

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique.**

Université de Blida 1



Institut d'Architecture et d'Urbanisme

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Master 2

ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

Projet : CENTRE DE LOISIR SCIENTIFIQUE A BOUFARIK

Thème : Impacte de l'éclairage naturel sur le confort visuel

Elaboré par :

NECHADI Soumia

TOUMI Zohra

Encadreur:

Mm : MAACHI, I

Mm : OUKACI.S

2015-2016

INTRODUCTION

01-INTRODUCTION :

À l'heure actuelle, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation majeure dans le monde. Suite à des alertes qui ont été lancées afin de lutter contre la pollution et le réchauffement climatique, les différents pays du monde en ont pris conscience et se sont mobilisés pour lutter contre ces phénomènes.

À la fin du 20^{ème} siècle et grâce aux multiples mobilisations, le monde a connu la naissance d'un processus de développement dit "DURABLE", qui est « *un processus à la fois économiquement efficace, socialement équitable, et écologiquement soutenable* »¹. De ce fait un grand changement a touché de nombreux secteurs économiques et sociaux, dans le but de s'adapter à ce nouveau « *développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* »².

C'est un grand pas vers une transition écologique qui a été marqué, il exige à l'ensemble des sociétés du monde entier sans exception de changer leur attitude envers l'environnement, de contribuer à sa protection en tant que priorité, et d'introduire la notion du développement durable dans le quotidien en tant que pratique et éducation pas en tant que slogan seulement.

À partir du sommet de rio de 1992, une invitation à la popularisation du développement durable a donné naissance à un mouvement éducatif relative à l'environnement et au développement durable; ce mouvement a pour objectif « *d'amener les individus et les collectivités à acquérir les connaissances, les valeurs, les comportements et les compétences pratiques nécessaires pour participer de façon responsable et efficace à la prévention, à la solution des problèmes de l'environnement, et à la gestion de la qualité de l'environnement* »³.

Donc, il est nécessaire de développer une population mondiale qui sera consciente et engagée dans la question de l'environnement et dans les différents problèmes qui y sont liés, qui sera dotée de connaissances, de compétences, d'attitudes, de motivations et d'engagement pour contribuer de façon individuelle ou collective à résoudre les problèmes actuels et prévenir les problèmes futurs.

L'architecture et l'urbanisme ont un impact énormément important sur l'environnement, du coup ils sont considérés comme des domaines qui touchent au développement durable de manière directe et très sensible. Suite à la surconsommation des énergies et l'apparition de la notion de bâtiment énergivore, les architectes se sont trouvés face à une obligation de repenser leurs méthodes de conception, et de chercher à établir une architecture convenable à la notion de **durabilité**, pas en tant qu'espace uniquement mais aussi en tant que discipline qui sensibilise les occupants sur ce sujet.

L'architecture bioclimatique qui existe depuis la nuit des temps sous formes de plusieurs exemples d'habitat vernaculaire, a réapparu aujourd'hui avec un nouveau visage, car en temps actuel, elle consiste à minimiser au maximum possible la consommation des énergies, et à établir un équilibre meilleur entre l'architecture et son environnement.

Pour que l'architecte atteigne les objectifs de l'architecture bioclimatique, il doit exploiter les potentialités naturelles du site tels que le relief, l'orientation, le climat...etc., il doit aussi basculer vers des

¹ Tarn-et- Garonne Conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement, www.midi-pyrenees.ecologie.gouv.fr

² Pierre Piton Historique du développement durable groupe 335, environnement et mode de vie, Angoulême, Novembre 2009

³ JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE L'ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT ET AU DÉVELOPPEMENT DURABLE TOUT AU LONG DE LA VIE, POUR LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE 2013

énergies renouvelables tels que le soleil et le vent, et choisir des matériaux convenables qui sont souvent des matériaux locaux.

Les principes de l'architecture bioclimatique permettent de réaliser des constructions écologiques qui consomment beaucoup moins d'énergie, qui s'intègrent parfaitement à l'environnement, et qui offrent aux occupants un espace de vie pratique confortable et agréable. Les occupants quant à eux, ont la responsabilité de préserver l'environnement, d'où la nécessité de sensibiliser d'informer et d'éduquer les individus ainsi que l'ensemble de la société sur le sujet du développement durable.

Dans notre société, l'éducation à l'environnement et au développement durable reste timide voire même rare, mais elle est toujours en attente de vulgarisation. Sur ce point-là, l'architecture qui est un domaine de conception et d'urbanisation occupe un rôle primordial dans la diffusion de cette éducation, car le fait d'amener le milieu naturel au sein du milieu urbain va développer chez les personnes le sens de sensibilisation, chose qui va les pousser systématiquement à adopter de nouvelles pratiques responsables envers leur environnement.

Pour réussir la diffusion de la culture environnementale, ou bien plus précisément, la diffusion de l'éducation à l'environnement et au développement durable [EEDD], il faut d'abord savoir l'identifier, l'associer aux notions d'écocitoyenneté, et l'intégrer aux différents programmes de formations scientifiques et culturelles de manière simple. Cela va conduire à une compréhension facile, abordable et accessible, par les différentes catégories et les différentes tranches d'âges de notre société.

Dans l'optique d'introduire, ou bien d'installer ou de planter les principes de la protection de l'environnement et de développement durable au sein de notre société qui ne voit pas encore l'importance d'y prêter attention, il faut travailler de manière progressive et intelligente en passant par des étapes bien étudiées. Il faut d'abord attirer l'attention du public et prendre le temps nécessaire pour le sensibiliser à l'importance du phénomène et à la gravité de la situation, ensuite le convaincre à s'impliquer au sujet qui va prendre l'image d'un fait social, puis finalement le faire passer à l'action, cette dernière étape constitue un véritable défi qui nécessite la mobilisation de nombreux agents ainsi que de nombreuses techniques.

02-Problématique

Dans notre société, la conscience et la culture du public à l'égard de l'environnement est minime. Malgré la présence de quelques compagnes et mouvements qui appellent à la lutte contre la pollution et à la protection de l'environnement, il est bien évident que la responsabilité de la quasi-totalité des personnes envers leur milieu naturel et même envers leur milieu urbain reste toujours absente, ce qui se reflète de manière flagrante sur l'état de très nombreuses villes algériennes. À partir de là, nous concluons qu'une sensibilisation de haut niveau est obligatoire afin d'arriver à introduire la protection de l'environnement dans le mode de vie des individus, et la remettre ainsi dans la liste de leurs habitudes et de leurs obligations quotidiennes.

Ce qui précède, nous met face à une problématique qui consiste à développer une approche qui va permettre d'appliquer le processus d'éducation et de sensibilisation sur les différentes catégories et les différentes tranches d'âges de notre société, ce qui va nous permettre d'atteindre notre objectif qui s'agit d'introduire la culture du développement durable dans le mode de vie des individus. Et cela ne pourra pas être réalisé qu'avec une effectivité qui garantit l'engagement des citoyens avec volonté et approbation. À partir de là on s'interroge :

Comment peut-on introduire l'EEDD dans notre société afin qu'elle fasse partie de notre mode de vie ?

Former les citoyens pour acquérir une éducation à l'environnement et au développement durable [EEDD] semble une solution adéquate pour avoir une sensibilisation continue et assurée. Et l'intégration de cette éducation dans les programmes scolaires et les programmes d'éducation est véritablement efficace, mais ça reste insuffisant, car ces programmes touchent uniquement une certaine partie de la société qui est celle des jeunes (élèves et étudiants). À partir de là, nous voyons la nécessité de créer un espace de sensibilisation de formation et d'apprentissage, qui est ouvert au grand public, et qui permet d'échanger les idées et développer l'esprit de la protection de l'environnement et du développement durable dans notre société.

Dans le but d'atteindre notre objectif, nous intégrons l'éducation à l'environnement et au développement durable [EEDD] dans la notion de diffusion de la culture scientifique, car cette dernière garantit une diffusion ainsi qu'une vulgarisation meilleures entre le public et les individus.

-Pourquoi le choix de la culture scientifique ?

Depuis plusieurs années, les scientifiques et les communicateurs ont tenté d'établir un contact ou bien un lien de communication entre les peuples et le monde de la science, ce qui leur a conduit à conclure que chaque individu doit posséder un ensemble d'informations de base, qui va lui permettre de se questionner, de réfléchir, d'évaluer et de faire ainsi ces choix de société.

La culture scientifique qui était toujours un domaine limité dans le cadre de la recherche et des études, a besoin aujourd'hui d'être popularisée au sein du grand public, car ce dernier en a toujours eu une vision floue, et il l'a toujours considérée comme un domaine ambiguë et très compliqué.

Donc, cette popularisation va permettre à la société de plonger dans le monde de la science de manière facile et accessible, et elle va conduire systématiquement le public à se référer à des bases scientifiques afin d'atteindre leurs objectifs sur le sujet de la protection de l'environnement et du développement durable.

Comment l'architecture peut-elle contribuer à la vulgarisation de la culture scientifique et à la diffusion de l'éducation à l'environnement et au développement durable ?

03-Hypothèse :

Pour diffuser un tel domaine, nous avons besoin de mobiliser des agents qui pourront attirer le public, le sensibiliser, le convaincre et le mener par la suite à s'engager avec approbation et volonté à acquérir et recevoir une nouvelle culture et de nouvelles informations, qui à leurs rôles vont le pousser à adapter des habitudes qui vont influencer de manière positive sur son environnement ainsi que sur son mode de vie.

Le loisir, qui est un nouveau concept adapté pour la diffusion de la culture scientifique, permet de planter le savoir au milieu de l'attraction qui attire le public. Ce concept va permettre au public et aux individus de toucher à la science, et d'apprendre de manière indirecte grâce à des activités hors du cadre pédagogique.

La notion du **loisir** joue un rôle fondamental, en effet c'est un élément attractif qui va attirer le public avec ses différentes catégories. Les activités vont assurer la compréhension spontanée et intuitive des situations et des règles scientifiques, et elles vont également développer le sens de la recherche chez les individus qui vont apprendre de multiples connaissances sous le nom de l'attraction,

et cela c'est dans des centres spécialisés connus sous le nom de **LES CENTRES DE LOISIRS SCIENTIFIQUES**.

La conception d'un centre de loisirs scientifique dans un milieu urbain semble courante, mais l'associer au thème de la sensibilisation et la protection de l'environnement change son contexte général, et cela nécessite une autre manière ou bien une autre approche de conception qui va refléter sa mission ainsi que sa vocation majeure.

Pour cela notre ensemble d'hypothèses se résume comme suite :

- La conception d'un centre qui réunit les loisirs et la notion de l'environnement.
- Inscrire le projet dans un jardin botanique pour créer une relation directe avec la faune locale, ce qui va nous permettre de la mettre en évidence et l'exposer aux visiteurs.
- Associer le centre à une ferme pédagogique afin de présenter les différentes espèces de la région.
- Adopter les principes de l'architecture bioclimatique pour réduire les impacts sur l'environnement.

04-Objectifs :

- Diffuser la culture scientifique, et l'éducation à l'environnement et au développement durable dans la société.
- Créer un centre de loisirs scientifique dédié au grand public et conforme aux principes de l'architecture bioclimatique.
- Insérer le projet dans un aménagement naturel afin de présenter l'ensemble de la faune et la flore de la région.
- Créer une nouvelle face environnementale à la commune de Boufarik.

Présentation du Master :

Préambule :

Pour assurer la qualité de vie des générations futures, la maîtrise du développement durable et des ressources de la planète est devenue indispensable. Son application à l'architecture, à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire concerne tous les intervenants : décideurs politiques, maitres d'ouvrage, urbaniste, *architecte*, ingénieurs, paysagiste,...

La prise en compte des enjeux environnementaux ne peut se faire qu'à travers une démarche globale, ce qui implique la nécessité de sensibiliser chaque intervenant aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique.

Pour atteindre les objectifs de la qualité environnementale, la réalisation de bâtiments bioclimatique associe une bonne *intégration au site*, *économie d'énergie* et emploi de *matériaux sains et renouvelable* ceci passe par une bonne connaissance du site afin de faire ressortir les potentialités bioclimatiques liées au climat et au microclimat, sans perdre de vue l'aspect fonctionnel, et l'aspect constructif.

La spécialité proposée permet aux étudiants d'approfondir leurs Connaissances de l'environnement physique (chaleur, éclairage, ventilation, acoustique) et des échanges établis entre un environnement donnée et un site urbain ou un projet architectural afin d'obtenir une conception en harmonie avec le climat.

La formation est complétée par la maîtrise de logiciels permettant la prédétermination du comportement énergétique du bâtiment, ainsi que l'établissement de bilan énergétique permettant l'amélioration des performances énergétique d'un bâtiment existant.

