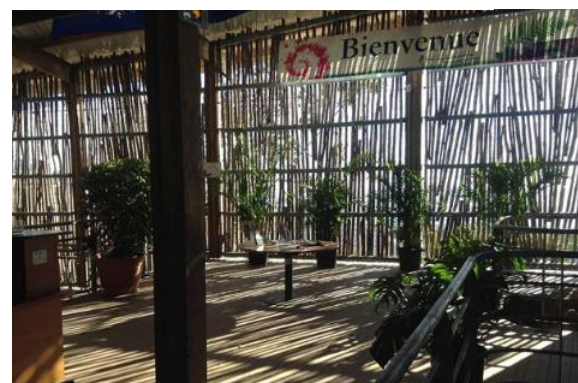


Figure II.27. L'ouverture de l'intérieur sur l'extérieur
Source : <http://conseils.xpair.com>

Claustras en bois provenant d'une filière locale

Du bois local a été utilisé pour tous les claustras grilles qui ferment le bâtiment ainsi la biodiversité envahir encore plus son bâtiment. Autre avantage, la lumière qui est créé à l'intérieur du bâtiment est tamisée, douce, comme un sous-bois.

-Le traitement des façades est se fait d'une manière de mettre le bâtiment remarquable.



Figure II.28 .Traitement des façades
Source : <http://conseils.xpair.com>

Consommation énergétique et performance énergétique de l'enveloppe

Eco-matériaux :

- Recours à du bois certifié pour tous les usages
- Bâtiment sans usage de CFC ou de HCFC (exemple : isolants, fluides frigorigènes puisque qu'aucune climatisation, ...)
- Minimisation absolue de l'usage du PVC

Consommation énergétique

Plus d'information sur la consommation réelle et les performances :

- La démarche d'optimisation énergétique reprend les principes Negawatt :
- Sobriété des besoins, grâce à la conception bioclimatique aboutie
- Performance des équipements : notamment les brasseurs d'air, les commandes par détecteurs de présence
- Le recours aux EnR, avec le générateur solaire fonctionnant en autoconsommation qui a été dimensionné pour couvrir 100 % des besoins électriques.

Performance énergétique de l'enveloppe

Information sur l'enveloppe : non représentatif pour ce bâtiment car fonctionnement bioclimatique en zone tropicale en ambiance ouverte. Le facteur solaire caractérisant la qualité de l'enveloppe en climat tropical est inférieur à 0.03 en toiture.

Conclusion :

La qualité environnementale du bâti a des plusieurs caractéristiques :

- Santé, qualité air intérieur
- Biodiversité
- Confort (olfactif, thermique, visuel)
- Gestion de l'eau
- Efficacité énergétique, gestion de l'énergie
- Énergies renouvelables
- Gestion des espaces, intégration dans le site
- procédés de construction
- produits et matériaux de construction

Les points retenus sont :

-La démarche HQE qui s'appuie sur la conception bioclimatique.

-L'intégration du bâtiment selon la topographie du terrain et l'environnement immédiat et l'orientation d'une manière de profiter le maximum des apports solaires et en face à les vents dominant pour aérer et ventiler le projet.

-L'utilisation de l'énergie solaire (photovoltaïque) pour alimenter le projet.

- Crieé une liésant entre l'intérieure et l'extérieure par l'intégration des différents types de végétation avec des murs et des toits végétalisé (la biodiversité).

-Conception globale des installations pour bénéficier de l'eau potable qui exploite par les végétations.

-Le confort et la santé par la ventilation et l'éclairage naturel, l'utilisation d'un matériau écologique(le bois), la densité de végétation et leur prolongement à l'intérieur.

-Création Claustras en bois provenant une filière locale et des brises de soleil en bois pour éviter les rayons soleils

II.4.2. Le nouveau bâtiment des sciences humaines et sociales de l'Université Paris¹³

Présentation du bâtiment :

Le nouveau bâtiment des sciences humaines et sociales de l'Université Paris Nanterre est Réalisé par l'architecte Pascal Gontier ; un bâtiment pionnier qui révisé en profondeur les standards du bâtiment de bureaux, et utilise les exigences environnementales comme moteur d'innovation et de création architecturale



Figure II.29 .Vue arienne sur le bâtiment
Source : <http://conseils.xpair.com/>

Caractéristique du bâtiment

1. Un bâtiment 100% bois, confortable et modulable

-L'implantation et la volumétrie du bâtiment soulignent la structure du campus et le carré vert central, s'inscrivant dans la trame orthogonale.

-Le bâtiment est conçu avec une structure en bois, les cages d'escaliers et d'ascenseurs, les menuiseries bois alu, l'isolation périphérique en laine de bois, les portes, le parquet et l'estrade dans la salle de conférence...



Figure II.30.La volumétrie du bâtiment
Source : <http://conseils.xpair.com/>



Figure II.31.Escalier en bois
Source : <http://conseils.xpair.com/>



Figure II.32.Structure en bois
Source : <http://conseils.xpair.com/>

¹³ <http://conseils.xpair.com/>

En terme environnemental :

Le bois, matériau biosourcé, est renouvelable, à faible impact, recyclable. Vivant, il absorbe du gaz carbonique atmosphérique qui reste stocké dans la construction.

Les bois utilisés sont l'épicéa pour la structure, le mélèze pour le revêtement extérieur abrité ainsi que du chêne, de l'épicéa, du hêtre et du pin pour les menuiseries, le mur rideau, les escaliers et les revêtements intérieurs



Figure II.33. Panneau préfabriqué en bois
Source : <http://conseils.xpair.com/>

2. Chantier à faible nuisance

Le chantier, situé au centre de l'université, a bénéficié de l'utilisation d'éléments préfabriqués industrialisés

3. Une ventilation naturelle assistée et contrôlée :

L'objectif du système de ventilation naturelle assistée et contrôlée (VNAC) mis en œuvre dans ce bâtiment est de s'affranchir des installations complexes de VMC et des consommations énergétiques associées, tout en privilégiant un renouvellement d'air naturel et adapté.



Figure II.34. Des cheminés pour la ventilation
Source : <http://conseils.xpair.com>

4. Chauffage, rafraîchissement et l'eau chaude sanitaire

Le bâtiment est relié au réseau de chaleur du campus regroupant 4 chaudières gaz via la sous-station située au sous-sol. Les émetteurs de chaleur situés dans tous les locaux sont des radiateurs.

Le rafraîchissement est réalisé par la ventilation et d'un puits canadien avec réseau de canalisations enterrées en

La production d'eau chaude sanitaire nécessaire pour les sanitaires est produite par des ballons individuels à réchauffage rapide.



Figure II.35. L'installation des chaudières
Source : <http://conseils.xpair.com>

5. Confort acoustique et confort d'été

- Les sols en béton brut, recouverts de linoléum, contribuent à l'inertie et au confort d'été dans les locaux sans qu'il soit nécessaire de recourir à un dispositif de climatisation
- Les isolements requis par rapport aux bruits extérieurs se situent entre 30 et 34 dBA selon les façades



Figure II.36 .Le confort dans l'intérieur
Source : <http://conseils.xpair.com>

- L'isolement entre étages de $DnT,A, A \geq 45$ dB a été traité par une épaisseur de 20 mm de laine minérale très haute densité de type Domi sol LR20,
- Le traitement de l'absorption acoustique dans les bureaux se fait principalement par la sous-face du plancher haut par l'utilisation de l'aine minérale
- Le confort d'été est assuré par différentes dispositions, l'optimisation de la taille des fenêtres (pas d'allèges vitrées par exemple), la mise en place de protections solaires extérieures, l'inertie thermique par les chapes en béton de 7 cm, la surventilation naturelle possible depuis chaque bureau

Conclusion :

Les questions de santé et de la qualité de l'air, de confort d'été et de ventilation naturelle, d'acoustique, d'éclairage naturel, de gestion, d'entretien et de maintenance ont été traitées de manière à parvenir à une sobriété d'ensemble, à la fois adaptée aux usages et pérenne.

Le bâtiment se distingue par sa structure 100% bois et les plafonds des bureaux en bois massif mais aussi par le dispositif de ventilation naturelle qui lui permet d'atteindre des performances énergétiques très élevées en réduisant de façon drastique les consommations de ventilation mécanique que l'on trouve habituellement sur ce type de bâtiment.

Les points retenus :

- l'utilisation d'un matériau écologique.
- La ventilation naturel soit par les cheminés ou bien par les ouvertures.
- L'utilisation d'un isolant (laine minérale) pour le confort thermique et acoustique.
- L'utilisation des matériaux prés fabriqué pour diminuer les nuisances.

Conclusion

Les différents critères de performances énergétiques fondées sur des référentiels selon l'environnement immédiat, l'enveloppe du bâtiment et les ressources d'énergies renouvelables pour atteindre le confort des utilisateurs dans toutes les saisons et réduire au maximum les besoins énergétiques et l'utilisation de la technologie pour exploiter l'énergie renouvelables par une conception architectural à performance énergétique .

Donc, pour concevoir un bâtiment à performance énergétique nous devons prendre en considération l'aspect environnemental et leurs conditions climatiques.

Pour cela, le prochain chapitre consiste a étudier et analyser la ville nouvelle de Boughezoul qui situé dans une zone semi-aride pour concevoir un projet confortable sur le plan énergétique.

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons appliquer les concepts retenus dans la partie théorique dans la conception de notre projet qui est un musée d'art moderne dans la ville nouvelle de Boughezoul). Le chapitre est structuré en quatre parties principales : la première partie vise à analyser la ville nouvelle de Boughezoul et l'aire d'intervention, la deuxième partie s'intéresse à la programmation du projet, la troisième partie est consacrée à la conception du projet et la quatrième partie s'intéresse à l'évaluation de la performance énergétique du projet.

III.1. Diagnostic et Analyse du cas d'étude: la ville nouvelle de Boughezoul

III.1.1. Analyse de la ville nouvelle de Boughezoul

III.1.1.1. Présentation de la ville nouvelle de Boughezoul

Le Décret exécutif n 04-97 du 1er avril 2004 portant création de la ville nouvelle de BOUGHEZOUL ou la capitale d'énergie renouvelable, sur un périmètre de 4650 ha , la ville nouvelle de BOUGHEZOUL s'inscrit dans la politique des villes nouvelles du programme « Nord-Centre » visant l'organisation et le développement de ces zones afin de redéployer la démographie du Nord du pays vers le Sud.

III.1.1.2. Situation géographique de la ville nouvelle de Boughezoul

III.1.1.2.1. Limites administratives

a. Contexte territorial :

La wilaya de Médéa est située à 88 KM du sud d'Alger, sur les hauts plateaux qui forme la vallée de la Mitidja. Elle représente 8866 km² du territoire algérien.



Figure.III.1. Limites administratives de Boughezoul

Source : MATE ,2025

b. Contexte régional :

La wilaya de Médéa est située à 88 KM au sud d'Alger, elle est limitée par :

- Au nord : la wilaya de Blida
- Au sud : la wilaya de Djelfa
- A l'est : la wilaya de Msila et Bouira
- A l'ouest : la wilaya de Ain Defla et Tissemsilt

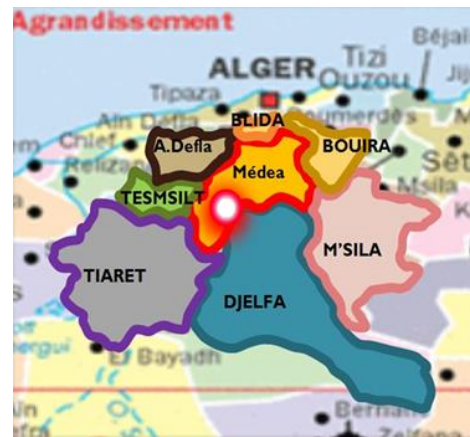


Figure.III.2. Contexte régionale de Boughezoul
Source : MATE, 2025

C .Contexte communal :

La ville de Boughezoul se situe dans la « wilaya de Médéa » a 180 km au sud d'Alger qui est limitée par :

- Au nord : par la commune de Ksar el Bokhari, saneg, om djeliel
- Au sud : par la commune de Ain ouassara
- A l'est : par la commune de Ain ouassara
- A l'ouest : par la commune de Chahbounia, Aziz

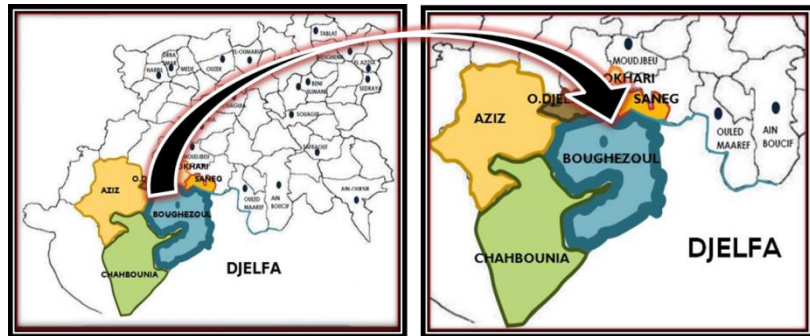


Figure.III.3. Contexte communal de Boughezoul
Source : MATE, 2025

III.1.1.2.2.Limite géographique

BOUGHEZOUL se trouve à 630m d'altitude, protégée par les premiers contreforts de l'atlas variant de 730 à 850 mètres d'altitude, la ville nouvelle de BOUGHEZOUL est organisée autour du lac, profitant d'un horizon plat et d'un relief environnant spectaculaire et grandiose.

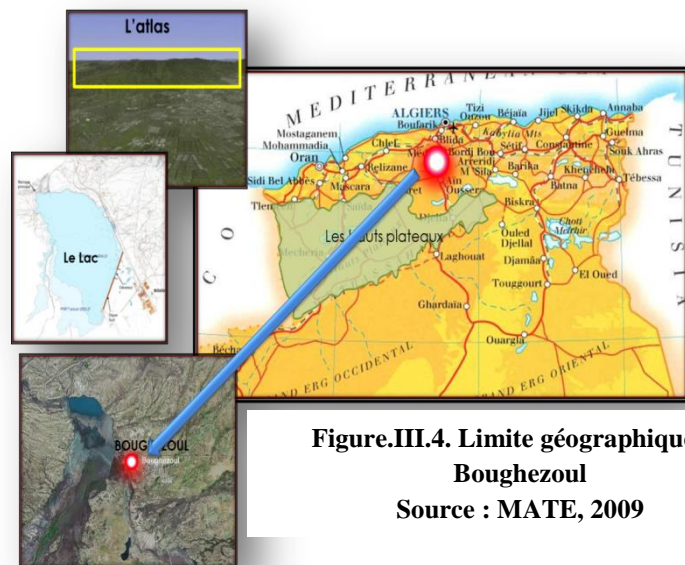


Figure.III.4. Limite géographique de Boughezoul
Source : MATE, 2009

Nature des sols

·Une grande partie du site du projet (90 %) est composée de terrains d'alluvions anciennes, grès et calcaires formés pendant la 3ème période de l'ère Cénozoïque, favorables à l'urbanisation. En revanche, le reste (10%) est composé de marnes et d'argiles.

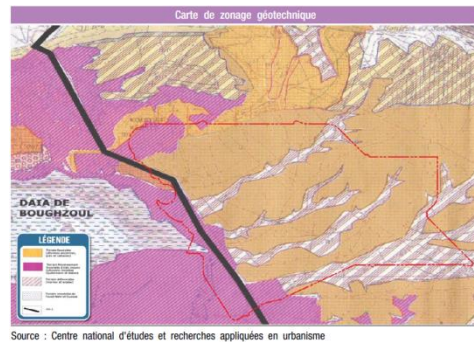


Figure.III.5. Nature de sol de Boughezoul
Source : MATE, 2009

III.1.1.2.3. Accessibilités.

Boughezoul se situe dans une bonne position, puisqu'elle est croisée des flux Est-Ouest sur les hauts plateaux et Nord-Sud depuis Alger jusqu'aux frontières avec les pays sahéliens.

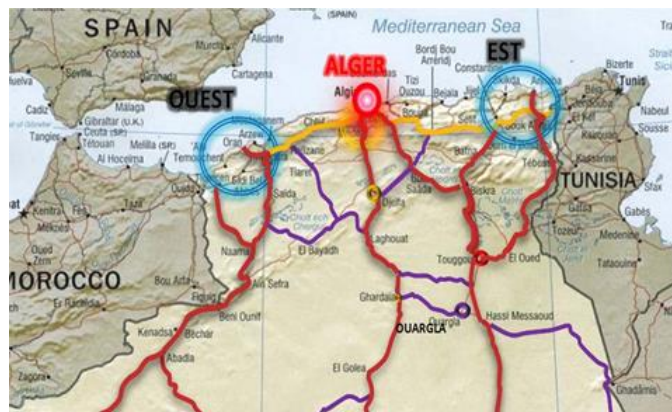


Figure.III.6. L'accessibilité de Boughezoul
Source : MATE, 2025

RN1 (Alger, Blida, Médéa Djelfa, Tamanrasset).

RN40 (Tiaret, M'Silla).

III.1.1.3. Contexte climatique de la ville nouvelle de Boughezoul

a. Température et pluviométrie :

Le climat de Boughezoul est de type Aride-moyen

À hiver frais.

Les températures moyennes annuelles (M+m/2) de 16,2 °C.

Avec une tranche pluviométrique de 250 mm/an.

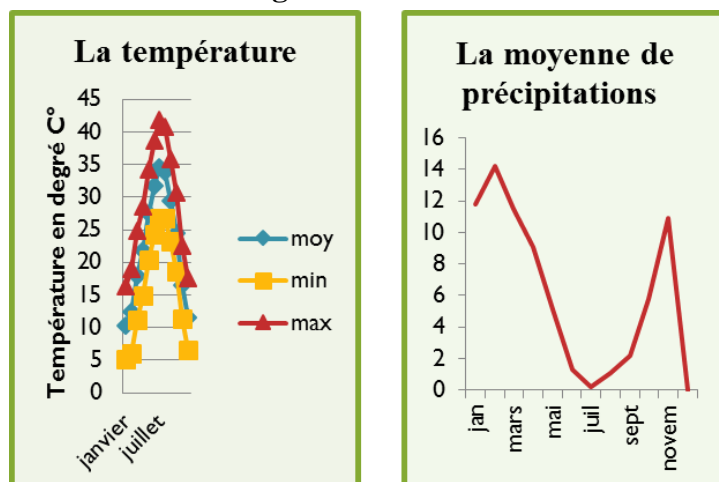


Figure.III.7. Le climat de Boughezoul
Source : MATE, 2009

b. Les vents :

Les vents sont caractérisés par leur intensité et leur fréquence. Les vents les plus couramment fréquents sont d'orientation Sud -Ouest et Sud-Est d'origine saharienne chauds et secs. Ils peuvent durer entre 20 et 30 jours par an.