Objectifs pédagogiques:

Le master ARCHIBIO est un master académique visant la formation d'architectes, la formation vise a la fois une initiation à la recherche scientifique et la formation de professionnels du bâtiment, pour se faire les objectifs se scindent en deux parties complémentaire :

- la méthodologie de recherche : initiation à l'approche méthodologique de recherche problématique; hypothèse, objectifs, vérification, analyse et synthèse des résultats.
- la méthodologie de conception : concevoir un projet en suivant une démarche assurant une qualité environnementale, fonctionnelle et constructive.

Méthodologie :

Après avoir construit l'objet de l'étude, formulé la problématique et les hypothèses, Le processus méthodologique peut être regroupé en cinq grandes phases:

- 1- *Elaboration d'un cadre de référence* dans cette étape il s'agit de recenser les écrits et autres travaux pertinents. Expliquer et justifie les méthodes et les instruments utilisés pour appréhender et collecter les données
- 2- *Connaissance du milieu physique et des éléments urbains et architecturaux d'interprétation appropriés:* connaissance de l'environnement dans toutes ses dimensions climatiques, urbaine, réglementaire;... pour une meilleur intégration projet.
- 3- *Dimension humaine, confort et pratiques sociale* : la dimension humaine est indissociable du concept de développement durable, la recherche de la qualité environnementale est une attitude ancestrale visant a établir un équilibre entre l'homme et son environnement, privilégier les espaces de socialisation et de vie en communauté pour renforcer l'identité et la cohésion sociale.
- 4- *Conception appliquées" projet ponctuel "*: l'objectif est de rapprocher théorie et pratique, une approche centré sur le cheminement du projet, consolidé par un support théorique et scientifique, la finalité recherchée un projet bioclimatique viable d'un point de vue fonctionnel, constructif et énergétique.
- 5- *Evaluation environnementale et énergétique* : vérification de la conformité du projet aux objectifs environnementaux et énergétique a travers différents outils : référentiel HQE, bilan thermique, bilan thermodynamique, évaluation du confort, thermique, visuel,...

CHAPITRE I :
ETAT DES SAVOIRS

INTRODUCTION

Avant chaque conception d'un projet d'architecture, il est nécessaire d'enrichir le bagage des savoirs et des idées afin de bien mettre ses lignes et bien concrétiser ce savoir en une construction architecturale, ce chapitre expose l'ensemble des savoirs relatifs à notre spécialité et au thème abordé.

01-L'Architecture Bioclimatique:

01.1- NAISSANCE DE L'APPROCHE BIOCLIMATIQUE :

La bioclimatologie est définie comme étant la science qui étudie l'influence des facteurs climatiques sur le développement des êtres vivants.

Dans son œuvre séminale *«Design with Climate / A Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism»* parue en 1963, Victor Olgyay tentait pour la première fois de rétablir le lien fondamental existant entre l'environnement bâti et l'environnement naturel. Il définit ainsi l'approche bioclimatique comme étant l'interrelation entre climatologie, biologie, technologie et architecture. D'après lui, la climatologie se réfère ici à l'exploitation de l'énergie ambiante comme le soleil et le vent. La biologie dans la satisfaction des besoins physiologiques des êtres humains. La technologie par le contrôle de l'environnement à l'aide des techniques justes et ultimes. Quant à l'architecture, elle est considérée comme un point de convergence de ces trois domaines, dans un seul artefact puisant dans l'art de construire, qui est développé par une longue adaptation empirique aux contraintes environnementales, sociales et économiques.

Olgyay, qui malgré sa démarche clairement déterministe, il reconnaissait ainsi que l'architecture avec toute sa diversité régionale, constitue *« un mode d'expression privilégié du développement durable »*.

01.2- DÉVELOPPEMENT DURABLE:

01.2.1- Définition :

L'expression *«sustainable development»* qui est traduite de l'anglais par «développement durable», est apparue pour la première fois en 1980, dans la stratégie mondiale de la conservation, qui est à son tour une publication de l'union internationale pour la conservation de la nature [UICN].

Quelques années plus tard, et en plus précisément en 1987, cette expression s'est répandue dans la foulée de la publication du rapport de la commission mondiale sur l'environnement et le développement qui est intitulé *«NOTRE AVENIR À TOUS»*, ou bien le *«RAPPORT BRUNDTLAND»*.

C'est de ce rapport qu'est extraite la définition reconnue aujourd'hui, et qui est : *« Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. »*⁴

Le développement durable donc s'agit d'un développement qui permet de satisfaire les besoins actuels sans pour autant compromettre les possibilités des générations futures de satisfaire leurs propres besoins.

C'est un mode de régulation, qui a pour but d'assurer la continuité du développement social et économique à travers le temps, avec un respect de l'environnement et un respect des capacités des ressources naturelles aussi, car ces dernières sont essentielles à l'activité humaine.

⁴ squisses, Le bulletin d'information de l'Ordre des architectes du Québec 2003, volume 14, numéro 2

01.2.2-LES TROIS PILIERS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE:

Le développement durable s'articule autour de trois piliers égaux et interdépendants : environnemental, social et économique. Il s'agit de trouver, d'inventer, de créer des solutions nouvelles qui concilient efficacité économique, équité sociale, préservation de l'environnement.

LE PILIER ENVIRONNEMENTAL :

L'objectif de ce pilier s'agit globalement de réduire la pression de toutes les activités humaines notamment les activités économiques, sur l'environnement, en respectant les points suivants :



Figure 1: les piliers du développement durable

- La préservation, l'amélioration et la valorisation de l'environnement et des ressources naturelles sur le long terme.
- La conservation et la gestion des ressources naturelles à travers une gestion durable.
- Le maintien des grands équilibres écologiques [climat, diversité biologique, océans, forêts]
- La réduction des risques et la prévention des impacts environnementaux.

- LE PILIER SOCIAL :

Au cœur de la définition du développement durable, qui vise à respecter les droits de l'homme et à établir l'égalité des chances pour tous les citoyens au sein d'une société, il est bien évident qu'il faut passer par une répartition équitable des richesses et des bénéfices, avec une priorité qui est la lutte contre la pauvreté. Sur ce côté, l'accent est mis sur les communautés locales, le maintien et le renforcement de leurs systèmes de subsistance, le respect des différentes cultures et le combat de toute forme d'exploitation.

- LE PILIER ÉCONOMIQUE :

Il s'agit de générer de la prospérité sur les différents niveaux de la société, et se soucier de la rentabilité de toute activité économique. Le plus important sur ce point est la viabilité des entreprises et des activités économiques, et leur capacité de se maintenir à long terme.

01.2.3- LES PRINCIPES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE:

Tous les programmes qui sont en faveur du développement durable doivent prendre en compte les trois sphères de la durabilité qui sont: la société, l'environnement, et l'économie; dont la culture est une dimension sous-jacente.

Vue qu'il doit prendre en considération d'autres contextes locaux qui sont relatives à la région, le développement durable prend des formes très diverses à travers le monde. Les idéaux et les principes de la durabilité, englobent notamment des concepts généraux qui sont fixes comme l'équité entre les générations, l'égalité entre les deux sexes, la paix, la tolérance, la lutte contre la pauvreté, la préservation et la protection de l'environnement, la conservation des ressources naturelles et la justice sociale.

Nous marquons que la déclaration du sommet de RIO1 contient 27 principes, nous citons parmi eux:

- La participation et l'engagement des citoyens et des groupes qui les représentent sont nécessaires pour définir une vision concertée du développement et assurer sa durabilité sur les plans environnemental, social et économique.
- Les mesures favorisant l'éducation, l'accès à l'information et la recherche doivent être encouragées de manière à stimuler l'innovation ainsi qu'à améliorer la sensibilisation et la participation effective du public à la mise en œuvre du développement durable.
- Production et consommation responsables, des changements doivent être apportés dans les modes de production et de consommation en vue de rendre ces dernières plus viables et plus responsables sur les plans social et environnemental, entre autres par l'adoption d'une approche d'éco-efficience, qui évite le gaspillage et qui optimise l'utilisation des ressources.

01.2.4- L'AGENDA 21:

Concrétisant la prise de conscience de la nécessité d'un développement durable des activités humaines, le concept d'Agenda 21 trouve son origine dans plusieurs textes et dans plusieurs événements qui datent de la fin des années 80.

C'est un programme d'action pour le 21^{ème} siècle qui vise le développement durable. Il couvre l'ensemble des champs de compétence des collectivités de manière transversale : transports, logement, gestion des ressources, santé, formation...etc.

En 1992, le sommet de la Terre de RIO en a consacré le principe, via un programme d'actions réunissant 178 états. Il a également bien réaffirmé la place incontournable des collectivités territoriales dans la réussite des objectifs du développement durable.



Figure 2: logos de l'agenda 21

01.2.5- L'ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT ET AU DÉVELOPPEMENT DURABLE [EEDD] :

L'éducation à l'environnement et au développement durable est définie lors de la conférence de TBILISSI en 1977, en tant qu'une « *éducation qui amène les individus et les collectivités à saisir la complexité de l'environnement tant naturel que créé par l'homme, complexité due par l'interactivité de ses aspects biologiques, physiques, sociaux, économiques et culturels... à acquérir les connaissances, les valeurs, les comportements et les compétences pratiques nécessaires pour participer de façon responsable et efficace à la prévention, à la solution des problèmes de l'environnement, et à la gestion de la qualité de l'environnement* »⁵

Source : Ministère de l'écologie et du développement durable <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

⁵ Allain Bougrain Dubourg et Antoine Dulin L'éducation à l'environnement et au développement durable tout au long de la vie, pour la transition écologique Décembre 2013

-APPARITION OFFICIELLE DE L'EEDD :

Sur le niveau international, le concept d'éducation à l'environnement et au développement durable est apparu pour la première fois en 1992, lors du sommet de la terre qui a eu lieu à la ville de Rio. Dans l'Agenda 21 qui en ressort, et selon son principe numéro dix, la participation des citoyens est considérée comme la meilleure façon de traiter les questions d'environnement. Et dans sa déclaration finale le chapitre numéro trente-six constituait une promotion de l'éducation à l'environnement.

Le concept de l'EEDD a connu un nouveau lancement en 2005, car l'organisation de l'UNESCO lui a confié une grande importance.

- OBJECTIFS DE L'EEDD :

L'éducation à l'environnement et au développement durable, est souvent associée aux notions d'écocitoyenneté, de formation, et de diffusion de la culture scientifique. Elle vise à changer les pratiques de l'humanité en matière d'utilisation et de gestion des ressources de la Terre, tout en favorisant la compréhension, l'adhésion, et la participation plus active des citoyens. Elle facilite aussi l'évolution des modes de vie et des comportements, ainsi que l'innovation sociale dans les modes d'action des organisations publiques et privées.

Par la diversité de ses approches et la multiplicité de ses thématiques, l'EEDD concourt également à la transformation des repères culturels de la société, dans une perspective de développement durable.

- LES BASES DE L'EEDD :

L'éducation à l'environnement et au développement durable est basée sur :

- **Le savoir** : Les connaissances scientifiques permettent de comprendre la nature et la complexité des relations entre les êtres vivants et leur environnement.
- **Le savoir-faire** : L'éducation à l'environnement développe la curiosité, la capacité à observer, à comprendre, à penser, à imaginer et à agir de façon correcte.
- **Le savoir-être** : L'éducation à l'environnement vise à responsabiliser, car elle nous engage individuellement et collectivement à développer des attitudes de respect vis-à-vis de soi-même, d'autrui, de son environnement et de la société.

- LES ACTIONS DE L'EEDD :

Les actions d'EEDD concernent toutes les différentes catégories d'âge, toutes les communautés de vie, du monde du travail au cercle familial en passant par la scolarité, la formation professionnelle, les activités sociales, civiques, culturelles, la consommation, les sports, les loisirs, le tourisme...etc. Elles touchent aussi toutes les échelles de territoires, du local au national.

L'EEDD s'appuie sur une démarche inscrite dans les politiques publiques environnementales et éducatives, elle s'appuie aussi sur le développement des projets multi-partenariaux associant les acteurs publics et la diversité des acteurs de la société civile (associations, entreprises, syndicats, chercheurs...etc.)

01.4- L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :

01.4.1- DÉFINITION :

La bioclimatique peut être définie comme étant l'architecture qui met en harmonie la biologie humaine avec son environnement. Elle permet de réduire les besoins énergétiques, et de créer un climat de bien être dans les locaux et les espaces de vie, à travers une température agréable, une humidité contrôlée, et un éclairage naturel abondant.

01.4.2- OBJECTIFS :

Une construction bioclimatique a pour objectif d'assurer le confort humain dans le respect de son environnement. Elle consiste à établir le meilleur équilibre entre le bâtiment, le climat environnant et le confort de l'habitant.

01.4.3- PRINCIPES DE BASE :

Le principe fondamental de l'architecture bioclimatique est le climat, car « *le climat est l'élément critique dans la conception d'une architecture bioclimatique : évolution de l'ensoleillement et des températures, régime des vents et des précipitations, tout contribue à déterminer un environnement physique auquel l'architecte cherche à répondre* »⁶.

Afin de réaliser le confort d'été et le confort d'hiver, tout en réduisant les besoins de chauffage et de climatisation, l'architecture bioclimatique tient à travailler avec un ensemble de principes qui aident à contrôler et à bénéficier au maximum possible des facteurs climatiques et des éléments naturels qui existent sur le site ou sur la région en question.

1- L'implantation et l'orientation du bâtiment :

Il faut s'installer dans la zone privilégiée d'implantation, afin d'en tirer profit des énergies renouvelables existantes dans le site, et assurer ainsi le confort d'été et le confort d'hiver.

Pour assurer le confort d'hiver il faut:

- Se protéger d'abord des vents froids.
- Capter les rayons solaires et éviter d'avoir de l'ombre portée par les feuillages persistants, par le relief et par le bâti existant.
- Stocker la chaleur captée à l'intérieur du bâtiment puis la distribuer sur ses différents espaces.
- Réguler la chaleur selon les besoins.
- Éviter les déperditions thermiques qui sont dues souvent au vent.

Pour assurer le confort d'été, il faut d'abord en tirer profit des protections naturelles contre le soleil estival, tel que la forme naturelle du terrain et la végétation existante. Il faut aussi favoriser la circulation de l'air à l'intérieur du bâtiment et le rafraichir de manière naturelle; le bâtiment devra donc être orienté suivant un axe perpendiculaire au vent dominant. Et afin de maximiser la ventilation, il est recommandé de positionner les ouvertures face au courant d'air, et d'avoir une hauteur sous plafond assez importante, car cette dernière facilite la circulation de l'air.

⁶ Livre d'Alain Liébard et André De Herde Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques 2005

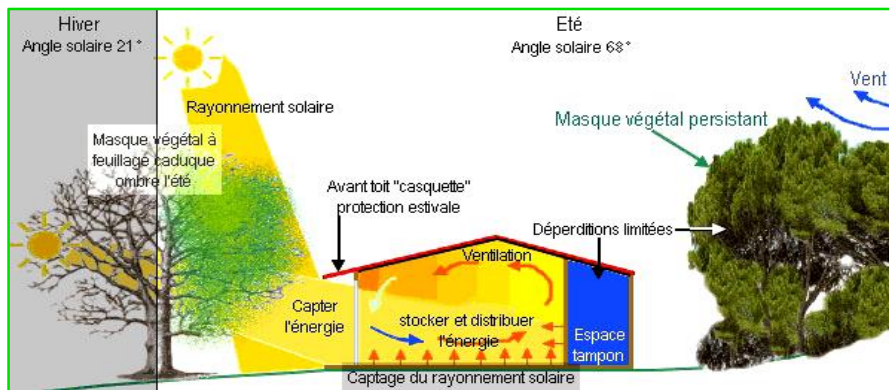


Figure 3: principes d'architecture bioclimatique

2- L'optimisation de la lumière naturelle :

L'architecture bioclimatique a parmi ses buts, la création d'une ambiance lumineuse agréable, afin de permettre le bon déroulement des activités et de valoriser le confort visuel, tout en réduisant le recours à l'éclairage artificiel et à la dépense d'énergie. Pour cela il faut:

- Positionner les ouvertures aux bons emplacements avec la taille convenable.
- Intégrer des éléments transparents lorsque cela est possible.
- Choisir des couleurs adéquates avec l'ambiance lumineuse de l'espace en question.

3- La forme du bâtiment :

La forme ou la volumétrie d'un bâtiment, joue un rôle important dans sa protection contre les vents et les rayons solaires. Par exemple, la forme inclinée ou courbée de certains toits, permet de réduire l'effet des rayons solaires en été, et de changer la direction des vents froids en hiver. Donc la toiture inclinée constitue une double protection pour les espaces intérieurs du bâtiment.

4- L'organisation des zones :

L'organisation des zones selon l'ambiance thermique des espaces, s'inscrit dans le prolongement de cette réflexion. L'occupation des divers espaces varie en fonction du rythme des saisons et des journées. Définir ces différentes zones et caractériser leurs besoins thermiques spécifiques permet de les disposer rationnellement les unes par rapport aux autres. Deux principes clés caractérisent cette démarche : d'abord la création d'une double enveloppe en protégeant les espaces de vie hivernaux par des espaces tampons vis-à-vis de l'extérieur, puis le positionnement des pièces selon les usages de la vie quotidienne par rapport à la course du soleil et à sa hauteur saisonnière.

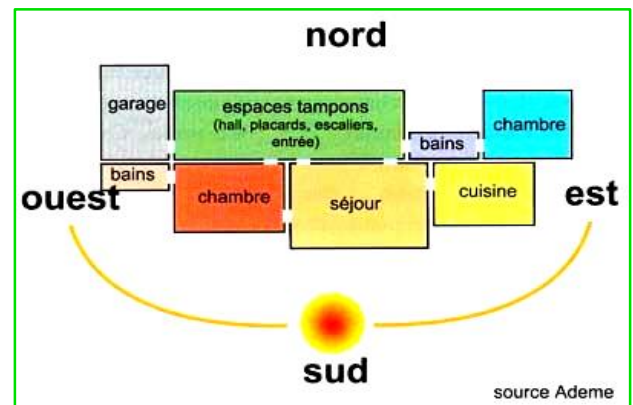


Figure 4: principes d'organisation des espaces

5- Le choix des matériaux est un élément capital de la conception bioclimatique. Il assure le confort des occupants ; en captant la chaleur ou en préservant la fraîcheur et en évitant les sensations de « parois froides » et favorise les économies d'énergie. En plus de ça on tient compte : De l'origine des matériaux utilisés, leurs provenances, l'énergie consommée à leur fabrication, et de leur capacité à être recyclé.

01.5 - LE BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE :

01.5.1-DÉFINITION :

Le bâtiment bioclimatique ou la construction bioclimatique, est toute une construction qui à la fois assure la bonne qualité de vie des occupants, et maîtrise ses impacts sur l'environnement. Elle assure également une performance énergétique optimale, tout en utilisant autant que possible les énergies renouvelables et les ressources naturelles locales, on parle aussi d'une écoconstruction.

01.5.2- AVANTAGES :

Parmi les innombrables avantages d'une construction bioclimatique, nous citons :

- La réduction de la consommation d'eau.
- La gestion durable des eaux pluviales.
- L'augmentation des revenus fonciers.
- La minimisation des coûts de construction et d'entretien des infrastructures.
- La réduction des coûts de gestion des matières résiduelles.
- L'intérêt du rendement économique qui provient de ces bâtiments.
- La contribution la santé et au bien-être des usagers.
- La diminution du phénomène d'îlot de chaleur urbain.
- La contribution à la spécificité des municipalités.

01.5 3- CYCLE DE VIE D'UN BÂTIMENT :

Réduire l'impact du bâtiment sur l'environnement doit se faire durant toute sa durée de vie qui commence à partir de la fabrication de ses matériaux, passant par l'étape de sa construction, puis son exploitation et sa maintenance, et à la fin l'étape de sa déconstruction .

Dans chacune des phases citées précédemment, les travaux entrepris constituent une charge importante pour notre environnement, en terme de consommation énergétique tel que l'extraction des matières premières et le transport, en terme de production de déchets et de pollution tel que la pollution de l'air, de l'eau et du sol, et d'autres nuisances diverses sur l'environnement proche ou mitoyen. Cependant, c'est au cours de son occupation que le bâtiment sera réellement le plus pénalisant pour l'environnement. La phase d'exploitation-maintenance contribue avec une large part aux impacts environnementaux d'un bâtiment à travers: la consommation de fuel de gaz ou d'électricité pour le chauffage, pour le rafraîchissement et la climatisation, et pour l'éclairage artificiel. La consommation de l'eau pour l'alimentation et pour les sanitaires, la production de déchets ménagers, les rejets d'eaux usées, et l'émission de gaz à effet de serre.

Afin de réduire l'impact du bâtiment sur l'environnement, il faut opter pour des techniques et des dispositifs précis, ces derniers vont permettre de minimiser la consommation des énergies fossiles, et de réduire ainsi les déchets y provenant ; sans pour autant négliger le facteur humain, car les occupants sont les premiers responsables qui doivent adapter leur mode de vie ainsi que leurs habitudes selon les règles de la protection de l'environnement, et cela se fait par la minimisation des énergies consommées quotidiennement, et le respect du mode de fonction de leur bâtiment.

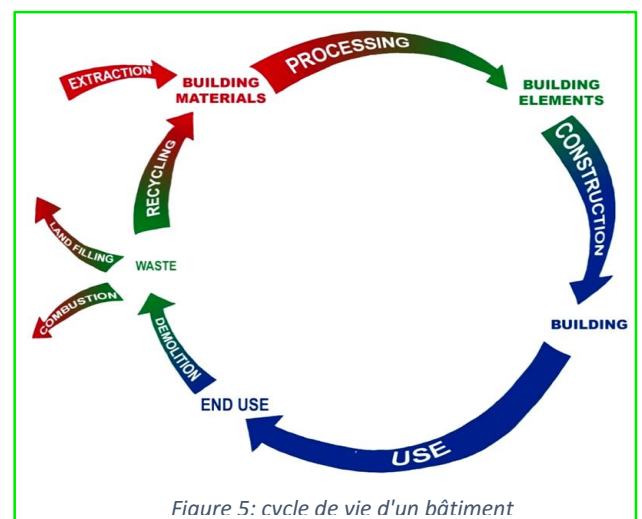


Figure 5: cycle de vie d'un bâtiment

Source : André De Herde, Alain Liébard Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable 2005 /-Samuel Courgey et J.P Oliva. La conception bioclimatique : des maisons économes et confortables : en neuf et en réhabilitation - Mens : Terre vivante, 2006.

01.6 - LA HAUTE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE [HQE] :

01.6.1- DÉFINITION

La haute qualité environnementale est une démarche qui a été lancée au début des années 90, et appliquée au secteur du bâtiment. C'est une réponse à de nouvelles attentes qui sont la lutte à la fois contre le gaspillage des ressources énergétiques qui sont de plus en plus rares et contre la brutale accélération des changements climatiques de la planète.

Elle permet d'élargir le champ de recherche sur les solutions les plus performantes, tout en prenant en considérant tous les stades de vie, ainsi que tous les impacts du bâtiment.

La HQE projette d'assurer un meilleur contrôle de l'acte de bâtir, et elle se fixe comme objectifs, la réalisation de bâtiments neufs, et l'amélioration de ceux qui sont déjà existants afin qu'ils aient dans leur ensemble des retombées limitées sur l'environnement quelles que soient leurs destinations. Pour toutes ces raisons, les spécialistes de la HQE ont cherché à intégrer la notion de développement durable dans le secteur du bâtiment, afin de contribuer à répondre aux nouveaux défis du vingt-et-unième siècle.

01.6.2-LES CIBLES DE LA HQE :

Pour être plus opérationnelle, la Haute Qualité Environnementale d'un bâtiment a été décomposée en quatorze exigences particulières, appelées «cibles», et chaque cible a été décomposée à son tour en «cibles élémentaires». On en dénombre actuellement cinquante-deux cibles, dont l'ensemble est organisé suivant deux domaines et quatre familles qui sont:

- **Le domaine n°1**, il vise à maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur, et il regroupe les cibles d'éco construction [Famille 1], et les cibles d'éco gestion [Famille 2].
- **Le domaine n°2**, il vise à produire un environnement intérieur satisfaisant, et il regroupe les cibles de santé [Famille 3], et les cibles de confort [Famille 4], qui sont le confort hygrothermique, le confort acoustique, le confort olfactif, ainsi que le confort visuel.