L'étude menée par le Centre de recherche Nucléaire et la station de l'Institut National de la Recherche Forestière sur la dynamique des vents de sables, indique que l'orientation dominante est Sud à Sud-Est et Ouest. Les secteurs Sud et Ouest, l'emportent sur les autres secteurs tel qu'indiqué dans le graphe suivant :

< Fréquence et direction des vents / saison >

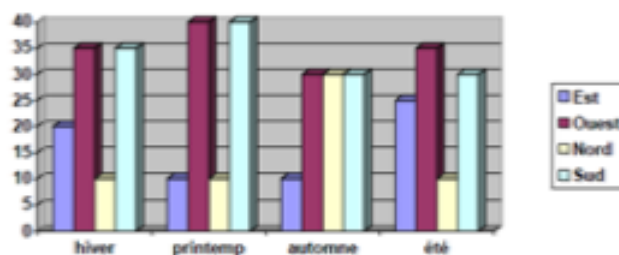


Figure.III.8. Direction des vents
Source : MATE, 2009

III.1.1.4.Présentation du maitre d'œuvre :

Le plan d'aménagement de la ville nouvelle de Boughezoul a été fait par le consortium sud-coréen de Space Groupe.

III.1.1.5.Encrage juridique de la ville nouvelle de Boughezoul

Le Décret exécutif n 04-97 du 1er avril 2004 portant création de la ville nouvelle de BOUGHEZOUL ou la capitale d'énergie renouvelable

III.1.1.6.Contexte de la création de la ville nouvelle de Boughezoul

En 2002, Ricardo Bofill, un architecte espagnol de 61 ans, l'une des importantes références urbanistique dans les milieux gouvernementaux, est invité par le président Bouteflika pour superviser le projet de la nouvelle capitale algérienne. Le président Bouteflika très séduit par le style architectural de cet espagnol original, lorsqu'il a assisté au sommet Euro-Méditerranéen de Séville, il souhaitait bénéficier de son expertise pour superviser le grand projet de la nouvelle capitale algérienne « Alegria



Figure.III.9. vue générale sur la ville
Source : MATE, 2009

», qui devrait suppléer l'actuelle Alger et qui n'est autre que le projet de ville nouvelle de Boughezoul.

Apercue historique :

L'architecte de renommée mondiale devait ainsi se voir attribuer le projet global, avec l'aide des ministères concernés, dont celui de l'Aménagement du territoire et l'Environnement, l'Intérieur et les Collectivités locales ainsi que l'Habitat. Le projet défendu par Chérif Rahmani a été relancé par la présidence de la République. Bouteflika voulant donner à « Algérie » une dimension internationale, qui n'a pas d'équivalent dans le monde, à l'image de la nouvelle capitale brésilienne, Brasília, construit par Oscar Niemeyer, qui lui-même, construit les universités de Bab Ezzouar et Constantine. Mais une nouvelle fois, le projet est reporté faute d'accord sur les fiches techniques et les budgets de réalisation. Mais le séisme de Boumerdès de 2003 a une nouvelle fois plongé le gouvernement dans une autre crise de logement, il était donc indécent de construire des ministères à coups de milliards de dollars, alors que des Algériens vivaient dans des chalets. Suite à l'adoption de la loi n° 02-08 du 8 mai 2002 relative aux conditions de création des villes nouvelles et de leur aménagement, un décret exécutif portant la création de la ville nouvelle de Boughezoul a été approuvé par le gouvernement le 29 octobre 2003. Une capitale administrative à l'image de Brasilia ou Yamoussoukro, Le projet fut finalement initié en 2011, le soutien financier du fond pour l'environnement mondial (FEM) et l'assistance technique PNUE, visait même à faire de la ville de Boughezoul la première ville «à faible émission de carbone».

III.1.1.7.Vocations de la ville nouvelle de Boughezoul

Les plans d'aménagement élaborés ont pris en considération les lignes directrices tracées par le SNAT, qui se déclinent à leur tour en vingt (20) Programmes d'Action Territoriale

« Les PAT », à savoir [MATE, 2009 ; SNAT (2025), 2008]:

- La durabilité des ressources ;
- Le rééquilibrage du territoire ;
- L'équité sociale et territoriale ;
- L'attractivité et la compétitivité des territoires.

III.1.1.8. Objectifs de la ville nouvelle de Boughezoul et ses visions stratégiques

- Création d'un pôle de compétitivité et d'excellence sur les hauts plateaux centre pour le rééquilibrage du territoire
 - Créée une ville d'équilibre afin d'optimiser le potentiel de développement des hauts plateaux et de diffuser les effets de la croissance des aires métropolitaines.
- Une ville autonome et durable
- Amorcer une dynamique de développement locale et régional par la promotion et l'implantation des industries de pointe, et de renforcer la compétitivité territoriale par l'effet induit de la création d'emplois.
- Edifier une ville autonome, dotée de diverses fonctions (habitat, administration, culture, santéetc.) pour impulser une dynamique économique et sociale durable.

III.1.1.9. Orientation d'aménagement de la ville nouvelle de Boughezoul

- Une ville d'équilibre des Hauts Plateaux centre à même de participer à la consolidation de l'armature urbaine du territoire.
- Une ville autonome, centrée sur le développement de l'industrie de pointe et compétitive sur le plan national et international.
- Une ville de haute qualité urbanistique et architecturale.
- Un aménagement urbain durable se concrétisant à travers un cadre de vie respectueux de l'environnement, la mise en place d'infrastructures urbaines susceptibles d'économiser les ressources et des systèmes de recyclage

III.1.1.10. Principe d'aménagement de la ville nouvelle de Boughezoul

a. Organisation spatiale et occupation du sol

- Usage mixte de l'espace pour la dynamisation de la ville
- Concevoir des zones de densités différentes.
- Hiérarchisation des espaces d'activités (commerce et affaires).

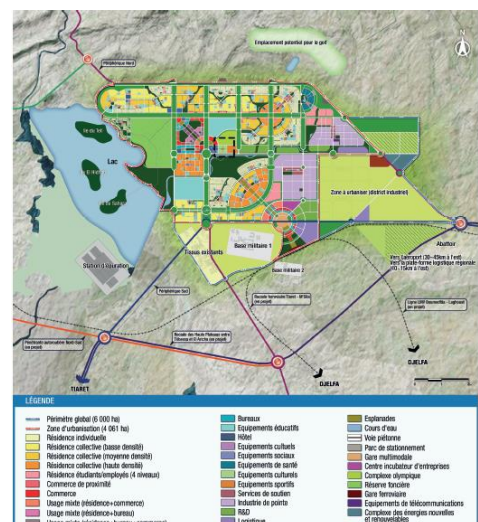
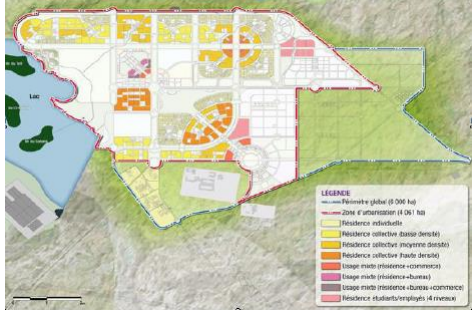
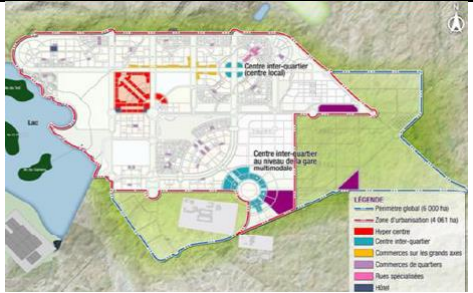



Figure.III.10. : Plan d'occupation du sol
Source : MATE, 2010

- Implantation des équipements publics au niveau du centre des quartiers et autour des principaux axes.

Plan d'occupation du sol :

| | | |
|-----------------------------|--|---|
| <p>Habitat</p> | <p>- Accorder une importance particulière aux aspects de l'esthétique urbaine et architecturale à travers la conception d'un habitat de haut standing, riche, diversifié et créatif</p> <p>- Répartition des fonctions assurant une dynamique de l'hyper centre et des centres inter-quartiers (centre local et gare multimodale).</p> |  <p>Figure.III.11 : Localisation des logements Source : MATE, 2010</p> |
| <p>Commerce et affaires</p> | <p>- Localiser le foncier de commerce et d'affaires en tenant compte de sa hiérarchie et de sa particularité, en intégrant les préoccupations relatives à l'accessibilité et à la liaison avec les transports collectifs</p> |  <p>Figure.III.12 : Localisation des commerces et bureau. Source : MATE, 2010</p> |
| <p>Industries de pointe</p> | <p>- Sélectionner les types d'industries à promouvoir au niveau de la ville nouvelle de BOUGHEZOUL (les énergies nouvelles et renouvelables, la biotechnologie, l'agroalimentaire...)</p> <p>- Localiser le foncier industriel de pointe à l'est du site en tenant compte de la direction des vents dominants.</p> |  <p>Figure.III.13 : Localisation d'industries de pointe. Source : MATE, 2010</p> |




| | | |
|---|--|---|
| <p>Equipements publics</p> | <p>- Introduire les fonctions urbaines permettant de créer une autonomie conforme à la vision de la ville nouvelle.</p> |  <p>Figure.III.14: Localisation des équipements publique. Source : MATE ,2010</p> |
| <p>Parcs et espaces verts</p> | <p>- Mettre en place un réseau vert articulé avec les espaces verts et aquatiques au niveau de la ville et réalisation d'une ceinture verte, boisée, autour de la ville pour la consolidation de son caractère de ville écologique</p> |  <p>Figure.III.15 : Localisation des parcs et les espaces verts. Source : MATE, 2010</p> |
| <p>Réserve foncière en bordure du lac</p> | <p>- Le plan d'occupation des sols a prévu la constitution de réserves foncières stratégiques suffisantes pour assurer le développement futur durable de BOUGHZOUL.</p> |  <p>Figure.III.16 : Réserve foncière en bordure du lac. Source : MATE, 2010</p> |

Tableau.III.1.Plan d'occupation du sol
Source : MATE ,2010

b. Structure viaire

La structure viaires de Boughezoul est classée en plusieurs catégories; tenir compte des caractéristiques des itinéraires et de leurs fonctions lors de l'établissement du réseau routier

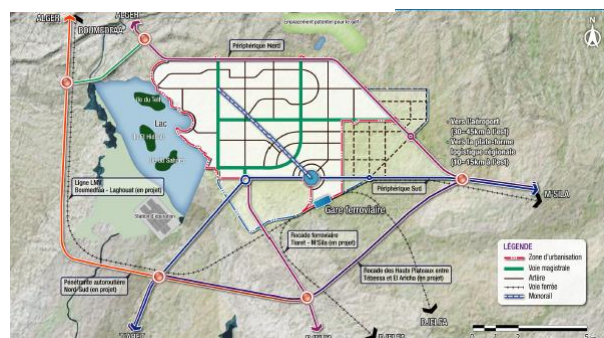


Figure.III.17 : Classement des voies
Source : MATE, 2010

- Voies magistrales : Les routes qui desservent les centres des quartiers de proximité et les périphériques
 - Artères : Les routes permettant d'encadrer et d'articuler les quartiers de proximité
 - Voies de desserte : Voies internes des quartiers reliées à une voie magistrale ou à une artère
- Réduction du nombre d'intersections de voies magistrales au niveau de la ville de façon à réduire le nombre de voies d'accès à chaque quartier

C .Système de transport et mobilité

Orientations du système de transport urbain :

- Un réseau de voirie organisé par fonctions
- La mise en place d'un réseau routier bien articulé dans le but d'augmenter l'efficacité et préserver l'usage des sols.
- L'aménagement de carrefours type giratoire au niveau des jonctions des principales voies

pour une gestion efficace du trafic et pour la création de repères urbains importants.

- Mettre en relation le transport collectif urbain et l'aménagement des voies cyclables et piétonnes pour l'amélioration du cadre de vie.

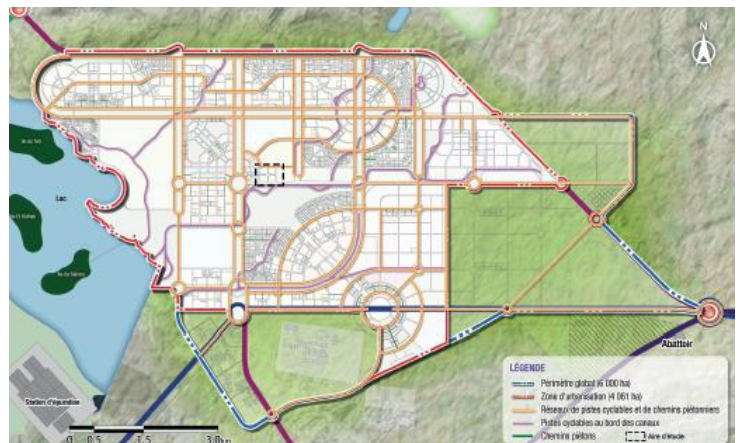


Figure.III.18: Réseaux de voies cyclables et de chemins piétonniers .source : MATE, 2009

Voies cyclables :

Les réseaux de voies cyclables et de chemins piétonniers sont faits de manière continue et sans rupture par la réalisation de passages adaptés et sans obstacles (passage protégé, trémies... Etc.).

Autobus :

Les lignes de transport par autobus sont hiérarchisées à travers une séparation des lignes principales et secondaires, incluant la conception et l'aménagement d'aires de correspondance entre les lignes.

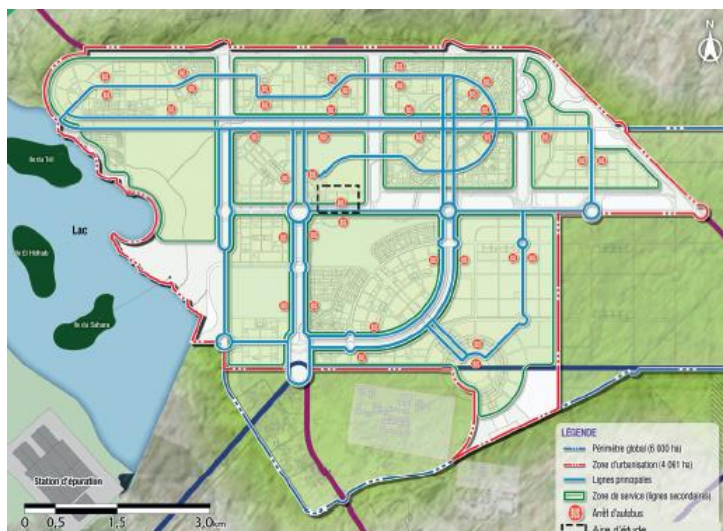


Figure.III.19 : Lignes d'autobus et zones de service
Source : MATE, 2009

d. Système écologique

1. le lac

Le lac constitue un élément structurant de la composition urbaine du plan d'aménagement de la nouvelle ville de Boughezoul et son développement



Figure.III.20 : Vue sur le lac
Source : MATE, 2009

2. Parcs et espaces verts:

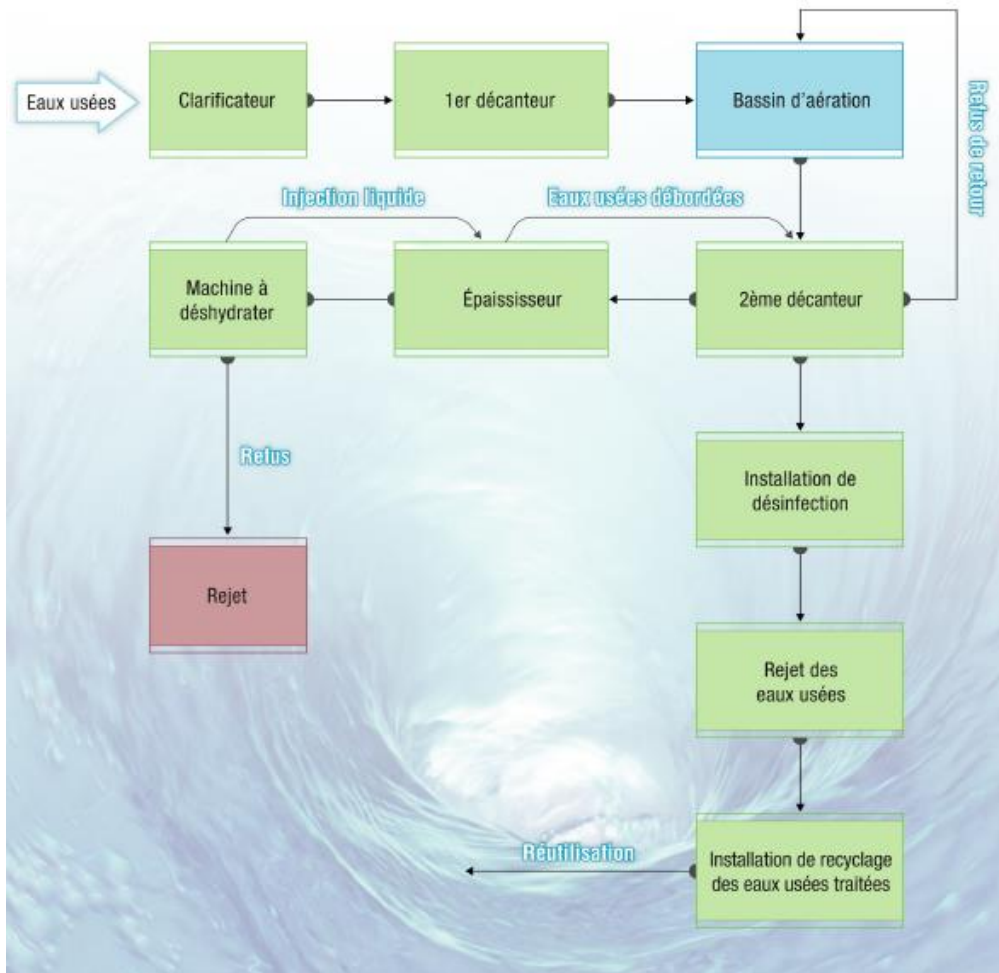
- Mise en place d'un réseau vert le long des voies magistrales en relation. Avec les espaces boisés de protection contre le vent de sable et le lac.
- Aménagement de parcs de typologies diversifiées en relation avec le lac et la réserve foncière.
- Organisation des espaces aquatiques en valorisant le lac, les canaux et en tenant compte de la topographie du site.
- Implantation d'équipements publics en relation avec les parcs et les espaces verts.



Figure.III.21 : Localisation des parcs et espaces verts. Source : MATE, 2009

e. Assainissement

Le réseau d'assainissement est principalement du type gravitaire à l'exception des endroits où il existe des obstacles et notamment au croisement avec les canaux d'eaux, des stations de relevage sont prévues pour assurer la continuité de l'écoulement gravitaire du réseau .