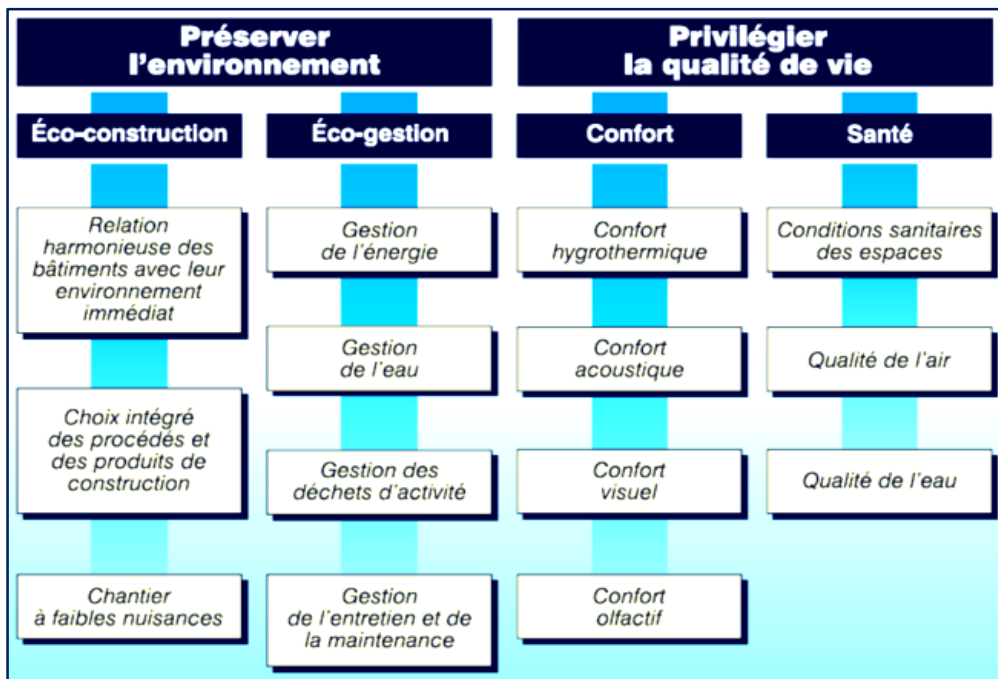


Figure 6: Les 14 cibles de la HQE (source *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique*)

01.6.3-Les énergies renouvelables:

Fournies par le soleil, le vent, la chaleur de la terre, les chutes d'eau, les marées, ou encore la croissance des végétaux; les énergies renouvelables n'engendrent pas, ou bien engendrent peu de déchets ou d'émissions polluantes. Elles participent à la lutte contre l'effet de serre et les rejets du dioxyde de carbone [CO₂] dans l'atmosphère. Elles facilitent la gestion raisonnée des ressources naturelles locales et génèrent ainsi des emplois.

Le solaire [solaire photovoltaïque et solaire thermique], l'hydroélectricité, l'éolien, la biomasse, la géothermie, ce sont tous des énergies flux qui sont inépuisables par rapport aux énergies stock qui eux sont tirées des gisements de combustibles fossiles en voie de raréfaction tel que le pétrole, le charbon, le lignite, et le gaz naturel.



Figure 7: les énergies renouvelables

- LES SOURCES DE L'ÉNERGIE RENOUVELABLE :

-L'eau : L'énergie hydraulique provient de l'exploitation de l'eau sous toutes ces formes, chutes, cours d'eau, et marée.

-La biomasse : Elle comprend les produits solides tels que le bois et dérivés, les biogaz et les biocarburants issus de la transformation de végétaux ou de déchets animaux.

-La géothermie : Elle consiste à exploiter la température du sous-sol pour le chauffage [puits canadien].

-Le vent : L'énergie éolienne utilise la force du vent pour la production de l'électricité, elle est considérée aussi comme un moyen naturel de ventilation.

-Le soleil : Il produit de la chaleur et de l'électricité à travers ses rayons, il aussi la meilleure source d'éclairage.

01.8-CONCLUSION :

Nos climats n'offrant pas des conditions climatiques suffisantes pour assurer le confort thermique durant toute l'année, alors il est nécessaire de corriger les données climatiques par le chauffage ou le refroidissement des bâtiments. L'objectif à poursuivre est donc d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, le bâtiment et le comportement de l'occupant.

L'architecture bioclimatique tire parti du climat afin de rapprocher au maximum les occupants des conditions de confort. Sous nos climats tempérés, les variations de l'ensoleillement, du vent et des températures demandent de mettre en œuvre diverses stratégies adaptées aux différentes saisons. En hiver, il importe de profiter des apports solaires et de se protéger du froid [stratégie du chaud]. Tandis qu'en été, il faut se préserver du soleil, et parfois ouvrir sa maison aux vents [stratégie du froid]. La construction bioclimatique s'accorde enfin aux rythmes naturels en tirant le meilleur parti possible de la lumière naturelle [stratégie de l'éclairage naturel].

02- LE LOISIR SCIENTIFIQUE :

02.1- PRÉSENTATION DU LOISIR:

Selon le grand dictionnaire terminologique de la langue française, le loisir se définit comme une activité individuelle ou collective de nature variée [culturelle, sportive, touristique, de plein air...etc.] à laquelle une personne se consacre volontairement pendant son temps libre. Le conseil québécois du loisir, décrit le loisir dans le milieu de la recherche universitaire comme l'ensemble des comportements choisis à une valeur hédoniste, auquel une personne à titre individuel ou en groupe affinitaire, peut s'intéresser ou s'adonner dans son temps libre, avec les ressources dont elle dispose, et en rapport avec les gratifications qu'elle en attend.

La notion du loisir est par ailleurs souvent associée à des épithètes ou expressions qui en précisent le contexte, le contenu, ou les finalités. Des expressions telles que; loisir culturel, scientifique, municipal, sportif, socioéducatif, thérapeutique, touristique, commercial, individuel, créatif, nautique, communautaire, de plein air sont alors utilisées.

02.2 LE LOISIR SCIENTIFIQUE:

02.2.1- DÉFINITION :

Le loisir scientifique désigne les activités visant à sensibiliser et à éduquer scientifiquement les individus et l'ensemble du public, elles sont effectuées dans des centres de loisirs, maisons de jeunes, centres de loisirs de jeunes, et aussi pendant certains séjours à thèmes scientifiques.

02.2.2- DÉMARCHES DU LOISIRS SCIENTIFIQUE :

La culture scientifique est l'ensemble des savoirs scientifiques mais aussi techniques acquis par un individu. Le but du loisir scientifique est de pouvoir vulgariser ces connaissances afin qu'elles ne soient pas réservées qu'aux spécialistes. Elle se décline sous un ensemble d'activités permettant de faire comprendre à un public novice [enfants, adolescents, adultes, personnes scolarisées ou non] les enjeux des sciences, et se déroulant dans de multiples lieux tel que établissements scolaires, musées, centres culturels...etc.

Pour rendre le loisir attrayant, celui-ci s'effectue souvent sous la forme d'exposition de diverses expériences en permettant au public à y participer, et sous forme d'ateliers qui offrent la possibilité de découvrir un sujet scientifique et de l'étudier.

Le loisir scientifique peut également se présenter comme ; un stand, une rencontre entre scientifiques qui mettront en avant leurs travaux, une visite guidée, ou encore une sortie de terrain.



Arizona science center



Kentucky science center



Macao science center

Figure 9 : espace de loisir scientifique

Source : Sylvie Toupin LE LOISIR SCIENTIFIQUE, UN CONCEPT EN MUTATION, coordonnatrice du développement scientifique, Conseil de développement du loisir scientifique, Montréal / Marie-Ève Miguères, Marie-Lise Sabrié : Guide Pratique de l'animateur scientifique — secteur Culture scientifique, DIC, IRD.

02.2.3- OBJECTIFS :

Le but du loisir scientifique est de créer une démarche scientifique qui offre une nouvelle appréhension du monde. À la fois ludique et interactive, la démarche scientifique permet d'expérimenter, d'analyser et d'ouvrir à la discussion.

L'objectif est d'apprendre au grand public à développer des raisonnements, des hypothèses mais aussi à s'interroger et à confronter ses idées afin d'éveiller son esprit critique. L'initiation par la participation du public permet à celui-ci d'aborder un sujet complexe afin de « *participer de manière éclairée à un débat d'idées* ».

02.3 - LE CENTRE DE LOISIR SCIENTIFIQUE [CLS] :

02.3.1- DÉFINITION :

C'est un organisme éducatif à but non lucratif, fondé pour la première fois au Canada à la région du Québec, il a pour objectif de réunir toutes les activités qui s'inscrivent dans le loisir scientifique. Il s'engage aussi à promouvoir les carrières en sciences et en technologie, et à soutenir le développement des connaissances scientifiques chez le public.



Figure 11: liberty science center new Jerzy



Figure 10:california science center

02.3.2- ACTIVITÉS PRINCIPALES :

01- EXPOSITION :

Dans un centre de loisir scientifique, existe trois types d'exposition; l'exposition permanente, l'exposition occasionnelle, et l'expo-science.

L'exposition permanente ou bien l'exposition permanente des expériences, est destinée à l'ensemble des visiteurs, elle se constitue de plusieurs expériences scientifiques et techniques exposées à l'intérieur ou à l'extérieur du centre selon leur contexte et leurs principes, elle permet à chaque visiteur de piloter ces expériences lui-même tout en assurant sa sécurité. Cette méthode d'exposition offre une facilité de la compréhension des idées et des astuces scientifiques, et assure leur enracinement dans l'esprit.



Figure 13: espace d'expérience phaneo center

**EXPO
SCIENCES**



Figure 12: exposition d'expo science

L'exposition occasionnelle se fait et s'inscrit dans le cadre des événements qui sont organisés par le centre, ou en parallèle avec les occasions de journées internationales qui ont un rapport à la science,

tel que la journée mondiale de l'eau, la journée mondiale de la planète, et la journée mondiale de l'environnement.

L'expo-science est un événement précis qui se déroule tous les printemps, où des jeunes scientifiques qui ont l'âge entre douze ans et vingt ans, viennent présenter leurs travaux et leurs recherches qui ont été réalisés lors des périodes extrascolaires. Cet événement s'organise en général dans des espaces d'exposition aménagés en petits kiosques.

02- FORMATION :

La formation est destinée aux adhérents, car elle se présente sous forme de d'engagement dans des clubs spécialisés dans divers domaines [biologie, biochimie, écologie, technologie, informatique ...etc.] Elle offre aux personnes qui sont intéressées d'approfondir leurs connaissances et de développer leurs compétences, l'occasion de recevoir des cours et de faire des expériences sous l'encadrement des agents spécialisés.

Les espaces dédiés pour cette activité sont organisés sous forme d'ateliers, de laboratoires de recherche, de salles de cours, et d'espaces de travail extérieurs pour les activités qui doivent se faire en plein air.



Figure 14: salle de cours



Figure 15: activité en plein air

Les clubs proposés par le centre de loisir scientifique s'appuient sur le principe de l'innovation et de la recherche qui est basée sur des hypothèses qui sont proposées par les participants et les adhérents, ils visent à développer les idées de ces derniers, et à les concrétiser sur le champ d'expériences. Ils sont organisés selon les tranches d'âge et se présentent comme suit:

- **LE CLUB DES DÉBROUILLARDS** qui propose à des jeunes de six à douze ans des activités faciles à réaliser, très sécuritaires, et faisables avec du matériel que l'on retrouve à la maison. Ces activités peuvent se dérouler dans des salles d'atelier, dans des laboratoires, ou en plein air, selon le contexte et le but de l'expérience en question.

**CLUB
DÉBROUILLARDS**



Figure 16: activités du club débrouillard

- **LES FOUS DE LA SCIENCE** qui est destiné aux adolescents, et qui se base sur la liberté du choix du thème et de l'expérience. Il a pour objectif d'encourager ses adhérents à inventer, à créer, et à expérimenter de nouvelles techniques.



Figure 17: club fous de la science



03-Les sorties et les camps:

Il s'agit d'organiser des campements de jour ou de séjour en période de vacance, ainsi que des sorties d'exploration dans la nature où s'allient sciences, vacances, activités sportives et de plein air.

02.3.4-Le loisir scientifique et le développement durable :

Le loisir scientifique contribue d'un air important dans la diffusion de l'éducation à l'environnement et au développement durable à travers ses trois activités principales :

Les expositions qui concerne l'environnement et sa protection sensibilise le public aux questions d'écologie tant à l'échelle planétaire qu'à l'échelle de la vie quotidienne, le rapproche a la culture écologique et propose des technique et des actes quotidienne de protection de l'environnement tel que le tri sélectifs, le recyclage en expliquant scientifiquement chaque élément.

Ainsi la programmation des sorties et des camps dans la nature permet de découvrir la diversité du milieu naturel et ses particularités et connaitre les différente espèces et leurs rôle dans la nature et sensibiliser de la nécessité de la protection de cet écosystème.