FigureIII.22 : système d'épuration
Source : MATE, 2009

a. Le mode d'épuration :

Le système d'épuration à boues actives sera privilégié pour prévenir les pollutions environnementales et les eaux traitées seront rejetées dans le lac pour assurer le maintien de son niveau et compenser l'évaporation, les eaux traitées rejetées dans le lac pourraient servir à



FigureIII.23: Localisation station de la dépuraton
Source : MATE, 2009

l'alimentation des canaux urbains en période

sèche, à l'entretien et l'arrosage des espaces verts et à l'alimentation du réseau anti incendie.

b. La station d'épuration :

Une station d'épuration de grande envergure permettant un entretien et un fonctionnement faciles et efficaces.

f. Risques naturelles

| Types | Prévision et analyse |
|------------------------------|--|
| Inondations | ·Possibilité que le niveau des cours d'eau à l'intérieur de la ville augmente brusquement lors des fortes précipitations puisque ces dernières ont pour caractéristique de se produire très fréquemment pendant la saison des pluies. |
| Glissement de terrain | ·Les cotes altimétriques de la ville nouvelle montent d'ouest en est. De ce fait, des catastrophes liées aux glissements de terrain peuvent se manifester à cause de l'obturation des cours d'eau par les travaux de terrassement et par des coulées de boues et de sable produites par des pluies torrentielles. |
| Désertification | ·Une forte concentration de la population au niveau de la région des Hauts Plateaux et l'élevage extensif peuvent provoquer une réduction de la surface des terres de pâturage. Egalement, les variations extrêmes des températures et le climat sec, caractéristiques des Hauts Plateaux, entraînent l'assèchement du sol. ·Un phénomène de désertification est de plus en plus perceptible et tout particulièrement au niveau de la région des Hauts Plateaux. ·Le site du projet et sa périphérie se situent dans une région vaste des Hauts Plateaux. Ainsi, l'environnement naturel et les conditions de vie seront affectés par les vents de sable qui auront pour conséquences la réduction du champ de visibilité, des difficultés respiratoires, la perturbation de la photosynthèse suite à la fermeture des stomates, des pertes de la couche arable. |
| Vents de sable | ·Les vents dominants sont des vents du sud-ouest, venant du désert, souvent accompagnés de tempête de sable. La qualité de l'environnement urbain de la ville nouvelle subira des altérations. |

| | |
|-------------------|--|
| | ·Les vents de sable peuvent provoquer des dégâts sur les cultures et la végétation ainsi que sur la santé des habitants. |
| Brouillard | ·Comme la ville de Boughezoul avoisine le lac, des brouillards peuvent s'y former et provoquer des risques d'accidents de la route. |
| Séismes | ·Comparée aux régions du littoral, la ville de Boughezoul est relativement à l'abri des risques sismiques. Cependant, comme des séismes surviennent dans les régions de M'Sila et de Sétif situées à proximité de Boughezoul, il est nécessaire d'intégrer cette donnée dans le cadre du plan d'aménagement. |

Tableau.III.2.Risques naturelles

Source : MATE ,2009

III.1.2.analyse de l'aire d'intervention

III.1.2.1.Situation de l'aire d'intervention

Le site choisi appartient à la zone centrale de la ville, plus précisément dans le quartier n° 11 appelé "Condor". Il est à proximité de: l'hyper centre, la grande université et le complexe olympique. Cette zone est riche en espaces verts et bleus.



FigureIII.24 : Plan de répartition des quartiers

Source : MATE, 2009

III.1.2.2. Accessibilité au site :

Le site est accessible par deux voies piétonnes, elles convergent toutes vers l'élément urbain au centre de l'assiette culturelle (l'esplanade public) et deux autres voies mécaniques.

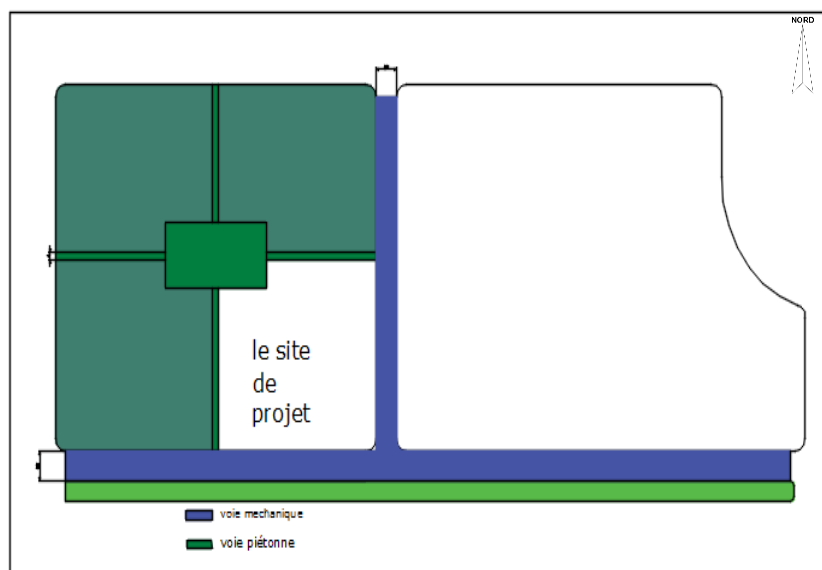


Figure.III.25. L'accessibilité autour de l'assiette

Source : MATE, 2009

Transport public

Il y a un arrêt de bus proche de notre assiette, au niveau de la voie structurant.

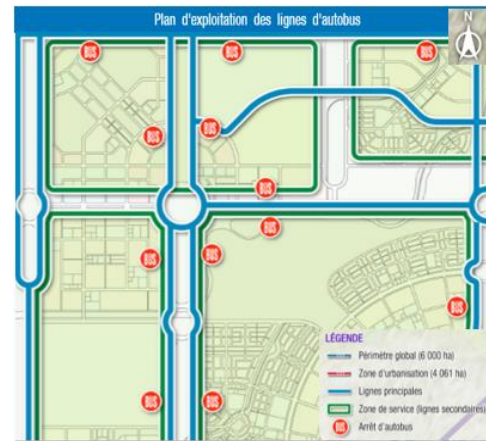


Figure.III.26. Plan d'exploitation des lignes autobus

III.1.2.3.L'environnement immédiat du site :



Figure.27 :L'environnement immédiat

Source : MATE ,2009

-Environnement naturel : le parc

-L'environnement artificiel : la grande bibliothèque, le théâtre, complexe de terrains de sports de plein air, les voiries, musée d'histoire.

III.1.2.4. L'étude morphologique du site :

a. Morphologie du terrain

Le site a une forme rectangulaire et une superficie de 21330.61m²

b. Topographie

Le site d'intervention a une topographie plane avec une pente faible

c. Les vues panoramiques

Le site d'intervention a deux vues panoramiques, une vers l'esplanade (centre d'un complexe culturel) et l'autre vers le parc et le centre-ville.

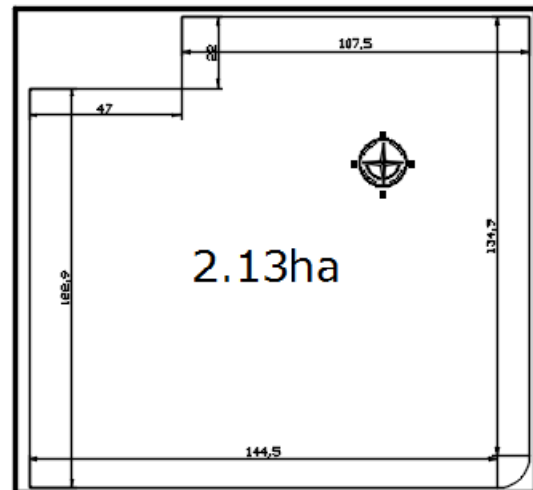


Figure .28 : Morphologie du site
Source : MATE, 2009

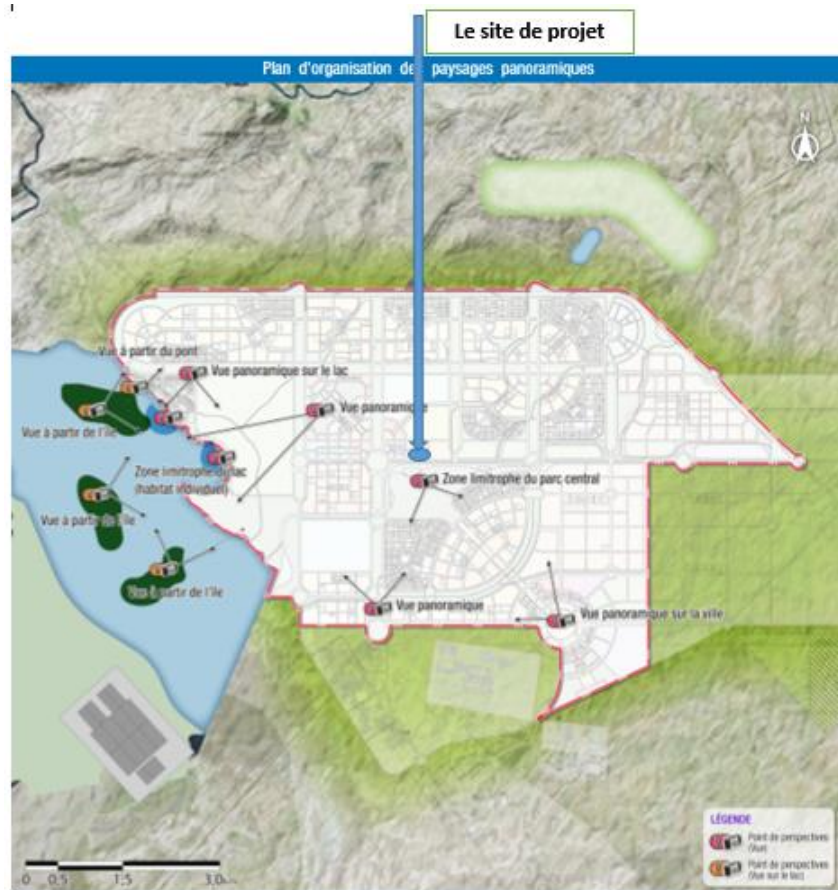


Figure.III.29. Plan d'organisation de paysages panoramiques
Source : MATE, 2009

III.1.2.5.Prescriptions urbanistiques et servitudes

C.E.S. de 0,6

C.O.S. de 1,2 à C.O.S de 5 / C.O.S. en moyenne : 3,3

Synthèse AFOM¹

L'AFOM (SWOT en anglais) est une méthode d'analyse qui peut être utilisée dans le cadre de l'évaluation de projets. Elle consiste en l'identification et la comparaison des facteurs positifs et négatifs dans l'environnement interne et dans l'environnement externe à celui-ci.

Logique AFOM

| Facteurs | + | - |
|----------|-----------------|------------|
| Interne | Atouts (Forces) | Faiblesses |
| Externe | Opportunités | Menaces |

Tableau.III.3.Logique d'AFOM

Source : <https://www.clps-bw.be>

Ses Objectifs

- Evaluer ou réorienter un projet en cours ;
- Prendre en compte les facteurs qui influent sur l'implantation du projet (qui lui sont internes et externes) dans son évaluation ou dans sa mise en place pour faciliter sa mise en œuvre.

Son utilisation :

Le porteur du projet réalise seul ou réunit un groupe porteur pour compléter le tableau AFOM et faire deux diagnostics :

- Interne : qui identifie les atouts et les faiblesses de l'école pour mettre en place le projet ;
- Externe : qui identifie les opportunités et les menaces avec lesquelles il faut composer.

Les atouts

Les Atouts ou les forces sont facteurs positifs dont l'école dispose pour implanter le projet :

Par exemple :

- Connaissance de techniques de médiation par les enseignants de l'école ;
- Motivation du staff par la thématique ;
- Bonne collaboration avec les acteurs extra-scolaires qui encadrent les cours de récréation ;

Les Faiblesses

Les Faiblesses sont les facteurs négatifs intrinsèques à l'école qui vont rendre plus difficile l'implantation du projet et qu'il faudra contourner :

Par exemple :

- Les cours de récréation sont communes pour le maternel et le primaire ;
- La thématique du harcèlement est « tabou » ;
- L'école collabore peu avec d'autres partenaires ;

Les Opportunités

¹ <https://www.clps-bw.be>

Les Opportunités sont les facteurs positifs externes à l'école qui vont pouvoir soutenir le projet.

Par exemple :

- Soutien financier de la commune ;
- Développement de formations sur la thématique du harcèlement pour les écoles de la Fédération-Wallonie Bruxelles ;
- Venue d'un nouveau partenaire qui peut soutenir le projet ;

Les Menaces

Les Menaces sont les facteurs négatifs externes à l'école avec lesquels il faut composer pour réaliser le projet.

Par exemple :

- Difficulté d'obtenir des subsides pour organiser une formation sur la thématique ;
- Direction qui change fréquemment ;
- Départ d'un partenaire.

| | | |
|-----------------|--|---|
| | Etude des atouts | Etude des faiblesses |
| Internes | <ul style="list-style-type: none"> -L'importance stratégique du site d'intervention au centre de quartier 11. -Elle est situé dans un complexe culturel et sportif. -Elle est délimité par deux voiries une structurant et l'autre artère.et à proximité d'un arrêt de bus. -Deux vues panoramiques, une vers le parc et centre-ville et l'autre vers le lac -Un centre d'échanges multimodal en liaison avec la gare ferroviaire, qui sont implantées au niveau des principales articulations régionales et urbaines | <ul style="list-style-type: none"> -Les vents sont caractérisés par leur intensité et leur fréquence |
| Ext | Etude des opportunités | Etude des menaces |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> -La ville nouvelle de Boughezoul est structurée suivant trois axes d'aménagement, -Un réseau de voirie structuré, simple, et cohérent. -Un schéma fonctionnel clair et net, riches et varié réparti de manière concentrique autour de l'hyper centre -Une variété de typologie et de standing d'habitat. -Les différents réseaux sont efficaces et bien structurés. | <ul style="list-style-type: none"> -La ville nouvelle de Boughezoul souffre d'un handicap hérité. -Le dilemme d'attirer et de convaincre les gens d'investir et d'habiter dans la ville nouvelle de Boughezoul pour assurer le rééquilibrage démographique national ; -Dispositions à prendre pour prévenir les inondations fréquentes durant la saison des pluies. |
|---|--|

Tableau.III.4.Synthèse d'AFOM

Source : Traité per l'auteur

III.2. Analyse thématique des musées

Dans la conception d'un projet architectural, l'analyse thématique fait partie intégrante du processus de conception, cette phase nous permettra de porter plus de précision sur le sujet choisi: donner la forme au projet architectural par le développement d'un ensemble de concepts de base et d'intentions qui aboutiront au projet (Détailé en annexe).

III.3.Programmation du projet

III.3.1. Détermination des fonctions du musée :

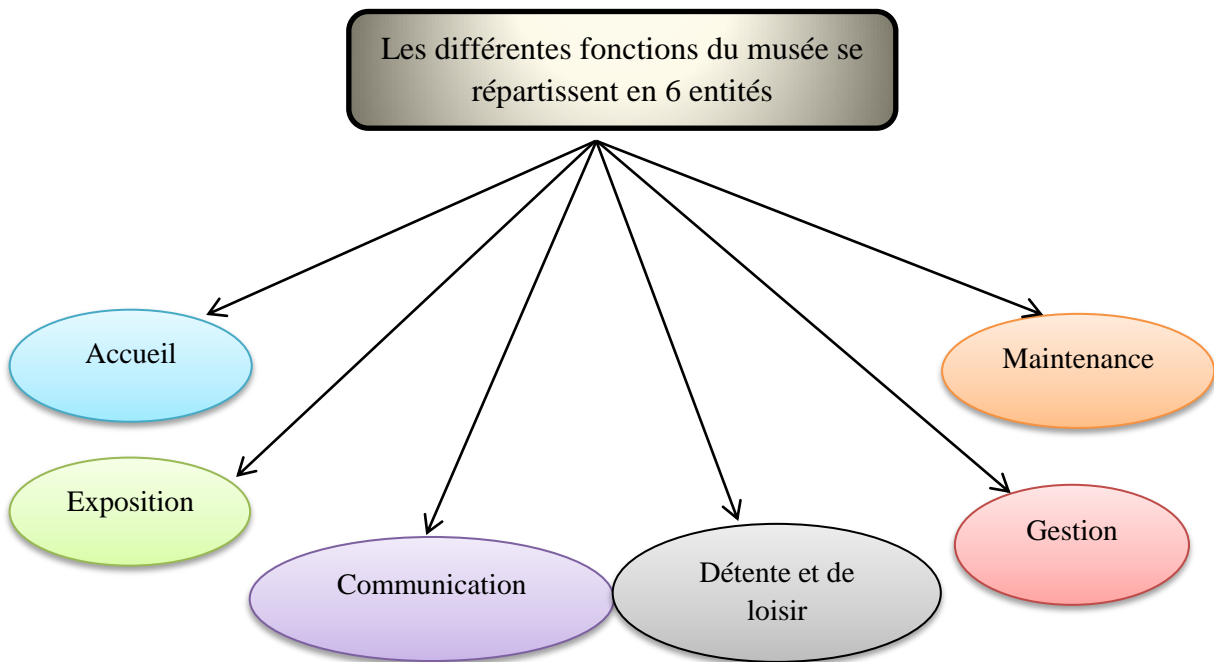


Figure.III.30. Schéma des différentes fonctions du musée
Source : MATE, 2009

III.3.2. Les exigences des musées:

Chaque équipement a des caractéristiques et des exigences spécifiques, selon leur fonction et leur activité. (Détaillé en annexe)

III.3.3. Programme quantitatif

| | Fonction | Activité mère | L'espace | S (m ²) | Activité secondaire | L'espace | S (m ²) | Activité tertiaire | L'espace | S (m ²) |
|-----------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------------------------|--|---------------------|--------------------|----------------|---------------------|
| Fonction mère | Exposition | -Exposition Permanente | -salle d'exposition Permanente | 700(*3) | -stocker | -dépôt | 100 | | | |
| | | -Exposition temporaire | -salle d'exposition temporaire | 500(*2) | -repérer -exposer dans l'extérieur | -3atelier spécialisé -jardin de sculpture | 300 500 | | | |
| Fonctions secondaires | Accueil | -accueillir | -hall d'entrée | 300 | -information | -salle d'information | 30 | | | |
| | | -réception | -Coin de réception | 30 | -achat de billet | -2coins pour vente des billets | 20(*2) | | | |
| | | | -Poste de police | 20 | -réservation | -coins pour la réservation -vestiaire | 20 20 | | | |
| | Communication | -repérer | 3laboratoire de restauration | 150 (*3) | -vente | -boutique | 10 | Se laver | Les sanitaires | 20 |
| | | | -auditorium | | -réunir | -s.de réunion | 20 | | | |
| -écouter | | -médiathèque | 400 | -stocker | -dépôt | 20 | | | | |
| -documenter | | -s.de formation | 150 | -prier | -2salles de prières | 40 | | | | |
| -écrire | | -bibliothèque | 100 | | -cafétéria | 70 (*2) | | | | |
| | -lire | | 150 | | | | | | | |
| Détente et loisir | -attente | -coin d'attente | 50 | -stocker | -dépôt | 20 | Se laver | Les sanitaires | 20 | |
| | -Consommation | -Restaurant | 150 | | -chambre froide et dépôt | 70 | | | | |
| | -vente | -Cafeteria | 50 | | -garderie d'enfant | 100 | | | | |
| | | -boutique | 30 | -garder | -coin de réception | 20 | | | | |
| Gestion du musée | -Gérer le musée | -Bureau de directeurs | -40 | -Gérer le musée | 4bureau spécialisée | 60 | | | | |
| | | -secrétariat | -30 | -réunir | -salle de réunion | 40 | | | | |
| | | | | | -Bureau de comptable | 16 | | | | |
| | | | | | -Salle d'archive | 30 | | | | |
| | | | | | -Télésurveillance | 15 | | | | |

Tableau.III.5.programme quantitatif du projet
Source : Traité par l'auteur

III.4. Concept du projet

III.4.1. Concepts liés au contexte

III.4.1.1. Principe d'implantation du projet

Présentation :

Dans le présent travail, nous visons la conception d'un équipement culturel ayant une performance énergétique dans une zone semi-aride. Nous avons pris en considération les points suivants:

L'environnement immédiat, conditions environnementales et l'aspect général du bâtiment.

Condition environnementale

- L'implantation et l'orientation par rapport à l'ensoleillement :

Nous avons orienté notre projet selon l'axe nord-sud pour profiter au maximum des apports solaires pendant l'hiver. Nous avons créé des masques naturels (des arbres) pour minimiser la pénétration des rayons solaires pendant l'été

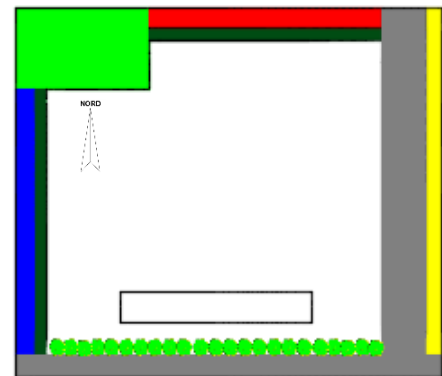


Figure III.31. Orientation de l'équipement par rapport à l'ensoleillement
Source : Auteur

- L'implantation et l'orientation par rapport au vent :

D'une part, le volume principal de notre projet est placé face au vent d'hiver afin de protéger le site. D'autre part, nous avons créé des barrières naturelles face au vent d'été afin de les rafraîchir et ventiler notre parcelle.

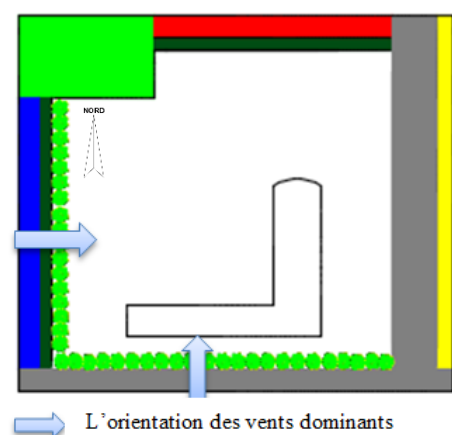


Figure III.32. Direction des vents dominants
Source : Auteur

L'implantation par rapport au l'environnement immédiat

L'idée mère dans notre conception était de faire participer et ouvrir le projet vers l'esplanade qui est le centre du complexe culturel (théâtre, bibliothèque, musée d'histoire) toute en garantissant une harmonie d'ensemble. Ainsi, nous voulons animer la façade urbaine, profiter des vues panoramiques offertes par le voisinage et créer un élément d'appelle à la culture

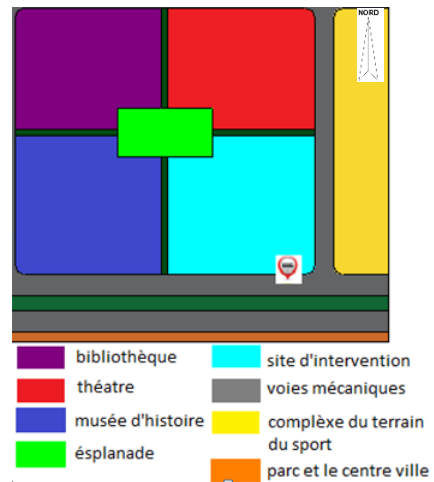


Figure III.33. L'environnement immédiat de l'équipement

Source : Auteur

L'alignement :

-Afin d'assurer une meilleure intégration urbaine, le bâtiment s'est aligné sur les deux boulevards. Nous avons traité également l'angle, issu de l'intersection de ces deux boulevards, et ajouté un volume cylindrique subissant une transformation pour qu'il soit l'élément principal de notre projet.

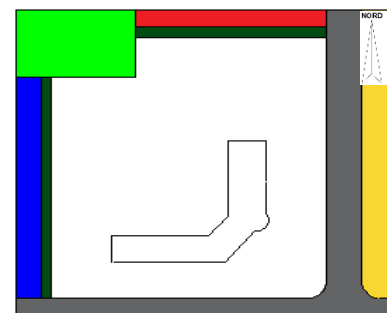


Figure III.34. L'alignement urbain du projet

Source : Auteur

L'aspect général du bâtiment

Compacité :

Nous avons utilisé des volumes compacts collé l'un à l'autre mais leur agencement donne une forme allongée adaptée aux conditions extérieures (vents, ensoleillement, accessibilité, etc.) et aux exigences des espaces intérieurs (éclairage naturel, vue vers l'extérieur, lisibilité, etc.).

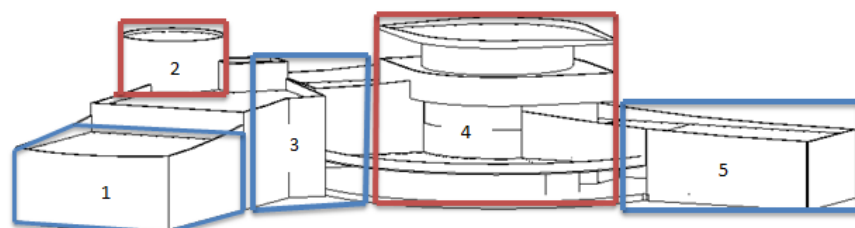


Figure III.35. La volumétrie du projet

Source : Auteur

III.4.1.2. Différents accès au projet

Notre projet contient plusieurs accès, à savoir

- Accès mécanique, côté voie artère afin d'éviter l'encombrement.
- Accès piéton, côté voie principale tout en orientant le flux vers l'esplanade
- Accès secondaires, côté autres voies artères.

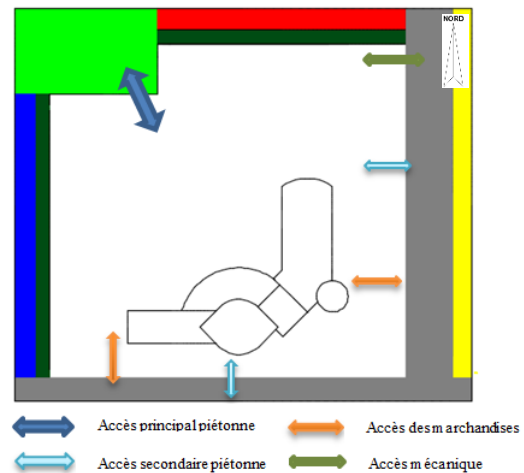


Figure III.36. Les différents accès au site
Source : Auteur

III.4.1.3. Gabarie du projet

Le gabarit de notre projet varié de RDC à R+4 avec un sous-sol réservé au parking.

La hauteur maximale de notre bâtiment est de 19.55 m.

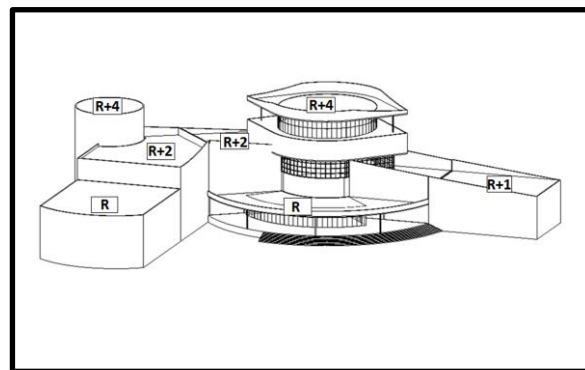


Figure III.37. Gabarie du projet
Source : Auteur

III.4.2. Concepts liés au programme

III.4.2.1. Organisation fonctionnelle des entités

Notre projet est destiné à accueillir des différentes fonctions telles que : la communication, la gestion du musée, maintenance, loisir et détente, l'exposition et l'accueil. Elles sont déposées de la manière suivante:

- L'entité de communication, décomposée en deux parties, l'une côté voie structurante et l'autre côté voie artère, ces parties sont en relation.
- L'entité de gestion, côté voie secondaire pour avoir un accès indépendant.
- L'entité de loisir et détente est placée à

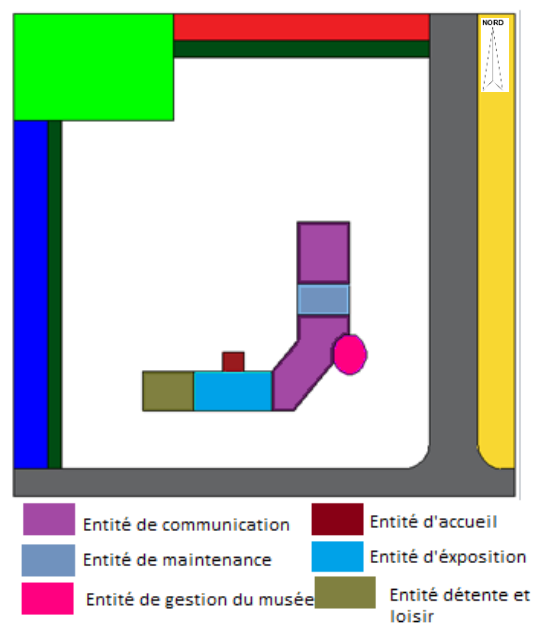


Figure III.38. Organisation fonctionnelle des entités
Source : Auteur

proximité de l'entité d'exposition afin de profiter des vues panoramiques vers le parc.

III.4.2.2. Affectation spatiale des fonctions

Chaque entité est divisée en sous fonctions, destinées à accueillir différentes activités complémentaires. Elles sont réparties de manière suivante:

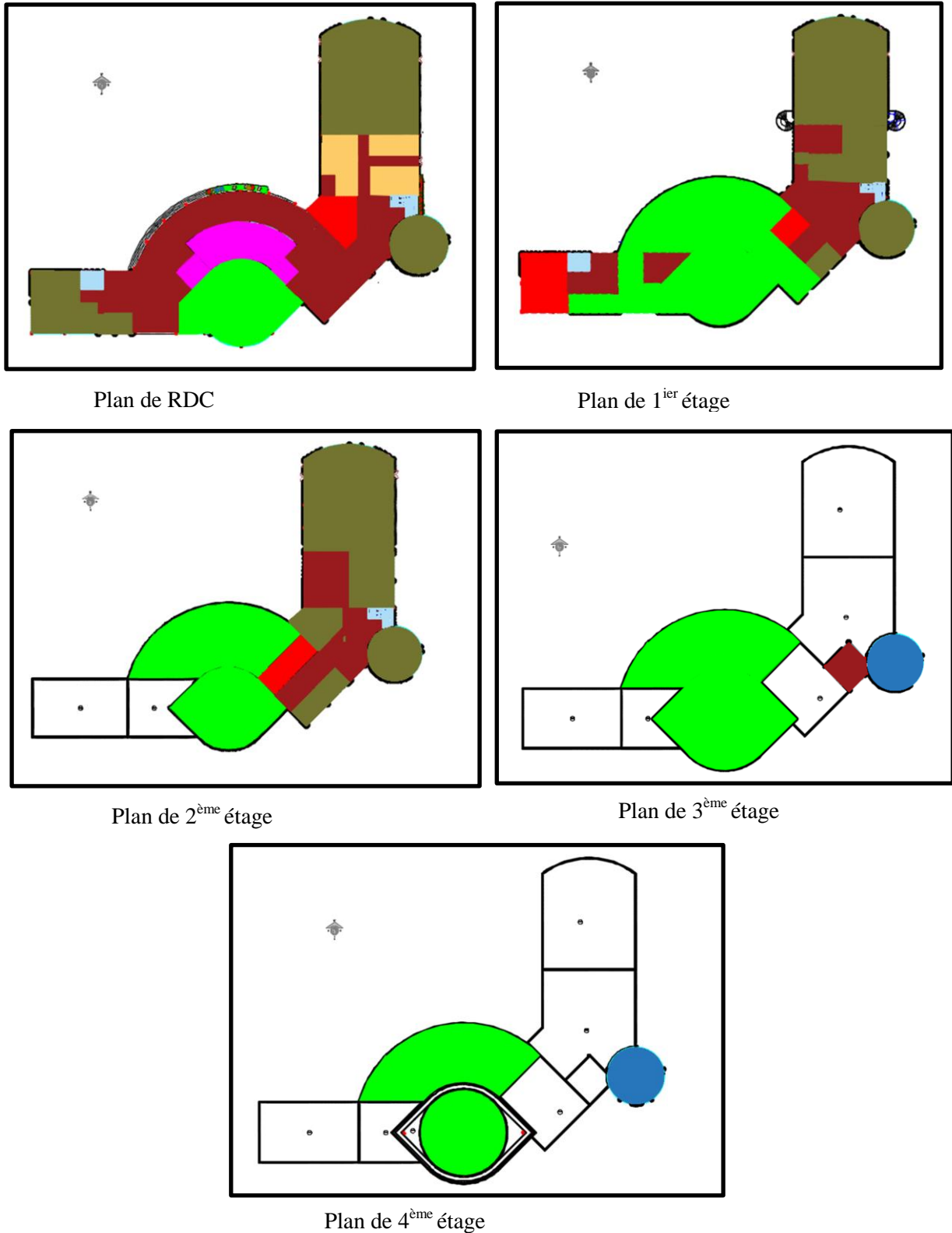


Figure III.39. Disposition des fonctions dans les différents niveaux
Source : Auteur

Exposition : exposition permanente, exposition temporaire, jardin de sculpture
Dépôts.

Accueille : coin de réception, poste police, coin d'information, 2 coin pour achat les billets, coin de réservation.

Communication : auditorium, médiathèque, salle de formation, bibliothèque, 2salle de réunion, 3laboratoire de restaurations, 3ateliers de maintenances.

Détente et loisirs : coin d'attente, restaurant, cafétéria, boutique, chambres froides, garderie.

Gestion : bureau de directeur, secrétariat, bureau spécialisé, salle de réunion, bureau de comptable, télésurveillance.

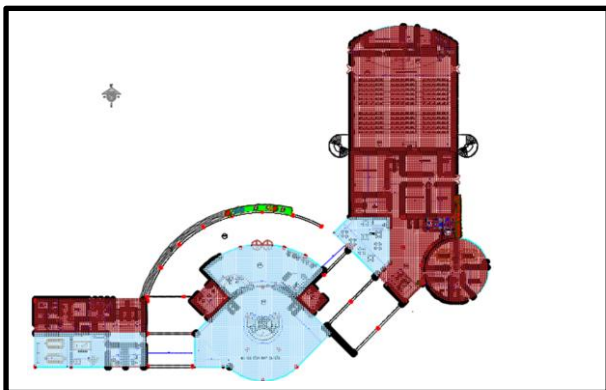
Maintenance : des locaux techniques, salle de maintenance.

III.4.2.3. Agencement des espaces

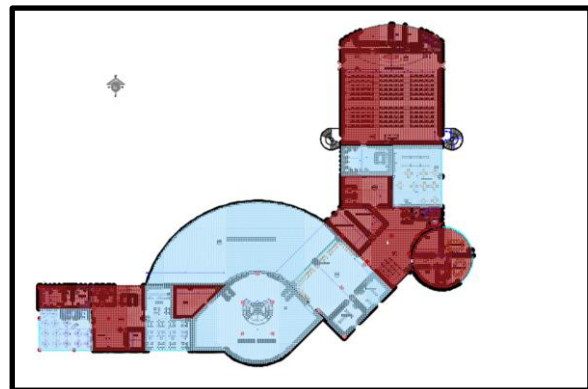
Les espaces sont divisées en deux, des espaces qui en besoin de l'ensoleillement et des espaces tombons qui nécessite pas un ensoleillement

Les espaces ensoleillés sont : les salles d'expositions, les salles de lectures, les salles d'informatiques, restaurant, la cuisine, réception, les espaces détentes...

Les espaces tombons sont : les dépôts, les ateliers, laboratoires de restaurations, rayonnages, les escaliers, les sanitaires....



Plan de RDC



Plan de 1^{er} étage

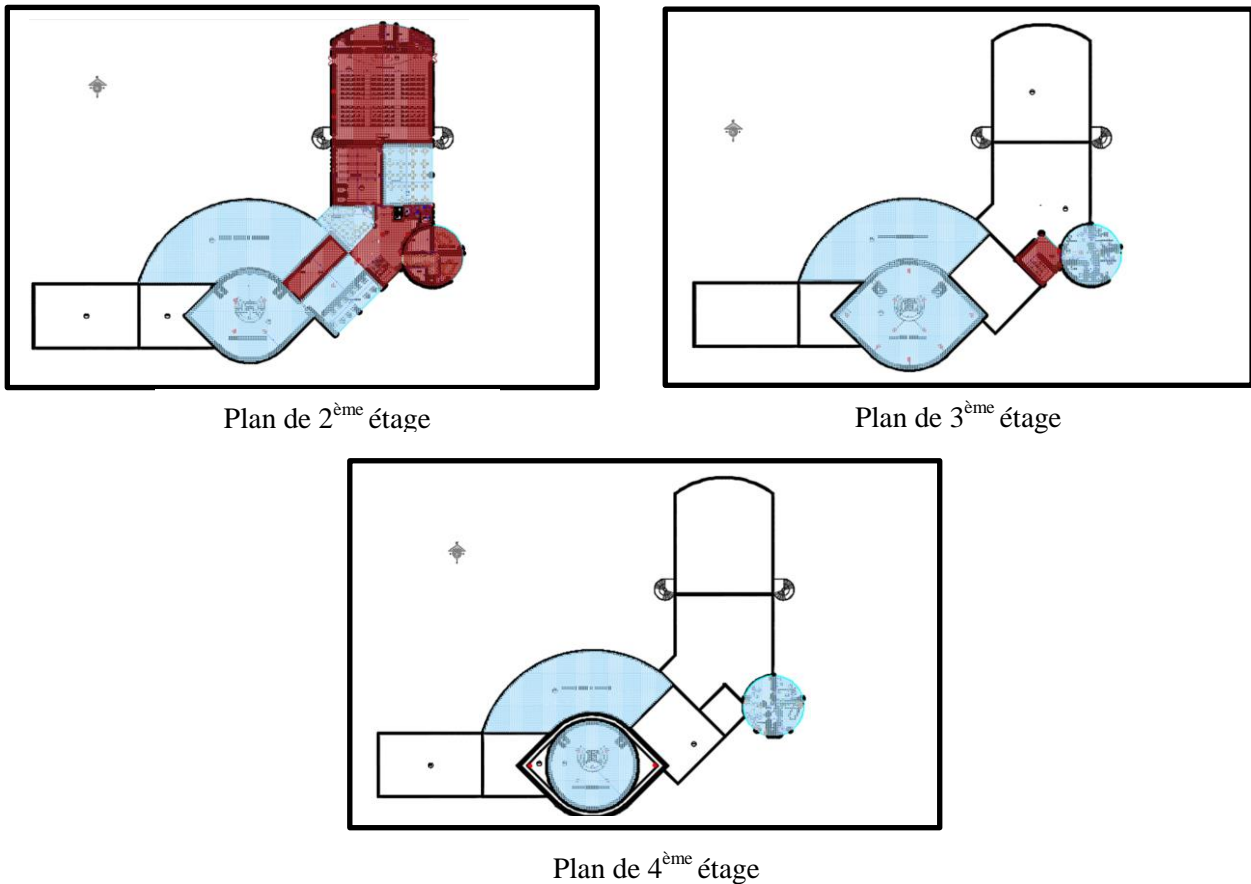


Figure III.40. Affectation des espaces dans les différents niveaux
Source : Auteur

III.4.3. Concepts architecturaux

III.4.3.1. Expression des façades

Nous avons essayé d'assurer l'équilibre entre le plein et le vide des façades

- La façade sud est traitée par des murs végétalisés et le bois comme des brises de soleil



Figure III.41. Traitement de la façade sud
Source : Auteur

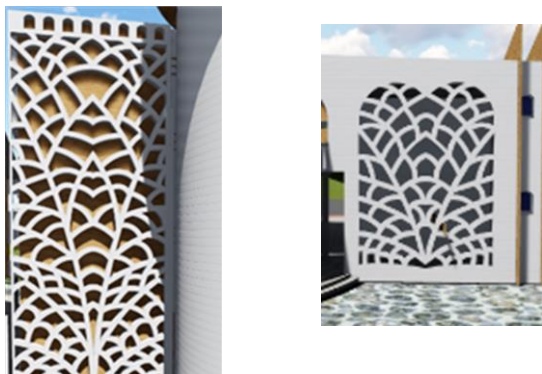


Figure III.42. Les moucharabiehs
Source : Auteur

- Création des moucharabiehs dans les côtés qui contiennent des escaliers.