L'activité des clubs en encourageant l'innovation et la recherche dans ce domaine permet de comprendre et développer de divers mécanisme et dispositifs écologique.



Figure 18: activités relatives à l'environnement

02.3.5-Etude des exemples de centre de loisir scientifique :

Afin de comprendre l'organisme et les caractéristiques architecturales d'un centre de loisir scientifique, il est nécessaire d'élaborer une étude d'exemples et tirer un ensemble de recommandations et critères qui servent comme guide dans la conception de notre projet.

Exemple 01 : L'Académie des Sciences de Californie:

Architect: Renzo Piano Building Workshop.
Usages: l'éducation, recherche, Musée.
Hauteur: 19 m.
Surface : 400,000 pieds carrés (37 000 m²).
Niveaux : 5 (2 souterrains, 3 niveaux d'exposition).
Début des travaux: 1998.
L'ouverture: 2008.



Figure 19 académie des sciences Californie

Construit comme un centre éducatif et de recherche pour les sciences de la vie, ce bâtiment est actuellement le bâtiment le plus vert au monde ayant un engagement envers l'efficacité énergétique, la réduction de l'empreinte carbone et la préservation de l'environnement naturel. Ce bâtiment est le résultat d'une réhabilitation de l'ancienne construction qui date de 1853.

01-Situation:

L'Académie des Sciences se situe dans le Golden Gate Park, San Francisco entourée d'un ensemble d'établissement à fonction publique et limitée par 2 voies importantes, son emplacement au sein d'un environnement naturel et sa proximité du jardin botanique et le conservatoire des fleurs offre une promenade intéressante pour les visiteurs.



Figure 20: situation de l'académie des sciences (source : auteur)

02-Le principe de conception :

Après avoir contemplé les bâtiments existants et profitants de la vue depuis le toit de l'Académie, Piano dessine une ligne de toit sinuose qui faisait écho à la topographie vallonnée de San Francisco.

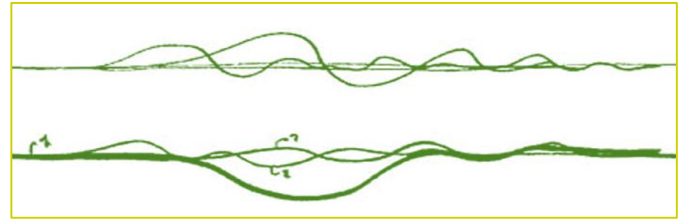


Figure 21 : esquisse du projet (source : www.rpbw.com)

Piano a commencé avec le concept élégant d'un pavillon qui allie parfaitement dans le cadre du parc. Il a décrit le musée comme «*couplant le plan de masse d'un parc et soulevant 12mètre en aire* » et de cette idée le toit complètement végétalisé est née.

Le volume est une composition d'un parallélogramme et 4 sphères, qui poussent le toit vers le haut ou se situent les 3 espace principaux : le foret tropical, le planétarium et le hall d'entrée et une qui le pousse vers le bas ou se situe la piazza centrale

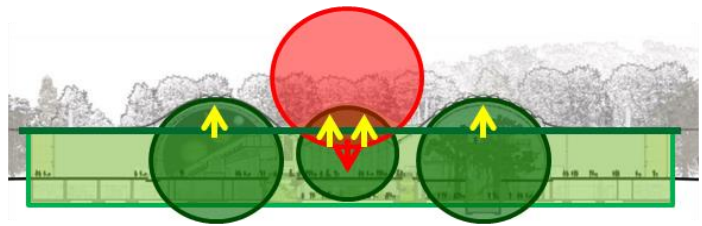


Figure 22: principe du volume (source : auteur)



Figure 23: transformation du volume (source www.rpbw.com)

03-L'aspect bioclimatique:

Le toit végétalisé : Les six pouces de substrat du sol du toit sert comme isolant naturel, et chaque année, environ 3,6 millions de litres d'eau de pluie sont récupérés

Ventilation naturelle

Le volume ondulé percé des ouvertures des deux coté constitue un système de ventilation naturelle qui permet de ventiler tout le volume par un courant traversant (qui entre par des fenêtres qui s'ouvrent et se ferme automatiquement) et pousse l'air chaud par les ouvertures existante au niveau plus haut du toit. Ainsi la partie basse du toit permet au courant d'air froid de pénétrer dans la partie centrale le distribue dans le reste du bâtiment.



Figure 24: le toit végétalisé (source : www.rpbw.com)

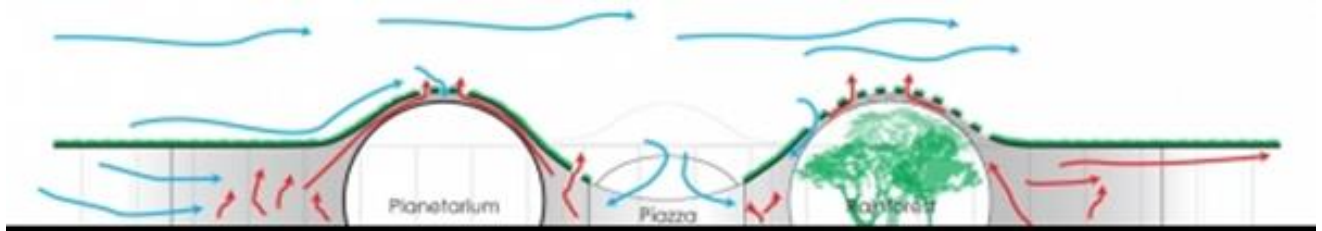


Figure 25: ventilation naturelle dans le bâtiment de l'académie (source www.rpbw.com)

L'éclairage naturel

90 % des d' éclairage dans le bâtiments se fait naturellement par la captation de la lumière naturelle à l'aide d'un ensemble de puits de lumière percé sur le toit qui éclaire la sphère du rain forest , la piazza bénéficie d'un éclairage zénithale parla partie transparente du toit les autre partie par des fenêtres larges qui laisse passer la quantité de lumière nécessaire sans avoir de l'éblouissement.

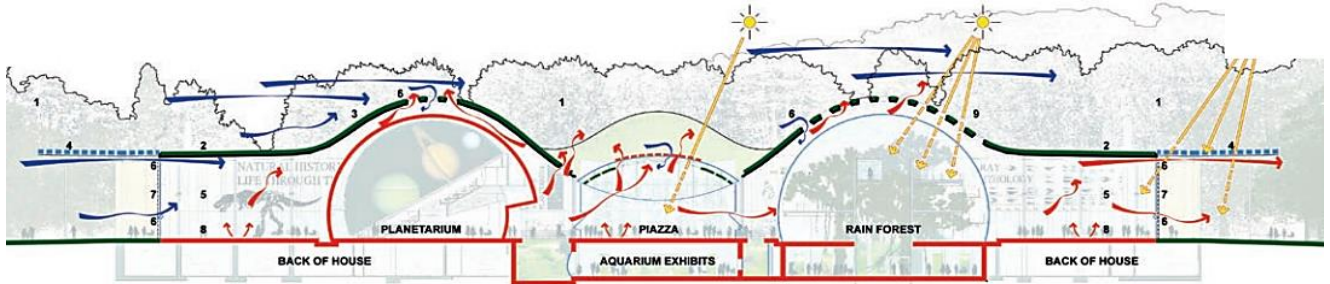


Figure 26: l'éclairage naturel dans le bâtiment de l'académie (source www.rpbw.com)

Production de l'énergie électrique :

L'aile périmétrique contient 60.000 cellules photovoltaïques qui produisent environ 213.000 kilowatts par an (au moins 5% des besoins). Cela empêche une grande quantité d'émissions de CO2 par an.

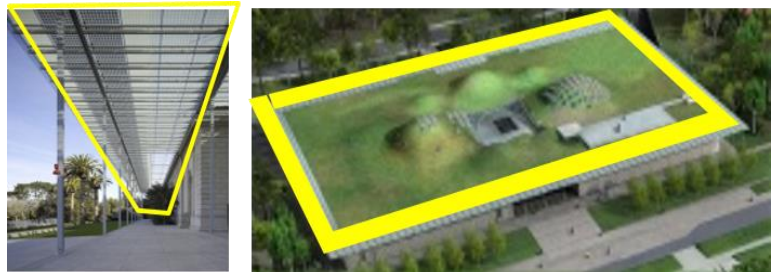


Figure 27: les panneaux photovoltaïques (source auteur)

Gestion des eaux :

L'absorption et la réutilisation des eaux de pluie.

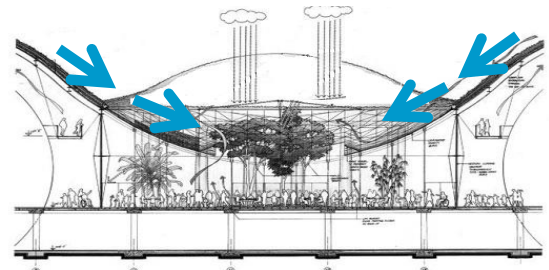


Figure 28: principe de récupération des eaux pluviales (source auteur)

Matériaux de construction recyclés :

Plus de 90% des matériaux de démolition ont été recyclés. 9.000 tonnes de béton, 12.000 tonnes d'acier. Au moins 50% du bois a exploité de façon durable et certifiées par le Forest Stewardship Council. Acier recyclé a été utilisé par 100% pour la structure du bâtiment. L'isolation des murs du bâtiment sont prises en fonction de jeans recyclés. A une composition de béton à partir de déchets industriels. Au moins 20% de matériaux locaux ont été élaborés à quelques miles de l'immeuble, le renforcement de l'industrie locale et la réduction des émissions, le transport de matériaux.

04-Synthèse

Implantation du projet dans un milieu à contexte naturel renforce le but du projet.
Intégration du jardin botanique dans le projet qui réfère à la faune locale.
Recoure aux systèmes passifs de ventilation d'et éclairage optimisé par des mécanismes automatiques.
Recourir aux énergies renouvelables : en installant 60 000 cellules photovoltaïques.
La récupération et l'exploitation des eaux de pluies

Un toit végétalisé qui réduit la déperdition thermique et minimise les besoins de refroidissement.
Utilisation des matériaux recyclés et locaux.

Source : Renzo piano Building Workshop <http://www.rpbw.com>

Exemple 02 : Connecticut Science Center:

Fiche technique du projet :
Architecte: Cesar Pelli & Associates
Usages: l'éducation; Musée
Hauteur: 183 pi
Surface : 154 000 pieds carrés (14 300 m²)
Étages: 6
Début des travaux: Janvier 2006
L'ouverture: le 12 Juin 2009



Figure 29: Connecticut science center

01-Situation :

Le Connecticut Science Center est situé à Hartford, la capitale de l'état du Connecticut dans le Nord-est des Etats-Unis, exactement sur la rivière Connecticut entouré d'un ensemble de projet a importance régionale



Figure 30: situation du Connecticut science center

02-Principe d'implantation :

Le centre est implanté suivant l'axe de pont qui traverse la rivière faisant face au théâtre en plein air situant sur le bord de la rivière et le parc urbain au nord en raison de valoriser la relation visuelle entre le centre la rivière et l'espace du théâtre et le parc urbain.



Figure 31: principe d'implantation (source : auteur)

03-Le volume :

La volumétrie complexe du centre constitué de 4 formes réunies fait l'objet d'un outil d'attraction qui invite le public à explorer ce centre et symbolise l'élément naturel marquant de la ville (la rivière) par son toit de forme de vague.

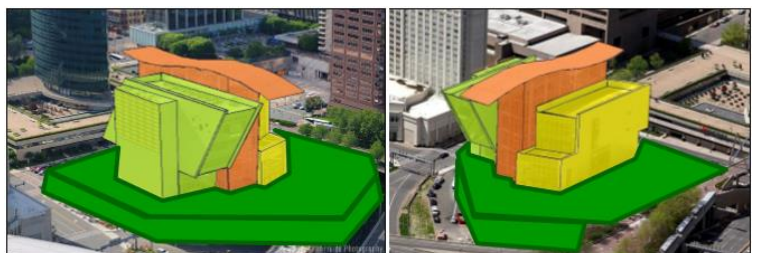
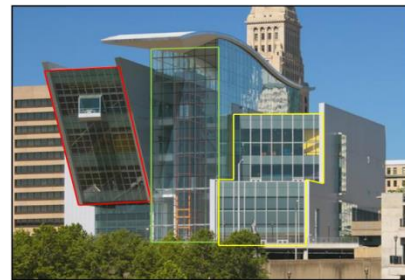
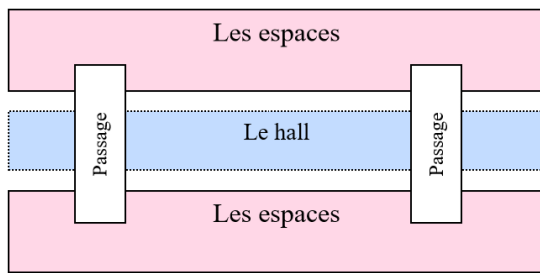


Figure 32: la volumétrie du Connecticut science center (source auteur)

Le volume centrale est l'élément émergent du bâtiment se constitue d'un seul niveau (RDC) réservé à l'exposition et gère la circulation verticale et horizontale entre les 2 volumes constitué d'atelier et de salle de cours par un ensemble de passerelles qui existe dans chaque niveaux.