-Création des murs fluides pour marquer la terminaison du grand bâtiment.



Figure III.43. Traitement de la façade nord
Source : Auteur

-Création des murs fluides pour marquer la terminaison du grand bâtiment.

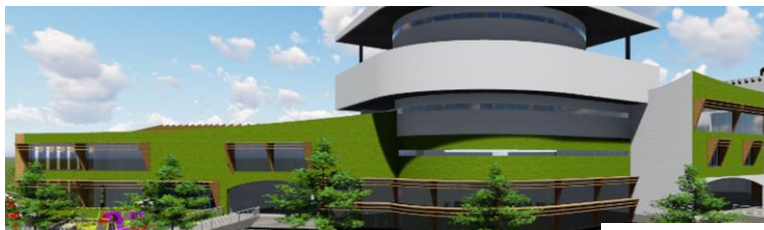


Figure III.44. La fluidité dans les murs
Source : Auteur



-Le traitement de volume cylindrique dans le coté Est est fait par le vitrage et le bois (comme des brises de soleil).

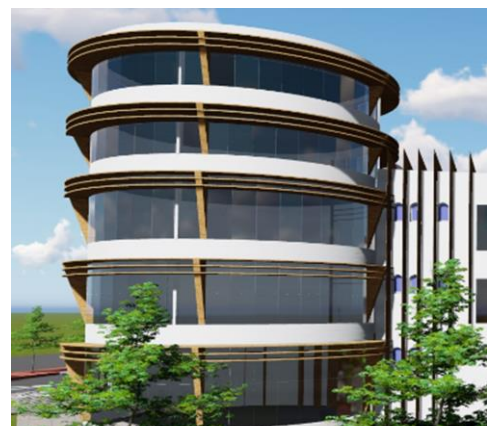


Figure III.45. Le traitement du volume cylindrique
Source : Auteur

III.4.3.2. Aménagement de l'espace extérieur

- Création des jardins et des espaces verts dans les côtés Est et Sud, et implanté des arbres dans le côté ouest comme des isolants et des barrière pour assurer le confort acoustique, thermique et olfactifs et crée l'ombrage dans la période estivale
- Création des espaces extérieurs pour l'exposition des végétations pour assurer la continuité fonctionnelle entre notre projet et le musée d'histoire.
- Implantation des arbres dans le côté ouest pour diminuer la vitesse des vents dominants

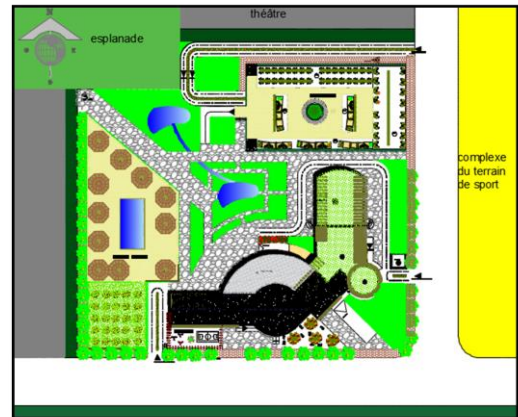


Figure III.46. L'environnement immédiat de l'équipement
Source : Auteur

III.4.4. Concepts structurels et techniques

III.4.4.1. Logique structurelle et choix du système constructif

Le choix du système constructif de notre projet dépend de plusieurs facteurs notamment la transparence, la flexibilité et la fluidité, et le parcours muséal que nous voulons assurer. Le système constructif le plus pertinent et qui a des avantages et qui répond aux exigences structurelles et spatiales de notre projet et la structure mixte (béton + acier).

Type de poteau

Les poteaux mixtes présentent de nombreux avantages une section transversale de faibles dimensions extérieures peut reprendre des charges très élevées.

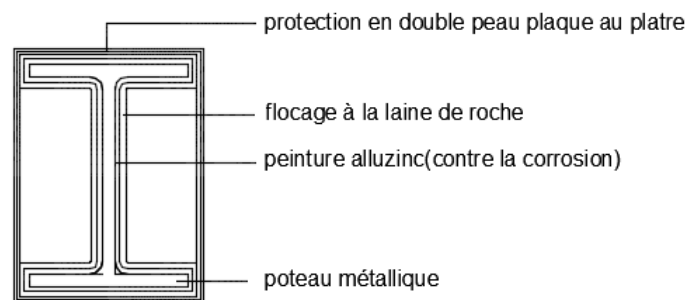


Figure III.47. Protection de la structure contre le feu
Source : Auteur

Type de poutre

Les poutres utilisées sont de type IPE alvéolaires dont les porteuses sont dans le sens longitudinal de la portée. Ces poutres assurent les portées exigées par la trame et garantissent la stabilité de l'ouvrage.

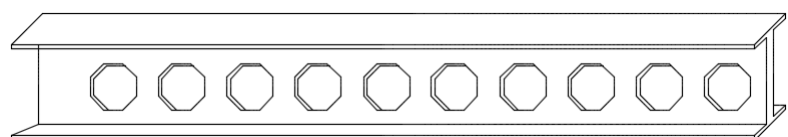


Figure III.48. Poutre alvéolaire
Source : Auteur

Système de liaison

Il existe plusieurs types d'assemblage entre poteau et poutre, pour notre projet nous avons choisi le système de liaison par plaque d'about. Cette dernière qui est une platine soudée à l'extrémité de la poutre sur laquelle y'a des réservations pour le boulonnage avec le poteau.

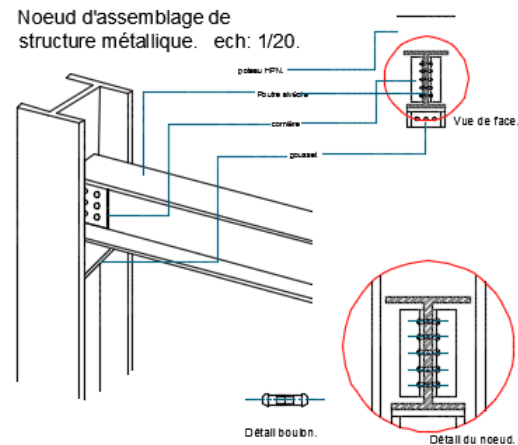


Figure III.49. Liaison poteau poutre
Source : Auteur

Types de planchers

Nous avons utilisé un plancher collaborant, ce type de dalle consiste à associer deux matériaux pour qu'ils participent ensemble, par leur «collaboration », à la résistance à la flexion. Ces planchers associent une dalle de compression en béton armé à des bacs nervurés en acier galvanisé travaillant en traction comme une armature.

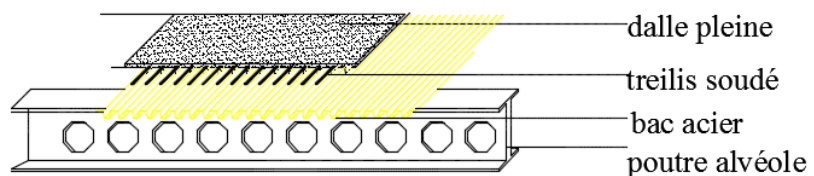


Figure III.50. Détail dalle collaborant
Source : Auteur

III.4.4.2.Choix de matériaux de construction et les détails techniques

L'acier (la structure)

L'acier est un matériau très intéressant et recyclable à l'infini, respectueux de l'environnement. Il peut supporter le poids de plusieurs étages et possède une faible inertie thermique.

La brique de chanvre(les murs extérieurs et intérieurs)

La brique de chanvre est fabriquée à partir de chènevotte et de liants hydrauliques naturels (chaux).Sa forte densité (300kg/m³) permet à la brique de chanvre d'atteindre la valeur de référence de la RT2005 dès 20cm (Résistance thermique de 2,5K/w). Pour atteindre les mêmes résultats avec le béton cellulaire, il faut 25cm d'épaisseur, et 30cm pour la terre cuite.



Figure III.51. Brique de chanvre
Source : MATE, 2015

La brique de chanvre a ses caractéristiques spécifiques très intéressantes au niveau de l'isolation phonique et thermique, de l'élasticité et du faible coût d'énergie à la fabrication.

Couleur

Plus la couleur est claire, plus la réflexion est importante. En climat chaud, les couleurs claires en façade offrent une meilleure protection des parois au soleil. (Un mur ouest peint en blanc réfléchit 70 à 80% du rayonnement solaire reçu.) Donc la couleur choisie pour mon projet est : blanc

III.4.5. Autres techniques liées à la performance énergétique

Eco-gestion

L'énergie renouvelable

Nous avons exploiter l'énergie solaire pour alimenter notre projet et couvrir leur besoin de l'électricité, le chauffage, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage... par l'implantation des panneaux solaires photovoltaïques dans la toiture du musée qui sont orientés vers le sud.



Figure III.52. Panneaux solaires photovoltaïques
Source : Traité par l'auteur

Gestion déchets d'activités

Nous proposons le tri sélectif des déchets de notre projet. ces déchets vont être recyclés dans les centres d'enfouissement technique de la ville.



Figure III.53. Des laboratoires de restaurations
Source : Traité par l'auteur

Gestion de l'eau

- Par l'implantation des installations pour exploitation de l'eau pluviale.
- Les eaux pluviales sont récupérées et stockées dans des citernes, installées dans le sous-sol.



Figure III.54. Gestion de l'eau
Source : MATE, 2015

-Prévoir des revêtements perméables au niveau des voies pour permettre l'infiltration des eaux pluviales.

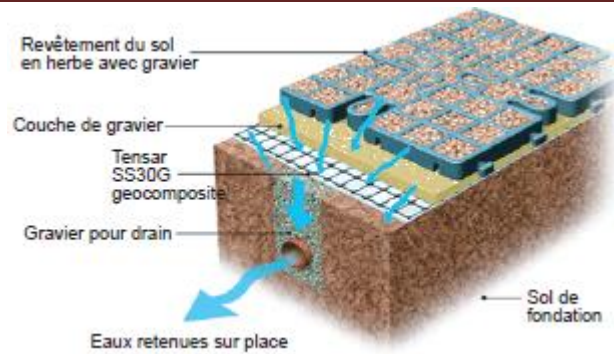


Figure III.55. Gestion de l'eau pluviale
 Source : MATE, 2015

Le confort

Le confort thermique, acoustique, visuel et olfactif seront assurés par:

- Des isolants
- Des murs végétalisés et terrasses jardins pour assurer le confort thermique et acoustique.
- L'éclairage naturel
- Des barrières végétalisés pour diminuer le bruit et créer le microclimat.
- Des vues panoramiques, des expositions extérieures des espaces verts, esplanades, jardins terrasses, la position des ouvertures, la qualité du sol, participent à l'amélioration du confort visuel.

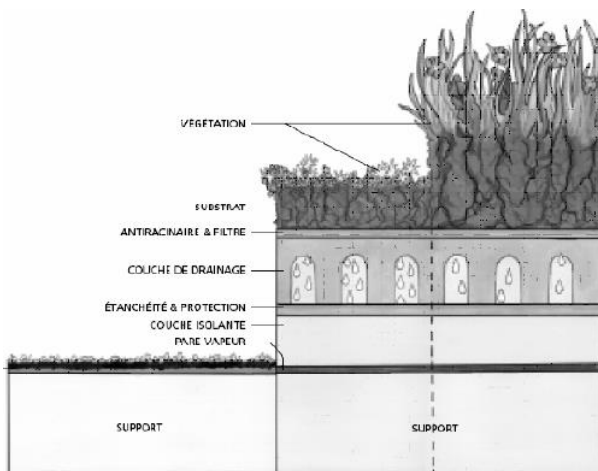


Figure III.56. Détail de la terrasse jardin
 Source : Traité par l'auteur

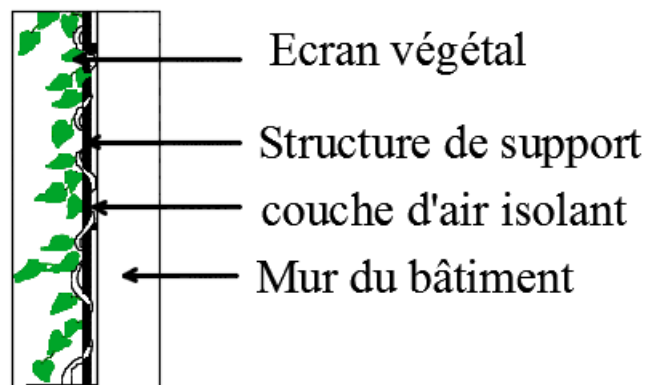


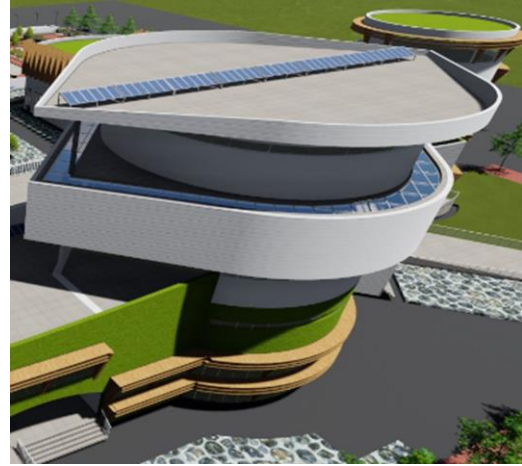
Figure III.57. Détail du mur végétalisé
 Source : Traité par l'auteur

-Des moucharabiehs pour la ventilation naturelle et la réduction des apports solaires

- Des brises de soleil, des avants toits placés dans les côtés : Est, ouest et sud afin d'avoir de l'ombre.



Figure III.58. Traitement des façades par des conditions sanitaires
Source : Traité par l'auteur



III.5.Evaluation de la performance énergétique du musée

| Thématiques principale | Famille | Indicateur | Vérification de l'indicateur | Appréciation | Notation | Moyenne de chaque famille |
|------------------------|-------------------|--|------------------------------|-----------------|----------|---------------------------|
| HPE+HQE | Eco- Construction | L'implantation et l'orientation | ↑ | Performant | 2 | 9/5=1.8 |
| | | Plan compact | ↑ | Base | 1 | |
| | | L'agencement des espaces | ↑ | Performant | 2 | |
| | | Matériaux | ↑ | Performant | 2 | |
| | | Isolant | ↑ | Performant | 2 | |
| | Eco-gestion | Les ouvertures | ↓ | Performant | 2 | 26/13=2 |
| | | Végétation | ↑ | Très performant | 3 | |
| | | Brise de soleil | ↑ | Très performant | 3 | |
| | | Chauffage passive | ↑ | Performant | 2 | |
| | | Ventilation naturelle | ↑ | Base | 1 | |
| | | Eclairage naturelle | ↑ | Performant | 2 | |
| | | Ventilation | ↑ | Performant | 2 | |
| | | Production chauffage | ↑ | Performant | 2 | |
| | | Production d'ECS | ↑ | Base | 1 | |
| | | Cout des énergies | ↓ | Performant | 2 | |
| | | L'utilisation de l'énergie renouvelable. | ↑ | Performant | 2 | |
| | | Gestion déchets d'activité | ↑ | Performant | 2 | |
| | | Gestion de l'eau | ↑ | Performant | 2 | |

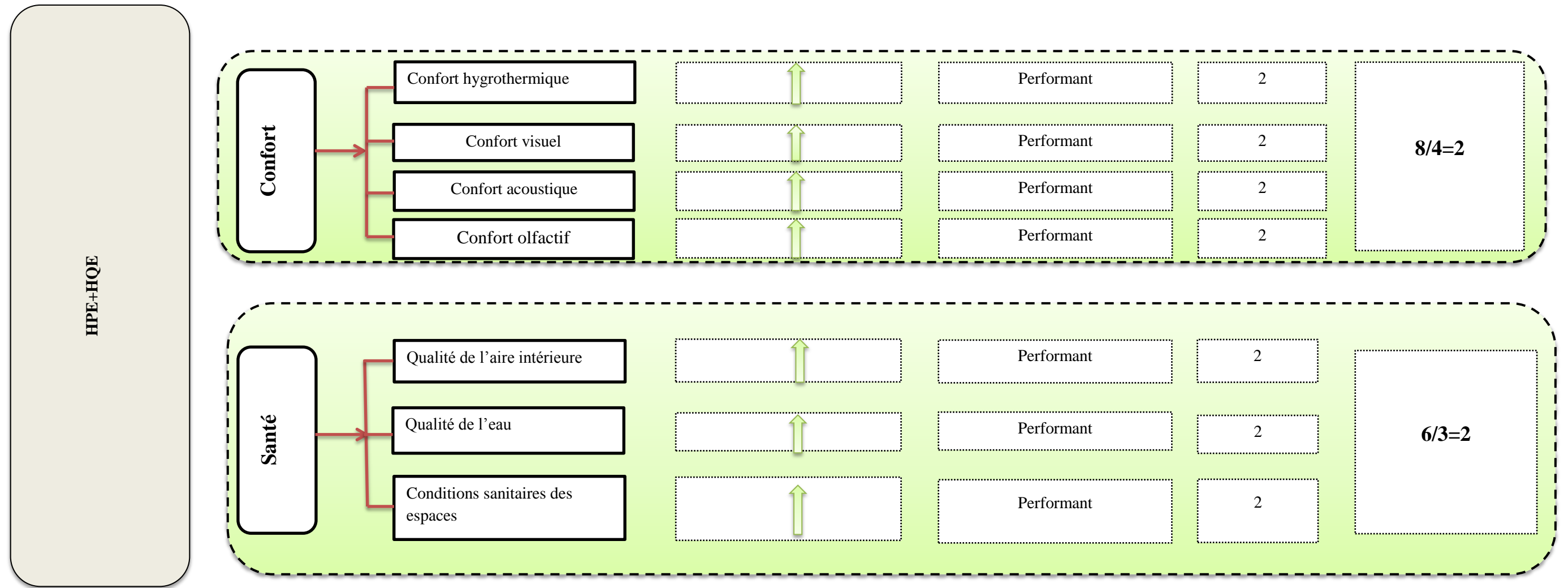


Tableau III.6. Evaluation du projet
Source : Traité par l'auteur

Grille d'évaluation :