Le volume est totalement transparent ce qui permet d'éclairer l'ensemble des espaces centraux naturellement.

04-Répartition des espaces:

La répartition des espaces est basée sur la quantité de lumière nécessaire pour chaque activité, ce qui a permis d'avoir un jeu de transparence et d'opacité aux niveaux des façades.

Les parties aveugles sont exploitées en tant qu'écrans de projection



Figure 33: façade Ouest

Figure 34: façade Est

05-L'aspect bioclimatique:

Eclairage naturel : utilisation des parties transparentes qui permettent de bénéficier des rayons naturels et la répartition des espaces selon leurs besoins d'éclairage pour assurer un degré de confort qui convient.



Figure 35: vue d'intérieure la partie transparente du volume

Ventilation naturelle :

le volume centrale dégager laisse passer l'air frais provenant de la rivière pour créer un courant qui sert à aérer les espaces qui donne sur le hall central .

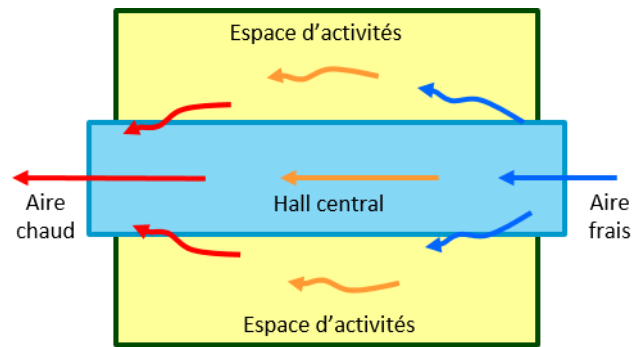


Figure 36: le trajet de l'air à l'intérieur du volume (source : auteur)

Energie renouvelable :

Utilisation du verre photovoltaïque pour réduire la consommation dans les salles qui nécessite plus d'éclairage artificiel et d'électricité.

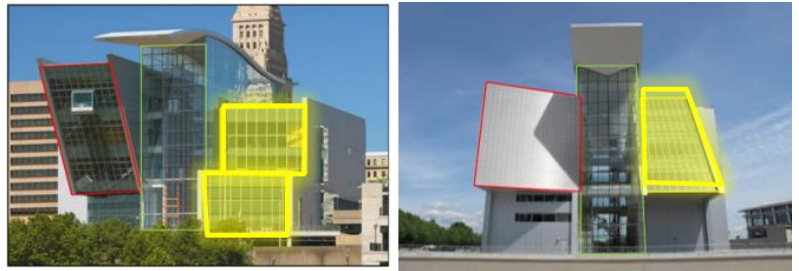


Figure 37: emplacement des panneaux photovoltaïque (source : auteur)

Jardin terrasse : le toit du volume nord comprends un jardin saisonnier ce qui crée un micro climat au niveau de la terrasse.



Figure 38: le jardin terrasse du centre

Synthèse

Une intégration parfaite du projet dans le milieu urbain en assurant une relation directe avec les espaces publics de proximité.
Une volumétrie complexe (par rapport aux constructions voisines) et l'utilisation remarquable de la transparence qui éveille l'esprit de curiosité chez le public et l'invite à explorer le centre.
Conception des façades selon les espaces qui sont répartie selon leur besoin d'éclairage.
Ventilation naturelle par un courant traversant provenant de la rivière.
L'emploi du verre photovoltaïque pour la production d'énergie électrique.
Intégration de la végétation au niveau du toit pour créer un micro climat.

-Synthèse générale :

Après avoir analysé les exemples précédant on note un ensemble de principes d'intervention:

- choisir un emplacement accessible et visible par le public.
- insérer le projet dans un air à contexte naturel ou créer un aménagement extérieur qui réfère à la nature et la faune locale ce qui offre une promenade en plein air aux visiteurs.
- adapter une volumétrie complexe afin d'attirer l'attention au projet.
- employer le concept de la transparence pour avoir une continuité entre l'intérieure et l'extérieure
- l'emploi de la végétation au niveau du bâtiment (murs végétalisés, toit végétalisé ; terrasse jardin).
- l'hiérarchisation des espaces du public (espace d'exposition) au semi privé (les ateliers et les salles de cours).
- répartir les activités et les espaces d'exposition selon leurs besoins d'éclairage (éclairage naturel).
- prévoir des espaces extérieurs pour chaque activité.
- assurer les passages directs de l'intérieur vers l'extérieur pour éviter la rupture
- Bénéficier du soleil de manière passive en choisissant une bonne orientation pour profiter d'éclairage naturel.
- utilisation de méthode passive pour la ventilation et la renforcer par des mécanismes mécaniques.
- Performance Énergétique du Bâtiment (isolation, construction basse énergie, imperméabilisation à l'air, double vitrage, ...).
- Réduction de ses émissions globales de CO2 (limiter la circulation mécanique, favoriser les zones végétalisées)
- Retarder l'écoulement des eaux de pluies (toitures vertes).
- Gestion des eaux pluviales sur les parcelles (infiltration dans le sol, combattre l'imperméabilisation,
- Récupérer les eaux pluviales.
- Mise en valeur des éléments aquatiques.

CONCLUSION

La recherche précédente nous a permis de nous familiariser avec le thème du projet, le programme et les critères de base d'un centre de loisir scientifique, enrichir notre bagage lié à l'architecture bioclimatique et définir les aspects dont notre projet doit acquiescer.

La matérialisation de ces informations en un projet architectural, a besoin de se guider par les potentialités et les caractéristiques du site d'intervention, dont on va aborder son analyse dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II :
LE PROJET ARCHITECTURAL

Après l'acquisition des multiples informations sur la nature du projet et les principes d'architecture adaptés dans sa conception, il est nécessaire de prendre connaissance sur le site d'intervention aux niveaux des différentes échelles, ce qui nous permet de concevoir un projet qui s'intègre dans le milieu urbain et naturel qui l'entoure.

01-ANALYSE DU SITE :

01.1 -Présentation de la commune de Boufarik :

01.1.1-Situation:

-Cadre géographique :

La commune de Boufarik se situe à l'extrême Nord de la wilaya de Blida à environ 15 km du centre et 35 km d'Alger, dans l'aire géographique comprise entre $^{\circ}36,6193$ et $^{\circ}36,5368$ latitude Nord $^{\circ}2,8682$ et $^{\circ}2,9814$ longitude Est.

Elle est partie intégrante de la plaine de Mitidja (partie centrale), son territoire s'étend sur 5094 hectares dont 80% constitué de terrains agricoles

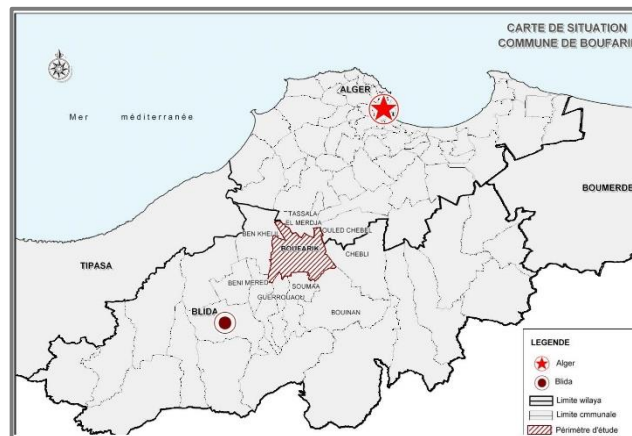


Figure 39:situation de la commune de Boufarik

-Cadre administratif :

Boufarik est une des 25 communes du territoire de la wilaya de Blida, elle est chef-lieu de daïra, sa création comme entité communale remonte au 21 novembre 1851.

Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de Tessala el Merdja d'Alger).
- A l'Est par les communes d'Ouled Chbel (wilaya d'Alger) et Chebli.
- Au Sud par les communes de Bouinane, Soumaa et Guerrouaou.
- A l'Ouest par les communes de Ben Khelil et Beni Meurad.

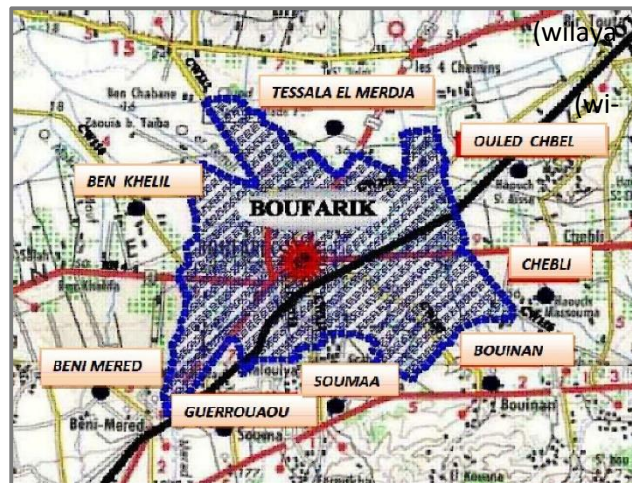


Figure 40:limites administratifs de la commune

01.1.2-Accessibilité :

La situation de la commune de Boufarik lui permet de bénéficier de bonnes conditions de desserte par un réseau routier important qui fait la diversité et la multitude des accès.

Elle est desservie par :

- L'autoroute Est-ouest (Alger – Oran).
- 03 Routes Nationales: RN 1 (Liaison Nord –Sud) Alger-Blida

RN 4 et RN 61 (Liaison Est -Ouest) Chebli -Boufarik et Oued el Alleug.

- Les CW: n° 135 la relie à Amroussa et Bouinane au sud.

N° 214 relie Boufarik à Ouled Chebel.

N° 112 relie Boufarik à Tessala el Merdja au nord et Soumâa au sud.

N° 113 relie Boufarik à Soumâa au sud.

N° 110 relie Boufarik à Benkhelil à l'Ouest.

-Le Chemin vicinal CV3 (vers la commune de Benkhelil)

Ainsi que La ligne du chemin de fer qui relie Alger-Blida-Oran et qui marque un arrêt important à Boufarik.

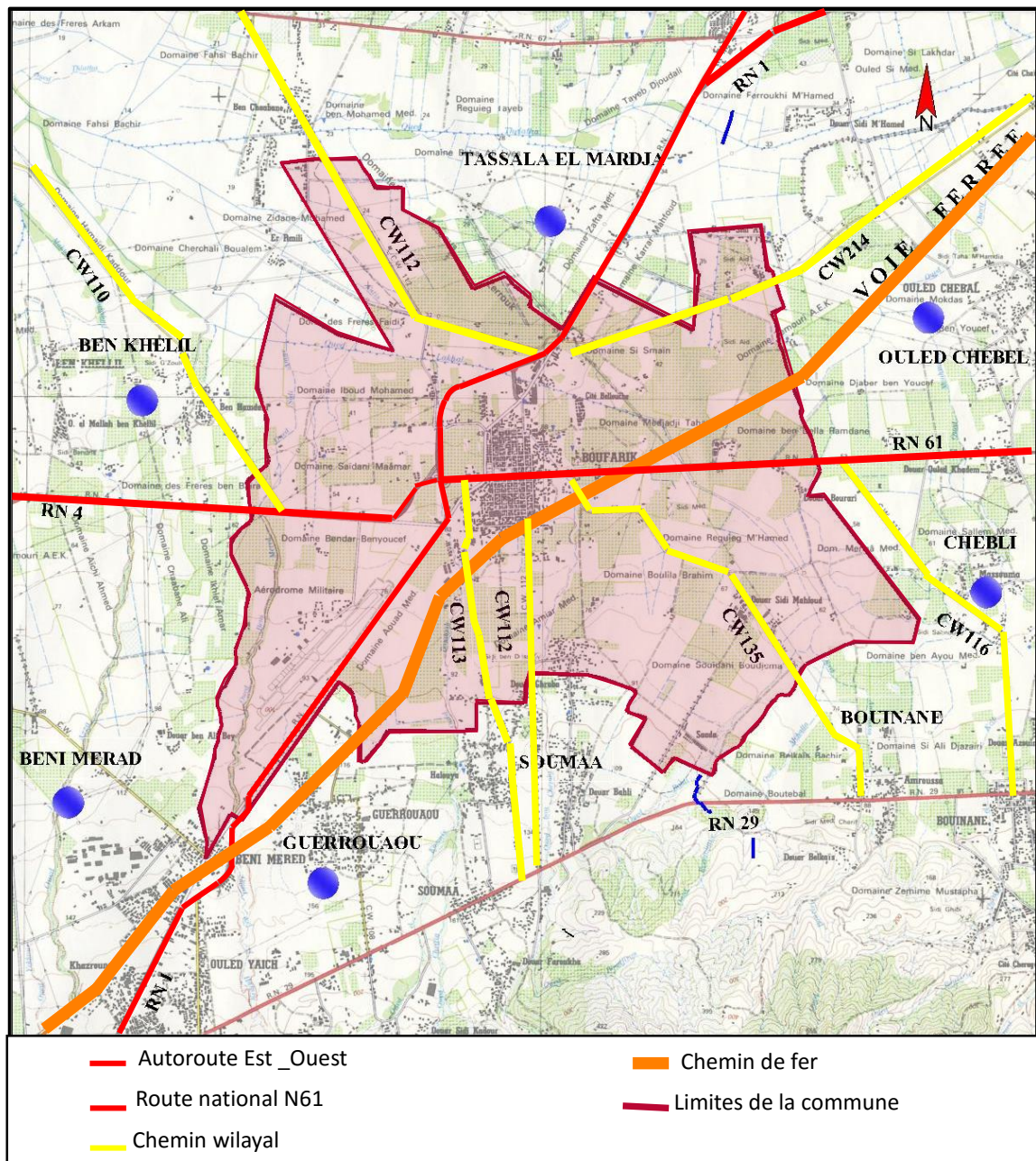


Figure 41:le réseau viaire (source auteur)