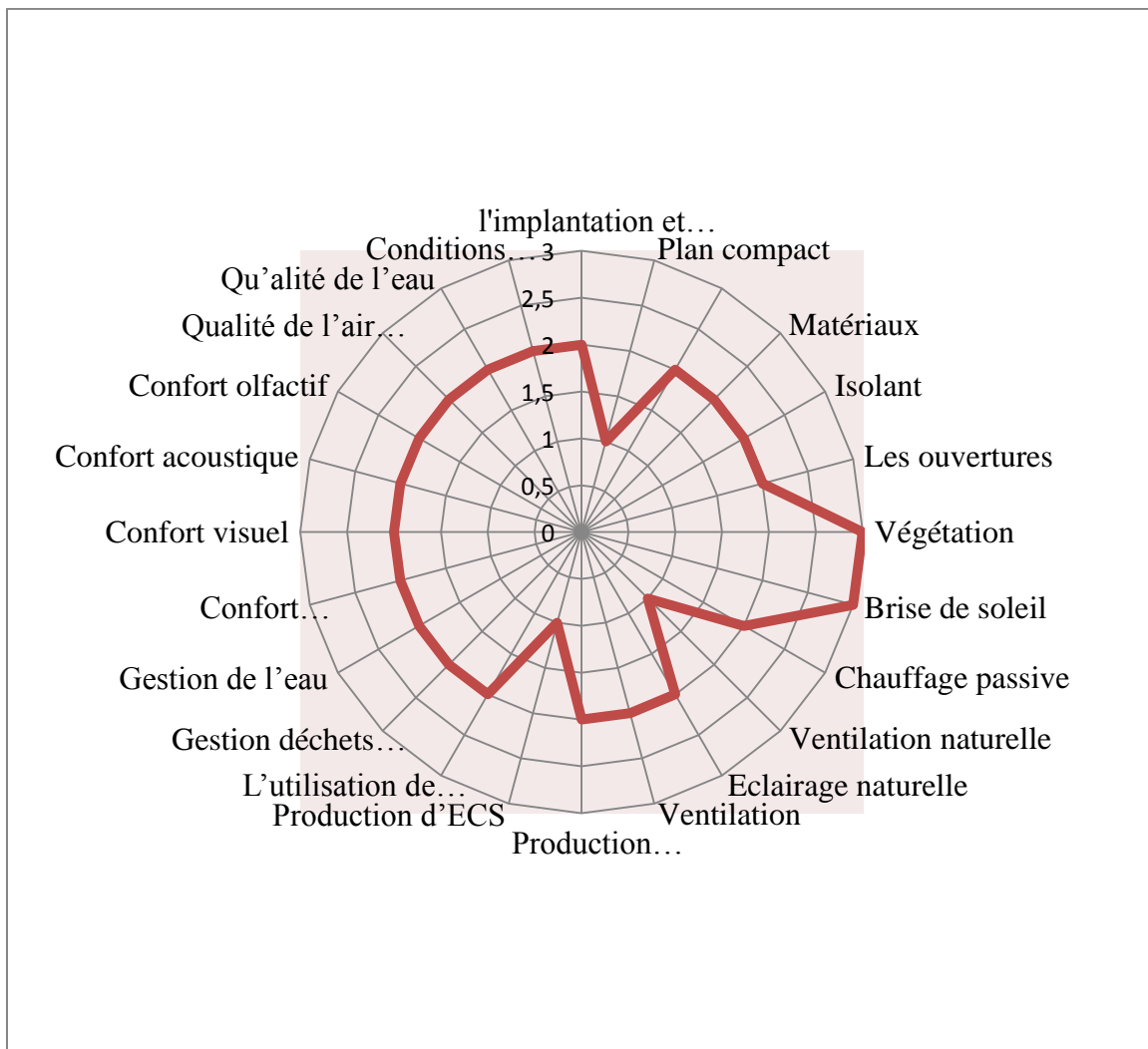


Figure III.59. Grille d'évaluation

Source : Traité par l'auteur

Le résultat de l'évaluation :

Nous avons voulu à la fin de faire l'évaluation à notre projet dans la ville nouvelle de Boughezoul, que ce dernier est classer dans le niveau performant. $(2+1.8+2+2=1.95)$

Conclusion :

Nous avons voulu à travers notre analyse urbaine à la ville nouvelle de Boughezoul et notre aire d'intervention les aspects urbains et les principes d'aménagements et surtout leurs climat qui caractérisé par la plus grande périodes de surchauffe ou l'inconfort est fortement ressenti et nous avons connu à travers l'analyse d'AFOM les points fortes et faible de la ville et l'aire d'intervention pour assurer le meilleur implantation et le meilleur fonctionnement urbain avec l'intégration des critères de la haute performance énergétique. Qui donne à la fin un projet performant.

Conclusion générale :

La minimisation de la consommation énergétique et la réduction des gaz à effet de serre dans le secteur de bâtiment passe par la conception et la réalisation des bâtiments à performance énergétique.

L'objectif principale de ce travail après de la détermination les critères de la performance énergétique d'un bâtiment est montre l'importance de la prise en compte de l'énergie lors de la conception et la réalisation du projet.

En effet, l'assemblage des deux approches de la haute qualité environnemental et l'approche qui développé par Semahi, 2013 dans cette recherche a permet de visualiser le système énergétiques et la qualité de vie surtout dans le coté de confort.

Pour que la conception devienne utile, elle doit prendre en considération l'aspect environnemental en général et l'aspect énergétique en particulier dans la conception du bâtiment.

Pour cela nous avons fait l'analyse de la ville nouvelle de Boughezoul et notre aire d'intervention qui son classé dans les zones de type aride moyen et nous avons connu à travers cette analyses les points forts et faible pour une meilleur implantation du projet

Et à la fin nous avons arrivé à évaluer notre projet qui est classé dans le niveau performant et donc notre hypothèse et vérifier.

Et comme contrainte, le rarement des recherches sur la performance énergétique dans les zones semi-aride dans l'Algérie avec la difficulté d'accédé au site officiel de l'énergie en Algérie Pour cala les documents utilisés dans ce travail sont étrangers.

En perspective, nous envisageons de compléter ce travail par l'évaluation de la performance énergétique par la méthode de simulation numérique à l'aide des logiciels informatiques afin d'enrichir et chercher d'autre solution afin d'atteindre le niveau très performant et évaluer ce travail pratiquement sur le terrain par les étudiants et les architectes.

Et aussi faire ce travail sur les autres zones climatiques en Algérie (arides et humides) pour donner les solutions adéquates concernent les bâtiments à performance énergétique pour arriver à donner une guide algérienne unie de chaque zone climatique qui aide les architectes a la conception et la réalisation des bâtiments performant.

Table de figures :

| | |
|--|----|
| Figure I.1. Méthodologie et structuration du mémoire..... | 05 |
| Figure II.1 : Schéma d'évolution du concept de la performance énergétique..... | 08 |
| Figure II.2 : Zones aride et semi-aride dans le monde..... | 12 |
| Figure II.3. Schéma des critères de la performance énergétique d'un bâtiment..... | 13 |
| Figure II.4: l'effet de l'ensoleillement sur une maison..... | 14 |
| Figure II.5 : L'agencement des espaces dans un logement..... | 15 |
| Figure II.6 : Pont thermique d'un plancher..... | 16 |
| Figure II.7: Double vitrage peu émissif..... | 16 |
| Figure II.8 : Conception d'une maison performante..... | 17 |
| Figure III. 9: VMC double flux couplée à un puits canadien..... | 19 |
| Figure II.10. L'énergie éolienne..... | 21 |
| Figure II.11: Pompe à chaleur..... | 21 |
| Figure.12: L'énergie de biomasse..... | 21 |
| Figure II.13 : L'énergie solaire..... | 21 |
| Figure II.14. Des installations pour l'eau pluviale..... | 23 |
| Figure II.15. L'échanges thermiques entre le corps humain et l'environnement..... | 23 |
| Figure II.16. L'évolution parallèle entre la concentration en CO ₂ et l'intensité des odeurs..... | 24 |
| Figure II.17. Acarien..... | 24 |
| Figure II.18 : Vue aérienne sur le parc..... | 28 |
| Figure II.19 : L'implantation de parc dans le site..... | 28 |
| Figure II.20 : Panneaux photovoltaïques..... | 28 |
| Figure II.21 : L'installation des panneaux solaires..... | 28 |
| Figure II.22. Renouvellement d'air dans le bâtiment..... | 29 |
| Figure II.23. L'implantation de parc par rapport..... | 29 |
| Figure II.24 : Les espaces verts..... | 29 |
| Figure II.25. Végétations dans l'intérieur..... | 30 |
| Figure II.26. Le confort intérieur..... | 30 |
| Figure II.27. L'ouverture de l'intérieure sur l'extérieure..... | 30 |
| Figure II.28 .Traitement des façades..... | 31 |
| Figure II.29 .Vue aérienne sur le bâtiment..... | 33 |
| Figure II.30 .La volumétrie du bâtiment..... | 33 |
| Figure II.31 .Escalier en bois..... | 33 |

| | |
|---|----|
| Figure II.32 .Structure en bois..... | 33 |
| Figure II.33 .Panneau préfabriqué en bois..... | 34 |
| Figure II.34 .Des cheminés pour la ventilation..... | 34 |
| Figure II.35 .L'installation des chaudières..... | 34 |
| Figure II.36 .Le confort dans l'intérieur..... | 35 |
| FigureIII.1. Limites administratives de Boughezoul..... | 38 |
| FigureIII.2. Contexte régionale de Boughezoul..... | 39 |
| FigureIII.3. Contexte communal de Boughezoul..... | 39 |
| FigureIII.4. Limite géographique de Boughezoul..... | 39 |
| FigureIII.5.Nature de sol de Boughezoul..... | 40 |
| FigureIII.6. L'accessibilité de Boughezoul..... | 40 |
| FigureIII.7. Le climat de Boughezoul..... | 40 |
| FigureIII.8. Direction des vents..... | 41 |
| Figure.III.9. vue générale sur la ville..... | 41 |
| Figure.III.10. : Plan d'occupation du sol..... | 43 |
| Figure.III.11 : Localisation des logements..... | 44 |
| Figure.III.12 : Localisation des commerces et bureau..... | 44 |
| Figure.III.13 : Localisation d'industries de pointe..... | 44 |
| FigureIII.14: Localisation des équipements publique..... | 45 |
| FigureIII.15 : Localisation des parcs et les espaces verts..... | 45 |
| FigureIII.16 : Réserve foncière en bordure du lac..... | 45 |
| FigureIII.17 : Classement des voies..... | 45 |
| FigureIII.18 : Réseaux de voies cyclables et de chemins..... | 46 |
| FigureIII.19 : Lignes d'autobus et zones de service..... | 47 |
| FigureIII.20 : Vue sur le lac..... | 47 |
| FigureIII.21: Localisation des parcs..... | 47 |
| FigureIII.22 : Système d'épuration..... | 48 |
| FigureIII.23: Localisation station de la dépuraton..... | 48 |
| FigureIII.24 : Plan de répartition des quartiers..... | 50 |
| FigureIII.25. L'accessibilité auteur de l'assiette..... | 50 |
| FigureIII.26. plan d'exploitation des lignes autobus..... | 51 |
| FigureIII.27 :L'environnement immédiat..... | 51 |
| FigureIII.28 : Morphologie du site..... | 52 |
| FigureIII.29. plan d'organisation de paysages panoramique..... | 52 |

| | |
|--|----|
| Figure.III.30. Schéma des différentes fonctions du musée..... | 56 |
| Figure III.31. Orientation de l'équipement par rapport l'ensoleillement..... | 58 |
| Figure III.32. Direction des vents dominants..... | 58 |
| Figure III.33. L'environnement immédiat de l'équipement..... | 59 |
| Figure III.34. L'alignement urbain du projet..... | 59 |
| Figure III.35. La volumétrie du projet..... | 59 |
| Figure III.36. Les différents accès au site..... | 60 |
| Figure III.37. Gabarie du projet..... | 60 |
| Figure III.38. Organisation fonctionnel des entités..... | 60 |
| Figure III.39. Disposition des fonctions dans les différents niveaux..... | 61 |
| Figure III.40. Affectation des espaces dans les différents niveaux..... | 63 |
| Figure III.41. Traitement de la façade sud..... | 63 |
| Figure III.42. Les moucharabiehs..... | 63 |
| Figure III.43. Traitement de la façade nord..... | 64 |
| Figure III.44. La fluidité dans les murs..... | 64 |
| Figure III.45. Le traitement du volume cylindrique..... | 64 |
| Figure III.46. L'environnement immédiat de l'équipement..... | 65 |
| Figure III.47. Protection de la structure contre le feu..... | 65 |
| Figure III.48. Poutre alvéolaire..... | 65 |
| Figure III.49. Liaison poteau poutre..... | 66 |
| Figure III.50. Détail dalle collaborant..... | 66 |
| Figure III.51. Brique de chanvre..... | 66 |
| Figure III.52. Panneaux solaires photovoltaïques..... | 67 |
| Figure III.53. Des laboratoires de restaurations..... | 67 |
| Figure III.54. Gestion de l'eau..... | 67 |
| Figure III.55. Gestion du l'eau pluviale..... | 68 |
| Figure III.56. Détail de la terrasse jardin..... | 68 |
| Figure III.57. Détail du mur végétalisé..... | 68 |
| Figure III.58. Traitement des façades par des conditions sanitaires..... | 69 |
| Figure III.59. Grille d'évaluation..... | 72 |

Table des abréviations

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

AFOM : Atouts, Faiblesse, Opportunité, Menace

BBC : Bâtiment Basse Consommation

CES : Coefficient d'Emprise au Sol

CFC :ChloroFluoroCarbures (Cubique à Faces Centrées)

COS : Coefficient d'Occupation des Sols

DTU : Document Technique Unifié

ECS : Eau Chaude Sanitaire

EnR : Energies Renouvelables

FEM : le Fonds pour l'Environnement Mondial

HCFC : Hydro ChloroFluoroCarbures

HPE : Haute Performance Energétique

HPE EnR : Haute Performance Energétique et Environnementale

HQE : Haute Qualité Environnementale

MATE : Ministère d'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et du Tourisme

PET : Poly Téréphtalate d'Éthylène

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

PVC :PolyChlorure de Vinyle

RN : Route Nationale

RT : Règlementation Thermique

SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

SNAT : Schéma National d'Aménagement du Territoire

THPE : Très Haute Performance Energétique

VMC : Ventilation Mécanique Contrôlé

VNAC : Ventilation Naturelle Assistée et Contrôlée

Table des tableaux :

| | |
|--|----|
| TableauII.1.Evaluation du projet..... | 21 |
| Tableau.III.1.Plan d'occupation du sol..... | 45 |
| Tableau.III.2.Risques naturelles..... | 50 |
| Tableau.III.3.Logique d'AFOM..... | 53 |
| Tableau.III.4.Synthèse d'AFOM..... | 55 |
| Tableau.III.5.programme quantitatif du projet..... | 57 |
| Tableau.III.6.Evaluation du projet..... | 72 |

III.2. Analyse thématique des musées

III.2.1. Définition des quelques concepts

III.2.1.1. Définition du musée

Lieu où sont conservées et exposées des collections à valeur artistique ou didactique¹

2- « Le musée est une institution permanente sans but lucratif, au service de la société et son développement, ouverte au Public » **Georges Henri**

Et **Selon l'ICOM « International conseil of muséums»**

Le musée est une institution permanente, sans but lucratif, au service de la société et de son développement, ouverte au public et qui fait des recherches concernant les témoins matériels de l'homme et de son environnement, acquiert ceux-là, les conserve, les communique et notamment les expose à des fins d'études, d'éducation et de délectation².



Figure III.1. Salle d'exposition
Source : <http://www.etabli.org/>



Figure III.2. Salle d'exposition
Source : <https://www.google.dz>

III.2.1.2. Définition de la Muséologie³

La muséologie se rapporte aux sciences et aux techniques qui concourent à la conservation, au classement, à la présentation d'œuvres et d'objets dans les musées. La muséologie est la science des musées. Son champ de recherche comprend l'histoire et la fonction sociale de cette institution. Elle étudie la conception et la réalisation du musée jusqu'à son architecture (création spécifique ou réutilisation d'un bâtiment existant).

III.2.1.3. Définition de l'Art⁴

1. Ensemble des œuvres esthétiques représentatives d'une civilisation, d'un pays, d'une époque, d'un courant ou d'un créateur particuliers

2. L'art est une activité humaine, le produit de cette activité ou l'idée que l'on s'en fait s'adressant délibérément aux sens, aux émotions, aux intuitions et à l'intellect. On peut dire que l'art est le propre de l'Homme, et que cette activité n'a pas de fonction pratique définie. On considère le terme "art" par opposition à la nature "conçue comme puissance produisant sans

¹ <http://www.linternaute.com/>

² <http://icom.museum/>

³ <http://www.larousse.fr/>

⁴ <https://www.olats.org>

réflexion "et à la science "conçue comme pure connaissance indépendante des applications".
Il semble toutefois que l'objectif de l'art soit d'atteindre le beau.