La commune de Boufarik occupe une position stratégique à proximité de 2 pôles à importance régionale (Alger et Blida) ce qui lui donne une valeur remarquable.

Boufarik est desservie par un réseau routier relativement bien maillé composé de liaisons régionales qui servent de relais entre les différents centres de peuplement, et de liaisons qui véhiculent les échanges avec les communes limitrophes

01.1.3-Structuration de la commune :

La commune de BOUFARIK est composée de l'agglomération chef-lieu située au centre de la commune et de quatre agglomérations secondaires :

- Sidi Aïd qui se trouve au Nord Est de la commune avec une population estimée à 2448 habitants.
- Souidani Boudjemaa (Sidi Mahfoud) au Sud Est et une population de 1876h.
- Souk Ali (Bendella) au Nord Est de la commune compte 1111 habitants.
- Bourari au Sud Est sa population atteint les 993 habitants.

le chef-lieu de Boufarik occupe une surface de 483 Ha (9.5% du territoire communal); c'est le centre géographique de la ville, c'est l'endroit le plus attractif, le plus animé ou se concentrent presque tous les commerce et es activités et abrite plus que 4/5 de la population totale.

Le reste de la surface de la commune (85%) sont des terres agricoles classées dans le secteur à non urbanisé.

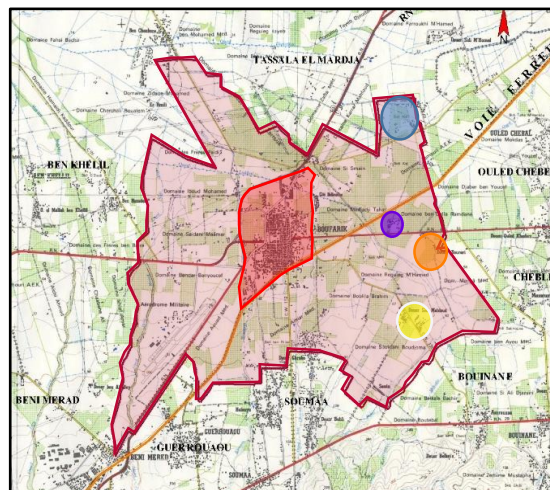


Figure 49:les agglomérations secondaires

-L'activité agricole:

Les terrains agricoles couvrent 80% de territoire communal soit 4073 Ha; l'arboriculture occupe des grandes surfaces et prédomine dans les cultures existantes ainsi elle représente une source de revenu économique appréciable non seulement pour la commune mais également pour le pays.

Ces terrains agricoles ceinturent l'ensemble des agglomérations de la commune de Boufarik.

De ce fait la préservation de ces terrains qui se trouvent hors périmètre urbain reste conditionnée par la maîtrise de l'extension urbaine de cette commune.

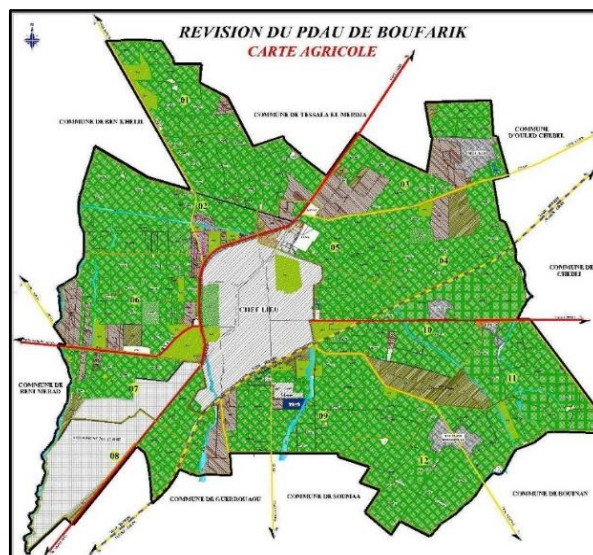


Figure 50:les terres agricoles

01.2-présentation du périmètre d'étude :

01.2.1-Situation :

Le périmètre d'étude se situe à l'extrême ouest du chef-lieu de Boufarik limité par la barrière physique (autoroute Est ouest). Sa surface est de 15hectares inscrites dans le secteur a urbanisé par le pdau de Boufarik.

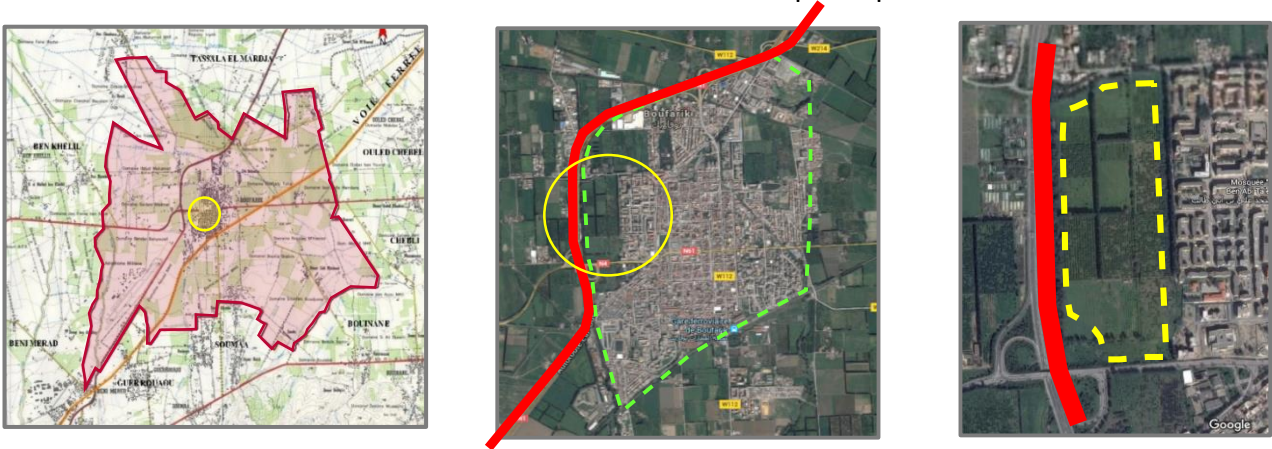


Figure 51:situation de l'aire d'étude (source : auteur)

01.2.2-Environnement réglementaire:

Notre site fait partie du pos 01 2010 qui s'agit de l'extension la plus récente de la commune qui se limite à l'autoroute est ouest.

Le site s'inscrit dans l'opération d'urbanisation définie par le PDAU.

En se situant à l'extrême ouest il représente la limite urbaine de la commune vu que les extensions futures sont programmées à l'Est de la zone urbaine, cela est dans le cadre de la protection des terres agricoles ainsi qu'à cause de la zone militaire :

L'aérodrome militaire qui se trouve au sud-ouest de la commune occupe une surface de 313 hectares. Il est considéré comme un point sensible selon l'article 01 cité dans le décret n°84-385 de 22 décembre 1984 du ministère de la défense nationale et qui fixe les mesures destinées à protéger les installations, les ouvrages et les moyens.

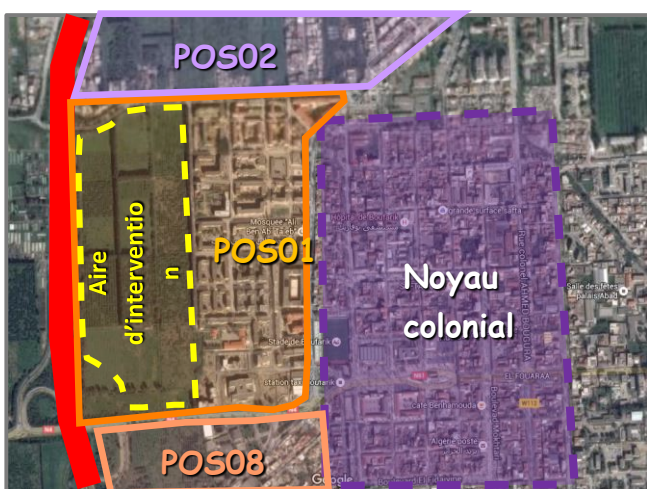


Figure 52:le découpage réglementaire (source auteur)



Figure 53:situation de l'aérodrome militaire (source : rapport du PDAU 2010)

01.2.3-Données de l'environnement construit :

01-Structure viaire:

Le site est contourné par des voies importantes à l'échelle régionale est même nationale, l'autoroute est ouest présente un potentiel en matière d'accessibilité : elle facilite l'arrivée directe depuis Alger, Blida et même d'autres régions de proximité sans passer par le centre de la commune ce qui évite la présence de problèmes de circulation. Ainsi la route nationale N04 et le chemin wilayal N12 qui limitent le site au Sud et au Nord le relient avec les agglomérations secondaires et les communes voisines.

On constate aussi la présence d'un réseau important de voies qui relie le site avec tous les coins de la commune.

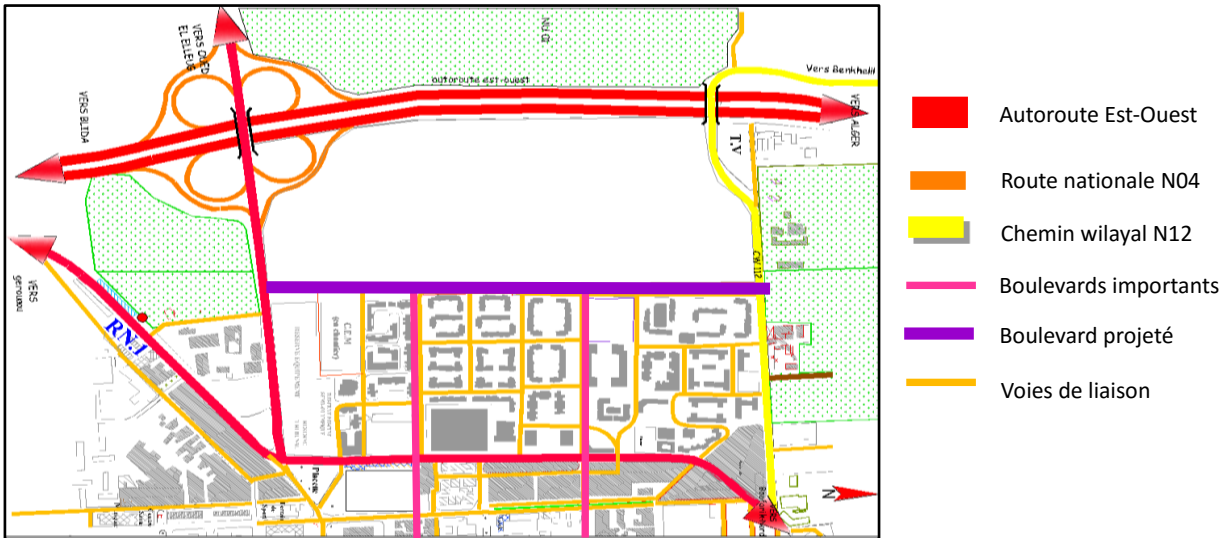


Figure 54: le réseau viaire (source auteur)

Le réseau viaires est si important et facilite l'accès à notre site depuis Alger Blida et d'autres emplacements ; En revanche, il présente une source de pollution et de nuisance sonore pour cela on recommande des mesures de protection pour notre projet et les constructions existantes (les habitats collectifs).