III.2. 2. Historique du musée dans le monde⁵

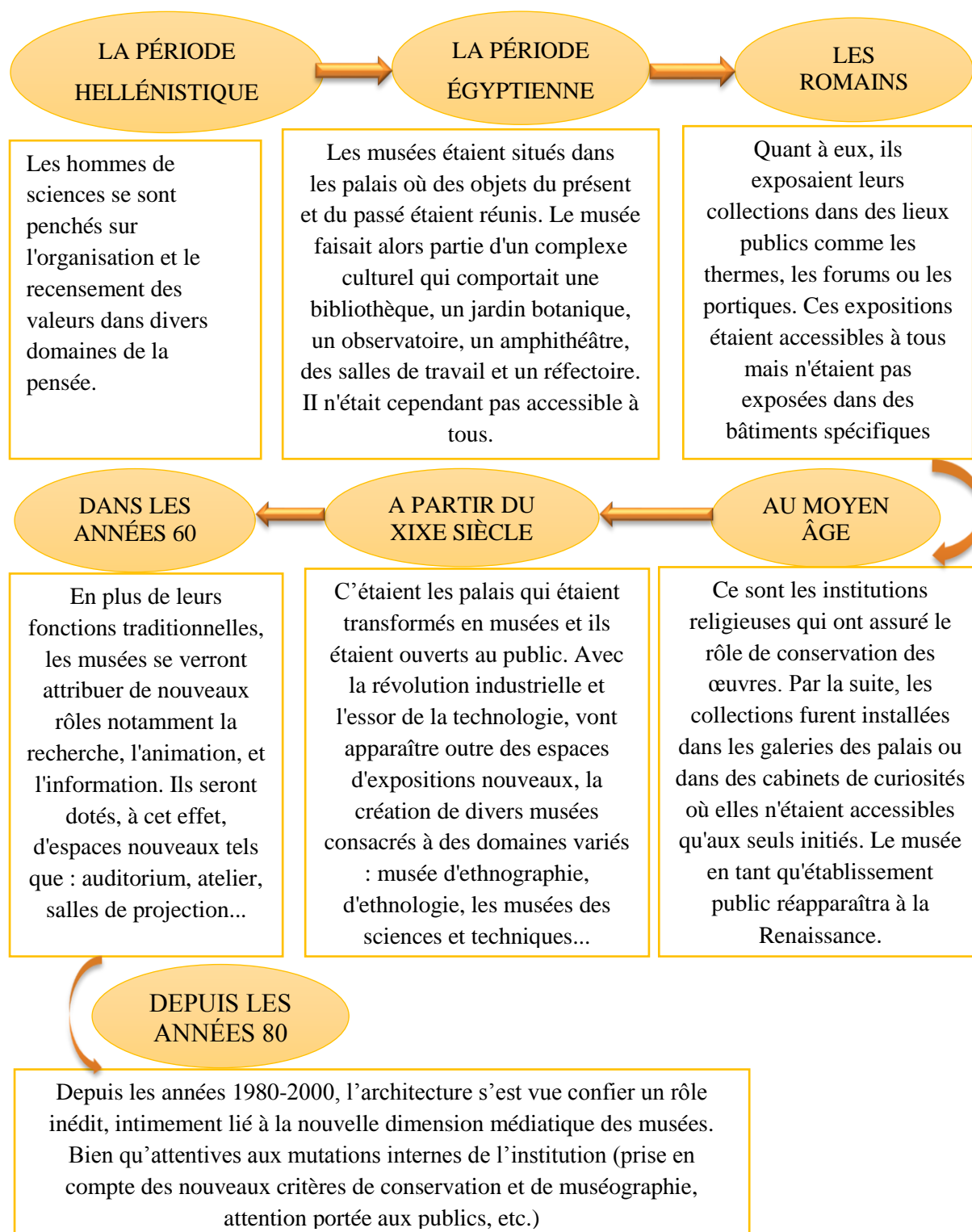


Figure III.3. schéma d'histoire du musée dans le monde

Source : adapté par l'auteur

⁵ www.cndp.fr/crdp-amiens/IMG/pdf/repere_1_histoire_des_musees.pdf
<http://archiloubna.e-monsite.com/>

III.2.3. Les types de musée

Il existe plusieurs types de musées, on peut les classer selon des facteurs déterminés :

III. 2. 3.1. Types de musées suivant la notion d'ouverture et de fermeture




| Le musée de type fermé | Le musée de type ouvert | Musées à ciel ouvert |
|--|--|---|
| Ce type de musée est caractérisé par une architecture opaque sa relation avec l'extérieure est réduite, l'attention est concentrée sur l'œuvre, deux modes d'organisation sont utilisées l'introversion et la centralité | Dont les caractéristiques est la transparence qui permet une lecture facile de l'édifice à partir de L'extérieure, et l'utilisation de la communication dans le mode de déplacement de public et dans la transition entre les différents espaces | Les musées à ciel ouvert tel que les sites archéologiques |
|  <p>Figure III.4. Musée de Guggenheim Source : http://www.routard.com/</p> |  <p>Figure III.5. Musée d'art contemporain Source : http://www.lapresse.ca/</p> |  <p>Figure III.6. Rome, un musée à ciel ouvert. Source : https://lavisejulie.wordpress.com</p> |

Tableau 1. Types de musées suivant la notion d'ouverture et de fermeture
Source : adapté par l'auteur

III.2.3.2. Types de musée suivant les parcours⁶




| Le type linéaire | Le type circulaire | Le type labyrinthique |
|---|--|---|
| ce type respecte un schéma de circulation obligatoire, le visiteur suit un parcours orienté et préétabli qui dessert les différentes Salles. | les musées de ce type sont organisés autour d'un espace central desservant les espaces d'expositions périphériques, permettant un libre itinéraire de visite. Exemple : le Guggenheim de new York. | Une série d'espaces différenciés, bien qu'enchaînés les uns aux autres, n'impose aucune contrainte de circulation. |
|  <p>Figure III.7. Musée d'Orsay Source : http://www.lemonde.fr/</p> |  <p>Figure III.8. Musée Guggenheim Source http://archive.chez.com/</p> |  <p>Figure III.9. Musée Fabre Montpellier Source : http://dehorslespetits.fr/</p> |

Tableau 2. Types de musée suivant les parcours
Source : adapté par l'auteur

⁶ <http://archiloubna.e-monsite.com/>





2.3.3. Types de musées suivant les expositions

| Musée universel (général) | Musée spécialisé |
|---|--|
| <p>C'est un musée regroupant plusieurs départements, qui ont chacun un thème différents (musée du Louvre, british Museum ...)</p>  <p>Figure III.10. The british Museum Source : http://www.archh.com/</p> | <p>Sont spécialisés sur un sujet ou sur un thème, les musées consacrés à une discipline particulière : l'histoire naturelle, les sciences, les arts décoratifs, la mode, etc.</p> <p>Les musées consacrés à un seul artiste, les musées consacrés à des œuvres originaires d'une même région géographique : par exemple les musées d'art asiatique ou ceux d'art africain.</p> <p>Les musées consacrés à une époque comme le musée d'Orsay (à Paris) qui expose des œuvres réalisées entre 1848 et 1914.</p> |

Tableau.3. Types de musée suivant les expositions

Source : adapté par l'auteur

Le musée spécialisé est divisé en :

| | | |
|-------------------------|--|---|
| Les musées de peinture | Les peintures sont les œuvres les plus courantes que l'on peut admirer dans un musée |  <p>Figure III.11. Roanne Musée Josef Déchelette. Source : http://www.alain-/</p> |
| Les musées de sculpture | Les sculptures sont nombreuses dans les musées d'art. Il peut s'agir d'œuvres de l'Antiquité ou de l'histoire postérieure d'un pays ou d'une région du monde |  <p>Figure III.12. Musée-beaux-art-lyon1 (Source : http://bloggeneral.over-</p> |
| Le musée du design | Certains musées sont spécialisés dans les arts décoratifs. Par exemple, en Allemagne, le Vitra Design Muséum compte parmi les principaux musées du design au monde. Ils proposent un vaste panorama de la création industrielle de meubles design |  <p>Figure III.13. Musée de design Source : https://www.flickr.com/</p> |
| Les musées automobiles | Le musée de l'Automobile de Mulhouse (dans le Haut-Rhin) est le plus grand des musées consacrés à l'automobile, mais aussi le troisième musée de France, tous musées confondus ! Il possède notamment la plus importante collection de Bugatti jamais rassemblée (la photographie) |  <p>Figure III.14. Musée de l'automobile-roche taillé sur-sone (Source : http://www.justacote.com/</p> |




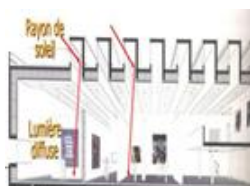
| | | |
|---------------------------------|---|--|
| Les musées des sciences | Les musées des sciences proposent des programmes interactifs autour du savoir. Par exemple, à l'Académie des sciences de Californie (à San Francisco, aux États-Unis), les éclairs et la foudre sont expliqués par une série d'expériences interactives |  <p>Figure III.15.musée des sciences Source : http://www.photorendu.com/</p> |
| Les musées d'histoire naturelle | Les musées d'histoire naturelle renferment des collections d'êtres vivants ou naturalisés. On peut par exemple y découvrir des squelettes d'animaux disparus, tels ces dinosaures exposés au musée d'histoire naturelle de New York (aux États-Unis). |  <p>Figure III.16. Musée d'histoire naturelle Source : https://fr.pinterest.com</p> |


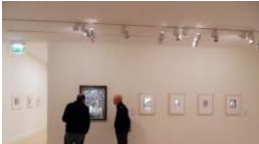



Tableau.4. Types de musée spécialisés
Source : adapté par l'auteur

II.2.4. L'éclairage dans un musée

Elle existe plusieurs type de l'éclairage c'est pour sa l'architecte doit être choisi le meilleur type pour faire leur projet architectural⁷ :

| | | |
|--------------------|--|---|
| Eclairage naturel | La lumière est un élément fondamental de l'architecture du musée, elle est le maitre mot pour la conception en plan. Elle doit être prise en compte dès les premiers croquis du projet car elle qualifie les espaces tout en traçant notre balade muséale et elle doit répondre à des exigences bien précises afin de préserver les œuvres et de garder une harmonie visuelle. |  <p>Figure III.17. Musée de Guggenheim à Finlande. Source : http://www.lemoniteur.fr/</p> |
| Éclairage zénithal | C'est la lumière qui provient du plafond (façade horizontale).Elle est utilisé en général pour l'éclairage des sculptures |  <p>Figure III.18. Canons Source : PAULE .2005</p> |

⁷ <http://ezrati-eclairage.weebly.com/>

| | | |
|------------------------|---|--|
| Éclairage artificielle | A part l'éclairage en général et l'éclairage d'ambiance, on distingue surtout les éclairages d'accentuation pour souligner différents éléments de l'architecture ou objets. Ainsi une hiérarchie de perception est constituée et l'attention est attirée. Selon LOUIS khan : la lumière naturelle module les ambiances suivant les heures du jour et les saisons de l'année, un lieu ou espace, en architecture, a toujours besoin de cette source de vie». |  <p>Figure III.19. Musée d'histoire naturelle de Luxembourg. source : https://www.editus.lu/fr</p> |
| Éclairage cadré | L'éclairage cadré a pour but d'isoler l'œuvre de son environnement, de créer un contraste maximal entre ce qui doit être vu, et ce qui l'entoure. |  <p>Figure III.20. L'éclairage cadré. Source : http://ezratieclairage.weebly.com</p> |
| Éclairage vitrine | L'éclairage de vitrines met en lumière les contenus, en toute discrétion: les sources lumineuses sont invisibles pour le visiteur, l'œil n'est attiré que par les objets éclairés pour un confort visuel. |  <p>Figure III.21. Musée d'histoire naturelle source : https://www.tripadvisor.fr</p> |
| Éclairage ponctuel | Par le jeu des contrastes, l'éclairage ponctuel ou éclairage d'accentuation, est l'outil idéal de mise en valeur. Les projecteurs permettent un éclairage ponctuel ou d'accentuation. |  <p>Figure III.22. Château de Versailles source : http://www.leparisien.fr/</p> |
| Éclairage d'ambiance | Valoriser l'espace, organiser des parcours muséographiques, créer des fonds de lumière sur les murs : l'éclairage d'ambiance, s'il doit être présent doit laisser la part belle aux objets, aux œuvres, tout en donnant aux visiteurs une impression de bien-être. L'éclairage d'ambiance peut également servir d'arrière-plan à un éclairage cadré, ou à un éclairage d'accentuation. Les luminaires pourront être symétriques ou asymétriques. |  <p>Figure III.23. Musée international de la chaussure .Romans. Source : http://fr.pinterest.com</p> |


| | | |
|-----------------------|--|---|
| Éclairage intelligent | La démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) s'applique à tout type de bâtiment, y compris les Musées, et l'éclairage peut contribuer à sa mise en œuvre : les cadres, spots d'accentuation, linéaires d'ambiance, équipés de LED sont naturellement peu gourmands en énergie. Intégrés dans un système piloté par capteurs, ils prennent en compte la présence des visiteurs et permettent d'optimiser la consommation d'énergie (gain de 30 à 75% en fonction des configurations |  <p data-bbox="1005 336 1404 403">Figure III.24. schéma d'éclairage intelligent. Source : PAULE /2005</p> |
|-----------------------|--|---|

Tableau.5. types de l'éclairage
Source : adapté par l'auteur

2. 5. Normes et réglementations

Les salles d'expositions pour des œuvres artistiques ou scientifiques. Elles doivent⁸ :

1. les protéger contre la destruction, le vol, l'humidité, la sécheresse, le soleil et la poussière.
2. les présenter sous le meilleur jour :
 - a) ceux destinés à être étudiés ou conservés dans des cartons à dessin et gardés dans des armoires (à tiroirs). Prof. D'env. 80 cm, hauteur 1,60m.
3. Assurer l'éclairage de manière que le public doit pouvoir visiter toutes les salles d'exposition sans fatigue.
4. Pour chaque genre de tableau, si possible, une salle et pour chaque tableau, un mur.
5. La taille de la salle dépend de la taille du tableau. L'angle de vision normal pour l'homme est 54° ou à partir de l'œil, 27° vers le haut
6. Pour une vue de tableaux bien éclairés depuis 10 m, 4,9 m de hauteur d'accrochage au-dessus de la hauteur des yeux et jusqu'à 70 cm environ au-dessous
 - Place nécessaire par tableau.....3 à 5 m²de mur d'exposition
 - Place nécessaire par sculpture.....6 à 10 m²de sol de base
 - Place nécessaire pour 400 pièces de monnaie...1m²de vitrine.
7. Surface d'accrochage favorable entre 30° et 60° pour 6,70 m de hauteur de pièce et 2,13 m de hauteur de cimaise pour les tableaux ou 3,04 à 3,65 m de hauteur de cimaise pour les sculptures d'après les essais de Boston
8. La température des parties publiques doit être proche de 20° en hiver, l'inertie thermique du bâtiment permettre de garder une certaine fraîcheur en été,

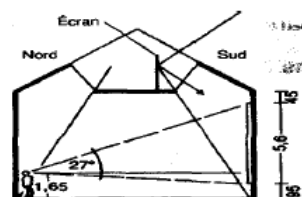


Figure III.25. Schéma illustratif représentant le champ de vision d'une œuvre sur support mural.
Source : neufer2008.

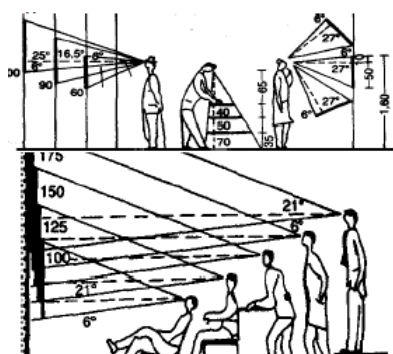


Figure III.26. Schéma illustratif représentant le champ de vision d'une œuvre sur support mural ou vitrine .source : neufer2008.

Figure III.27. Schéma des normes et des réglementations
Source : adapté par l'auteur

⁸ Neufer 2008

2.6. Analyse d'exemple des musées :

Introduction :

L'architecture est l'art de bâtir qui se change à travers le lieu et le temps, qui se diffère d'un Architecte à un autre par la différence de leurs visions et leurs principes changements ; C'est pour cela qu'on va étudier ces deux projets

2.6.1. exemple01 : High Muséum of Art

1- Présentation du projet :

Le High Muséum of Art, fondé en 1905, est le principal musée d'Atlanta en Géorgie. Ses collections permanentes offrent 11 000 œuvres aux visiteurs ; les collections américaines des XIXe et XXe siècles sont Particulièrement riches.



Figure III.28. Vue sur le musée

Le musée expose 142 œuvres du Louvre en 2006, grâce à un accord.

2- Situation géographique :

Le musée est situé à l'intersection de la rue Peachtree et la 16eme rue à environ 4 km de centre de ville, dans un site stratégique car il est parfaitement desservi par le réseau de transports urbain.

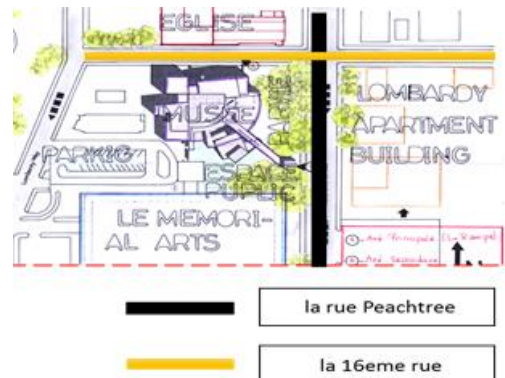


Figure III.29. Plan de masse musée.

3-Accessibilité :

L'entrée principale du musée est à coter de la rue Peachtree matérialisé

par un carrée et une longue rampe comme si une invitation lancée aux passants

Deux autres entrée sont secondaires situées sur 16eme rue :

- 1 -La première mène au niveau inférieur de musée.
- 2 - Le seconde mène au niveau principal.

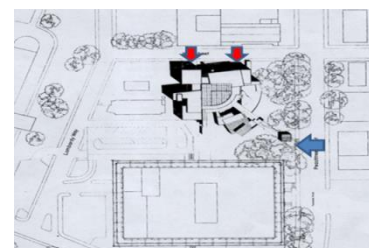


Figure III.30. Les accès au musée.

4-Analyse formelle :

Le musée est caractérisé par la richesse de sa forme grâce au jeu de volume à partir des volumes simple tel que le carré et le cercle que L'architecte a utilisé pour arriver à la forme finale du musée. Les étapes du projet :

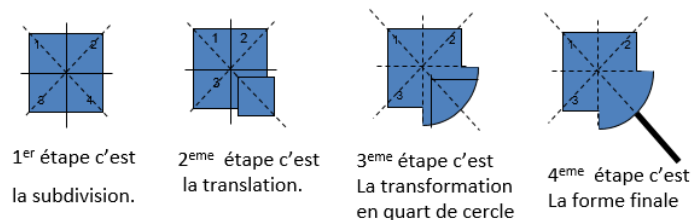


Figure III.31. Genèse de la forme du musée.

-La logique de la rampe:

Rompant la symétrie des quatre carrées classiques du plan, perturbant l'ordre géométrique, la rampe transgresse l'ordre architectural; elle constitue le geste symbolique incitant à la découverte de l'art, de l'architecture et des œuvres exposées

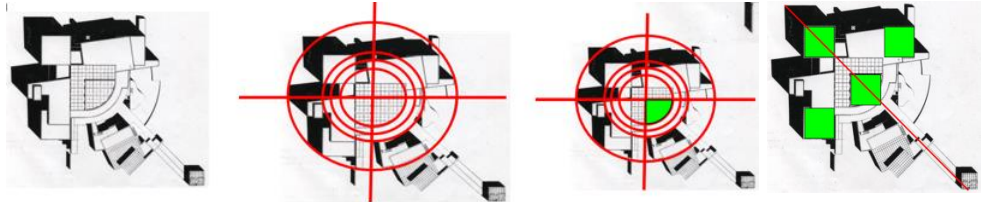


Figure III.32. La logique de la rampe.

La structure:

La structure portante et les planchers sont en béton armé. La structure est faite à partir d'une trame carrée d'une portée de 8m. Les poteaux ont double rôle (éléments structurels et décoratifs).

Les matériaux:

Richard Meier a utilisé le béton armé pour la structure portante, le verre et des panneaux émaillés blancs en aluminium pour l'habillage des façades

Le confort Visuel, acoustique et thermique :

L'éclairage naturel et la position des ouvertures pour éviter l'éblouissement par des rayant solaire, le double vitrage pour la déperdition de la chaleur et la qualité de sol pour éviter l'impact (les tapis).



Figure .III.33. Vue sur l'atrium.

Les principes:

ce projet là comporte plusieurs points communes ,qui existe dans toutes les réalisations de Richard MEIER qui fait entre 1967 et 2000/ ces points sont :

***Le blanc et la transparence**



Figure III.34. Vue extérieur sur le musée.

Pilotis en retrait de la façade qui donnent une impression de légèreté et de fragilité de la construction.



Figure III.35. Vue sur la façade intérieure du musée.

Façade tramée



Figure III.36. Façade ouest du musée.

Géométrie des constructions basée sur le cercle et le carré



Figure III.37. Façade Est du musée.

Les points retenus

Richard MEIER dans leur concept prend en considération la mobilité réduite puisque il fait dans leur projet des rampes.

L'utilisation des volumes simple tels que le carré et le cercle pour obtenir des formes complexes.

Malgré Meier n'est pas utilisé des matériaux écologiques dans leur construction mais il prend en considération le confort visuel, acoustique et thermique par:

- la positionnement des ouvertures.
- le double vitrage.
- la qualité de sol pour éviter l'impact(les tapis).

La beauté du projet est apparus dans l'utilisation de quelque principes comme: la couleur blanc, la transparence; les façades tramée et leur horizontalité

2.6.1. exemple01 : Le musée d'HIROSHI SENJU

1- Présentation du projet :

Le musée fait par le Japanese architect Ryue Nishizawa ,le musée continent un seul étage et il est considéré comme un centre culturel sur un site verdoyant à Karuizawa, Japon. , le musée arbite une vaste collection de l'œuvre de l'artiste de 1978 à nos jours.

2- situation géographique :

Le musée est situé à Karuizawa au japon, Situé dans une zone urbanisée, délimité au nord par une voie mécanique, et les autres cotés par des habitations



FigureIII.38.Vue extérieure sur le musée



FigureII.39. Vue aérienne sur le musée
(Source : Google earth2016)

3-accessibilité :

On a trois accès au lassiète du musée .et deux entrées au musée.

-  Accé mécanique
-  Accé piétonne
-  Entré secondaire
-  Entré principale



figureII.40: Plan de masse du musée
Source : Google earth2016

Analyse formelle du musée :

Le musée a un seul niveau ; de forme polygone avec quatre patio arrondi qui travers le musée qui contient des végétations différents. Avec une toiture fluide et inclinée.



FigureIII.41.Vue extérieure du musée

Analyse spatiale du musée :



figureIII.42. Les différents espaces du musée

Le musée a une surface de 1.818, 42 m² contient les espaces suivants :

Espace d'exposition : 1.490,51 m²

Bureau Musée : 128.16 m²

Galerie : 199.75 m²

Cafétéria, magasin, Parking en plein air et des jardins.

Caractéristique écologique :

-Le musée cherche à relier harmonieusement l'art exposé avec le paysage environnant dans un espace naturellement éclairé.



FigureIII.43.Vue sur l'aménagement extérieur du bâtiment



Figure III.44. Jardin intérieure du musée

- L'espace ouvert a été conçu pour unir Kazurizawa 'natures et l'art de Senju. Je voulais créer une union de parc et de l'espace qui se sentait aussi accueillant que d'un salon privé. "Ryue Nishizawa,architecte

Le musée, qui longe doucement la pente naturelle du site, dispose d'un éclairage contrôlé par les avant-toits profonds, des écrans d'argent et UV verre taillé tout en permettant dans la verdure.



Figure.III.45.Implantation du musée suivant la pente



Figure III.46: Les éléments naturels d'exposition

- Le musée utilise les éléments naturels du site comme toile de fond pour les pièces exposées

-Assis entre le parking et le musée est la «feuille jardin couleur» qui agit comme une zone tampon naturelle pour les visiteurs.

Impliquer la plantation de 150 variétés de plantes et au nombre de plus de 60.000 racines, rose, jaune,

violet,argent et rouge les arbustes et les herbes du projet de couleur des feuilles en éventail autour du site, comme dans la bénédiction du musée.

Materiaux de constructions :



Figure III.47. La feuille jardin couleur



Figure III.48. Les matériaux de constructions du musée

Le verre : le bâtiment se compose de fenêtres qui forment les murs par des panneaux de verres .

Le béton : d'un sol en béton en pente douce qui court naturellement sur le sol et de minces parois en béton disposées à travers le centre du musée et qui soutiennent le plafond

structure du bâtiment: la construction à ossature en acier, en béton armé⁹

les points retenus:

Le musée suit la pente naturelle du terrain. La protection contre la lumière du soleil est assurée par un faible avant - toits, les écrans et les vitrages de protection solaire. L'espace ouvert vers l'extérieur est de combiner la nature et de l'art visuel;

Les visiteurs devraient toujours avoir le sentiment d'être avec les œuvres dans une forêt. 150 espèces végétales différentes peuvent être vues ici.

III.2. Programmation du projet

« Le programme est un moment en avant du projet, c'est une information obligatoire à partir de laquelle l'architecte va pouvoir exister c'est un point de départ mais aussi une phase de préparation »

III.2.1. Programme qualitatif

Nous avons remarqué, tout au long de nos recherches sur l'évolution du musée, que ce dernier n'était, pendant longtemps, qu'un dépôt d'objets. De nos jours, son rôle est devenu plus profond, lui permettant ainsi de figurer parmi les établissements culturels qui participent le plus au développement de la pensée humaine, par les différentes présentations aux visiteurs, qui parfois même participent à ces expositions. L'objectif principal est de montrer, d'enseigner, et d'offrir plusieurs services éducatifs de différentes sortes pour pouvoir transmettre le message, ce qui transformera le musée en un lieu d'échange, de création, de réflexion, et de diffusion du patrimoine culturel.

⁹ <http://www.archdaily.com/201238/hiroshi-senju-museum-ryue-nishizawa>
<http://aasarchitecture.com/2012/11/hiroshi-senju-museum-by-ryue-nishizawa.html>
<http://www.senju-museum.jp/en/about/>
<http://www.ozartsetc.com/2014/05/14/hiroshi-senju-museum-by-ryue-nishizawa/>

| 1- Repérage et lisibilité | 2- L'accessibilité | 3- Les circulations | 4-L'accueil |
|---|--|---|---|
| L'équipement doit être repéré et aperçu de l'extérieur par son gabarit, sa composition volumétrique et son traitement des façades, ces éléments doivent nous renseigner sur les différentes activités qui se déroulent à l'intérieur. | C'est le facteur le plus important pour le bon fonctionnement de l'équipement. Il faut donc assurer l'accessibilité la plus simple, tout en prenant en considération les différents types d'utilisateurs afin d'éviter les conflits entre eux. | Les circulations verticales et horizontales doivent être conçues de manière à limiter et à faciliter le déplacement des visiteurs, du personnel ... | L'entrée doit être attirante et accueillante. L'aspect du hall est aussi important car il va conditionner l'appréciation du client pour le reste des espaces. Il faut donc qu'il ait des dimensions suffisantes. Il doit comporter : la réception, les salons, les ascenseurs, les escaliers... |
|  <p>Figure III.49. Vue extérieure d'un musée. Source http://www.routard.com/</p> |  <p>Figure III.50. L'accessibilité d'un musée. Source : http://www.accessibilite-patrimoine.fr</p> |  <p>Figure III.51. La circulation verticale dans un musée. Source : http://tribulations.chine.fr</p> |  <p>Figure III.52. L'entrée dans un musée. Source : https://fr.123rf.com/</p> |

Tableau.6. Les éléments principales dans un musée
Source : Adapté par l'auteur

III.3.2. Les exigences des musées:

| Fonctions | Exposition | Communication et recherche | Echange et détente | Gestion du musée |
|-----------|--------------------|----------------------------|--------------------|------------------|
| Exigences | Un mobilier facile | -Isolation phonique des | -Peut être | -Accès |

| | | | |
|---|--|--|--|
| à transporter. -Assurer un bon éclairage (naturel et artificiel). -Eviter tout éblouissement, réflexion et tâche lumineuse non désirée. -Flexibilité et ouverture des espaces d'exposition vers l'extérieur. | salles de travail. -traitement acoustique des salles de conférence et auditorium. -Doit être à proximité de l'espace d'exposition. -Doit être protégé contre les agents de destruction tel que : l'humidité, poussière, pollution ... -Doit avoir une température propice à la conservation. -Une ventilation naturelle et artificielle. | autonome mais à proximité des fonctions complémentaires | extérieur doit être indépendant, -Une bonne position qui permettra un bon contrôle. |
|---|--|--|--|

Tableau.7. Les exigences des musées

Source : Traité par l'auteur

1-Exposition¹⁰ :

C'est la colonne vertébrale du musée, que cela soit sur le plan spatial ou fonctionnel. Elle permet aux collections de trouver leurs places et invite le visiteur à s'informer, à découvrir, et à contempler, ce pendant cet espace devra être ainsi facilement accessible pour le grand public.



Figure III.53. Vue intérieure sur un musée.

Source : <https://www.tripadvisor.fr>

L'exposition est généralement organisée en deux espaces :

| Exposition permanente | Exposition temporaire |
|---|---|
| C'est l'espace dominant de tous les musées, sa fonction principale est la présentation, la conservation de production artistique et de vestiges archéologiques. Chaque espace | Celle-ci a pour mission de redynamiser le musée, en incitant le visiteur à y venir pour découvrir des objets d'actualité. Pour cela l'espace devra comporter un minimum |

¹⁰ <http://www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf>



| | |
|--|---|
| recevra un type d'objets, relatifs à une période historique bien définie et classés chronologiquement | d'aménagements, pouvant générer plusieurs types d'organisations ¹¹ . |
|  |  |
| Figure. III.54. Vue intérieure sur le musée de Louvre. http://www.reservermonbillet.fr/ | Figure .III.55. Exposition temporaire http://voyage.gentside.com/ |

Tableau.8. Les types d'exposition dans un musée

Source : Traité par l'auteur

2- communication et rechercheA)-bibliothèque:




| Salle de lecture | Archive | cybercafé |
|--|---|--|
| Une salle de lecture est un espace aménagé dans une bibliothèque ou un service d'archives destiné à permettre au public de consulter les documents sur place, et de s'en servir comme support de travail : une salle de lecture est donc équipée de plans de travail ¹² | -Ensemble de fichiers qui ont été sauvegardés sur un support de stockage sous forme compressée ou nom. -Ensemble de données mises à la disposition du public pour être téléchargées via internet ¹³ . | Un cybercafé est un lieu dans lequel on permet aux personnes d'accéder à internet pour certains public, c'est un des lieux et moyens d'accès d'une partie de la population à la donnée publique (quand elle est disponible en ligne), et à certains services publics ou aux jeux en réalité ⁴ . |
|  Figure III.56. Salle de lecture. Source : http://www.archives.vendee.fr/ |  Figure.III.57. Salle d'archive. Source : http://www.constructor-group.com/ |  Figure III.58.Cybercafé. Source : http://www.ocameroun.info/ |

Tableau.9. Les sous espaces dans une bibliothèque

Source : Traité par l'auteur

¹¹ <https://ocim.revues.org/>¹² <http://www.bm-dinan.fr/>¹³ <http://www.larousse.fr/>

B)-l'auditorium :

| auditorium | Salle de conférence | Les dépôts |
|--|---|--|
| Salle pour l'audition d'une œuvre musicale ou théâtrale, pour les émissions, de radio ou de télévision ou pour les enregistrements sonores ¹⁴ . | Une salle de conférence idéale doit vous permettre d'organiser un séminaire, une réunion ou un congrès en toute tranquillité ¹⁵ . | Le local de stockage permet d'entreposer diverses marchandises dans l'enceinte d'un bâtiment. Celui-ci doit être convenablement aménagé pour le bon déroulement des opérations de manutention et de circulation. ¹⁶ |
|  <p>Figure III.59. Vue intérieure d'un auditorium. Source : http://www.la-croix.com/</p> |  <p>Figure III.60. Salle de conférence. Source : http://www.cndp.fr/</p> |  <p>Figure III.61. Dépôt. Source : http://www.polymeres-africa.com/</p> |

Tableau.10. Les sous espaces dans un auditorium
Source : Traité par l'auteur

3)- la gestion du musée (l'administration):

| La salle de réunion | La salle de travail |
|---|--|
| La salle de réunion est l'endroit où les clients et les membres du public peuvent rencontrer les représentants inscrits. Ils se réunissent ici pour discuter des investissements, obtenir des cotations boursières et font des affaires ¹⁷ . | salle située derrière une salle principale, lieu plus ou moins vaste destiné à un service public ou un spectacle ¹⁸ . |

¹⁴ www.larousse.fr/

¹⁵ <https://www.bird-office.com>

¹⁶ <https://stockage.ooreka.fr>

¹⁷ <http://www.pretp2p.com/>

¹⁸ <http://dictionnaire.reverso.net/>



Figure III.62. Salle de réunion.
Source : <http://www.capital8bysodexo.com/>



Figure III.63. Salle de travail.
Source : <http://www.hec.ca>

Tableau.11. Gestion du musée
Source : Traité par l'auteur

























Bibliographie :

- **ADEME**, 2006, Guide de l'écoconstruction, France.
- **AGEDEM**, (2012), La performance énergétique dans le bâtiment, France
- **Benhalilou K**, (2008), impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment cas du climat semi-aride, mémoire de magistère, université mentouri Constantine, Algérie.
- **Benhouhou M**, (2012), L'impact des matériaux sur le confort thermique, Dans les zones semi-arides, mémoire de magistère, EPAU, Algérie.
- **Berghout B**, (2012), effet de l'implantation d'un bâtiment collectif sur le confort hygrothermique intérieur cas de Biskra, Algérie, mémoire à l'école de technologie supérieure université du Québec, Montréal.
- **BOUATTOU A**, (2017) performance d'un bâtiment durable, cours de Master 2 à l'université de Blida1, Algérie.
- **Herde A et Liébard A**, (2005), Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, France.
- **Ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement et du tourisme**, 2009, Données supplémentaires, Algérie.
- **Ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement et du tourisme**, 2009, Etude d'impact sur l'Environnement, Algérie.
- **Ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement et du tourisme**, 2010, Finalisation du plan d'aménagement de la ville nouvelle de Boughezoul et étude d'aménagement des quartiers prioritaires, Algérie.
- **Ministère de la culture**, (2008), Normalisation des infrastructures, Algérie
- **Neufer**, (2008), les éléments de projet de construction, le moniteur, Allemand
- **Ould Henia A**,(2003), choix climatiques et construction zones arides et semi arides la maison a cour de Boussaâda ». Thèse de doctorat, école polytechnique fédérale de Lausanne, EPFL.
- **PAULE Bernard**, (2005), Eclairage dans les musées, France
- **Semahi S**, (2013), contribution méthodologique a la conception des logements à haute performance énergétique (hpe) en Algérie Développement d'une approche de conception dans les zones arides et semi-arides, mémoire de magister, EPAU, Algérie.
- **Webographie :**
- <http://energiepourdemain.fr/impacts-de-notre-consommation/>

- <http://www.performance-energetique.lebatiment.fr>
- <http://www.projetvert.fr>
- <https://www.actu-environnement.com>
- <http://www.europarl.europa.eu/>
- <http://www.kanopy-isolation.fr/>
- <https://particuliers.engie.fr>
- <http://dictionnaire.education/fr/semi-aride>
- <http://www.fao.org/docrep/t0122f/t0122f03.htm>
- <http://conseils.xpair.com>
- <https://www4.ac-nancy-metz.fr>
- <http://www.agence-nationale-recherche.fr>
- <https://www.clps-bw.be>
- <http://www.etabli.org/>
- <https://www.google.dz>
- <http://www.linternaute.com/>
- <http://icom.museum/>
- <http://www.larousse.fr/>
- <https://www.olats.org>
- www.cndp.fr/crdp-amiens/IMG/pdf/repere_1_histoire_des_musees.pdf
- <http://archiloubna.e-monsite.com/>
- Source : <http://www.routard.com/>
- Source : <http://www.lapresse.ca/>
- <https://lavisdejulie.wordpress.com>
- <http://www.lemonde.fr/>
- <http://archive.chez.com/>
- <http://dehorslespetits.fr/>
- <http://archiloubna.e-monsite.com/>
- <http://www.archh.com/>
- <http://www.alain-/pouillet.com/>
- <http://bloggeneral.over-///>
- <https://www.flickr.com/>
- <http://www.justacote.com/>

- <http://www.photorendu.com/>
- <https://fr.pinterest.com>
- <http://www.lemoniteur.fr/>
- <http://ezrati-eclairage.weebly.com/>
- <http://ezrati-eclairage.weebly.com/>
- <http://ezrati-eclairage.weebly.com/>
- <https://www.tripadvisor.fr>
- <http://www.leparisien.fr/>
- <http://fr.pinterest.com>
- <http://www.archdaily.com/201238/hiroshi-senju-museum-ryue-nishizawa>
- <http://aasarchitecture.com/2012/11/hiroshi-senju-museum-by-ryue-nishizawa.html>
- <http://www.senju-museum.jp/en/about/>
- <http://www.ozartsetc.com/2014/05/14/hiroshi-senju-museum-by-ryue-nishizawa/>
- <http://www.routard.com/>
- <http://www.accessibilite-patrimoine.fr>
- <http://tribulations.chine.fr>
- <https://fr.123rf.com/>
- <https://www.tripadvisor.fr>
- <http://www.reservermonbillet.fr/>
- <http://voyage.gentside.com/>
- <http://www.museebal.fr/sites/default/files/img/PDF02/Role-et-fonctions-des-musees.pdf>
- <https://ocim.revues.org/>
- <http://www.archives.vendee.fr/>
- <http://www.constructor-group.com/>
- <http://www.ocameroun.info/>
- <http://www.bm-dinan.fr/>
- <http://www.larousse.fr/>
- <http://www.la-croix.com/>
- <http://www.cndp.fr/>
- <http://www.polymeres-africa.com/>
- www.larousse.fr/

- <https://www.bird-office.com>
- <https://stockage.ooreka.fr>
- <http://www.capital8bysodexo.com/>
- <http://www.hec.ca>
- <http://www.pretp2p.com/>
- <http://dictionnaire.reverso.net/>