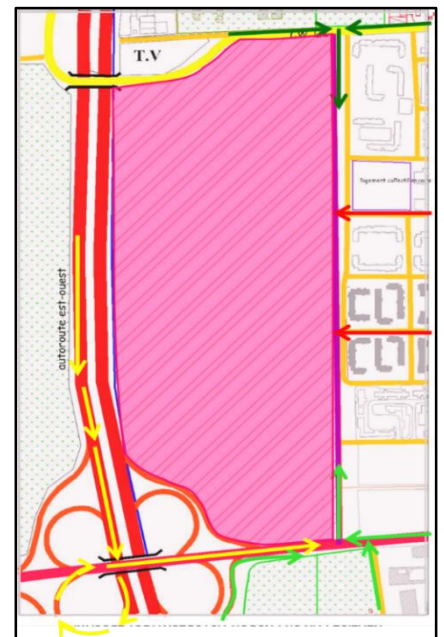
02-Accès au site :

L'accès au site est favorable par la voie projetée grâce à sa relation directe avec les voies importantes qui mènent vers le site, ainsi le flue moyen qui permet de gérer la circulation des véhicules aussi sa proximité des stations routières de bus.



- Accès par Boufarik centre
- Accès par le chemin wilayal
- Accès par la route national n 01
- Accès par l'autoroute est -ouest

Figure 55: accès au site (source : auteur)



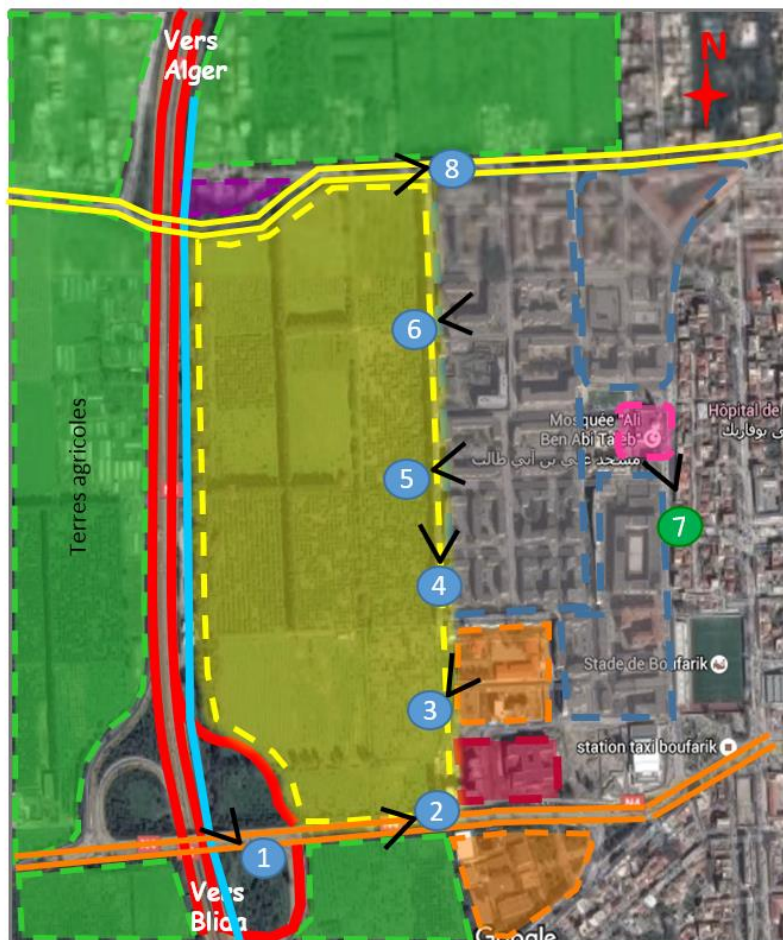
03-Recommandations:

- Densifier la couverture végétale à la limite ouest du site pour se protéger des pollutions et des nuisances sonores qui proviens des véhicules.
- Multiplier les accès qui donnent sur la voie principale pour faciliter l'entrée des visiteurs et gérer le flux des véhicules de service et des visiteurs.
- Assurer la continuité des axes des 2 boulevards principaux.

01.2.4-Environnement immédiat :

Le terrain est limité par :

- un ensemble d'habitat collectif , équipements scolaires et administratifs (en cours) a l'Est
- L'autoroute est ouest et des terres agricole a l'Ouest
- la route nationale N04 et un terrain agricole au sud
- un ensemble d'habitat individuels Le chemin wilayat n 12 et des terrain agricoles au nord



- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Habitats collectifs (R+4/R+5) | Habitats individuels (R+1 /R+2/R+3) | Route nationale N04 |
| Equipement scolaire (RDC/R+1) | Chemin wilayat N12 | Oued |
| Equipement administratifs (R+1/R+2) | Autoroute Est-Ouest | Mosquée (R+2) |



Figure 56: environnement immédiat (source auteur)

01.2.5-Données de l'environnement naturel :

01-Géométrie du terrain :

Le terrain a une forme pratiquement régulière avec une superficie de 15,9 hectares qui s'étend en longueur suivant l'axe sud-nord, la partie la plus large donne sur le boulevard projeté ce qui offre au projet une façade exposée et de multiple possibilité d'accessibilité . La zone présente une déclivité descendante suivant l'axe Sud-Nord de pente de 2% à 3% de moyenne.

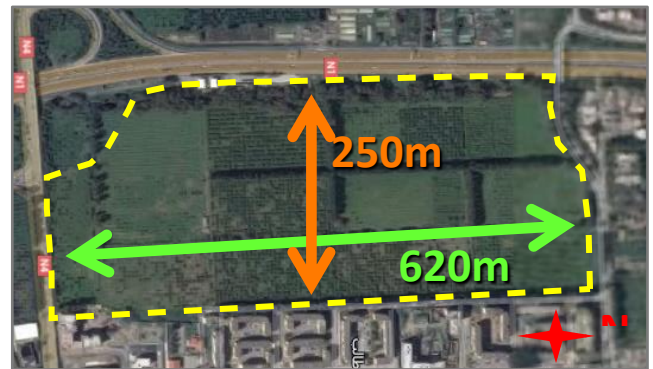


Figure 57: dimensions du site (source auteur)

02-Orientation et ensoleillement:

Le site est ensoleillé tout le long de l'année, l'ombre des constructions existante n'a pas d'influence sur le site.

L'implantation des bâtiments doit se faire rigoureusement en étudiant l'ombrage.

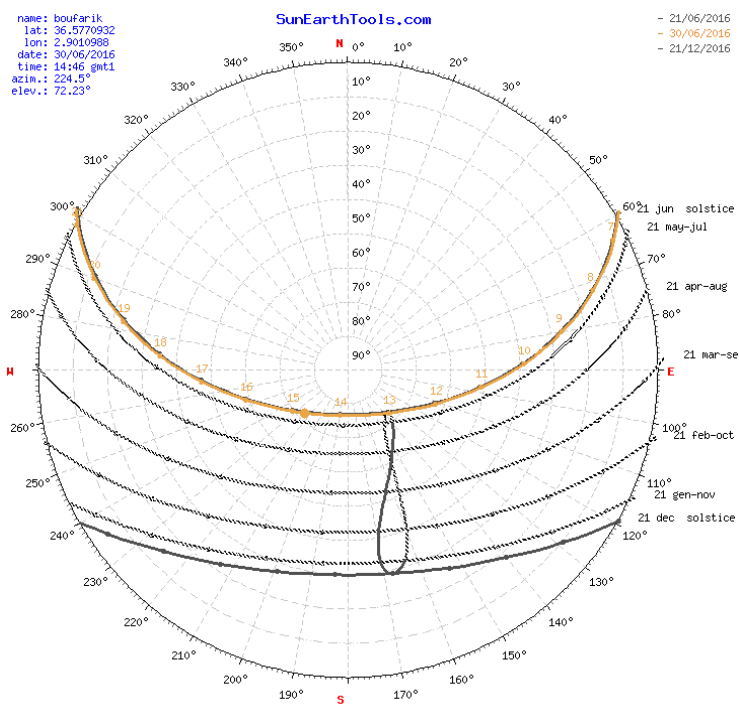


Figure 59:diagramme solaire (source : sunearthtools.com)

La durée moyenne de la journée est estimée de 12 heure au minimum en hiver et atteint 15heure en été, ce qui recommande une protection en été et favorise l'exploitation de l'énergie.

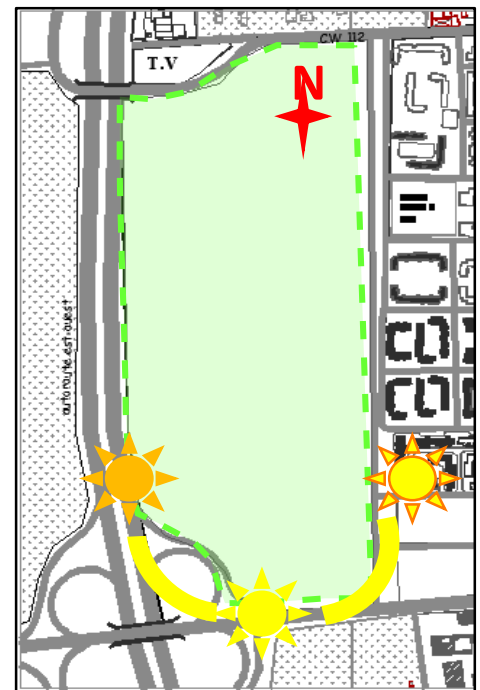


Figure 58: course du soleil par rapport au site (source auteur)

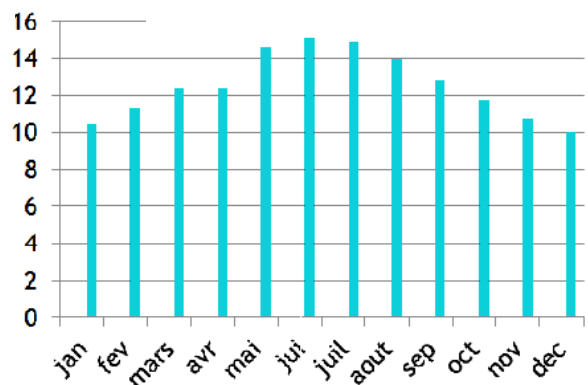


Figure 60:duré moyenne de la journée (source auteur)

03-Végétation :

La végétation de la ville a une importance particulière; du côté que l'économie de la ville est basée sur le marché d'agrumes, les platanes ont une valeur historique et un rôle particulier: la ville est caractérisé par un sol marécageux, les platanes avec leur capacité d'absorption d'eau participe à l'assèchement du sol. Dans notre aire d'intervention on constate la présence de plusieurs rongés de platanes ainsi que des pins qui sert a marqué les limite du site .Aussi des arbres d'agrumes comme le site était de fonction agricole.



Figure 61: végétation existante sur site (agrumes platane pin) source auteur

L'important de la végétation dans la création et l'évolution de la ville est reflété dans notre projet par la création du jardin botanique qui valorise son rôle et donne une nouvelle image à Boufarik.

04-Hydrographie :

Oued khmisse passe à la limite ouest du site, le niveau d'eau de ce dernier varie selon les saisons et la quantité de précipitation, le règlement consiste à assurer un recule de ce dernier de 25 mètres depuis la berge.



— Oued ~~~~~ Rongés d'arbre



Figure 63: oued khmisse (source auteur)

Figure 62: positionnement des végétations et de l'oued au niveau du site (source auteur)

05-Le Climat:

Boufarik est une région caractérisée par un climat méditerranéen mais aussi, par un micro climat continental dû à sa géomorphologie en cuvette. On dénombre deux longues saisons principales :

- Une saison pluvieuse et froide d'octobre à mars.
- Une saison sèche et chaude d'avril à septembre.

-Les vents :

La région de Boufarik est exposé a :
 Des vents saisonniers : chaud en été provenant du sud
 froids en hiver du nord.
 Les vents dominants proviennent du nord-ouest
 et d'autre doux et ambiants du nord-est.

Le bâtiments existants ayant un gabarit de R+5 présentent
 une protection contre les vents dominants du Nord-Est ainsi
 que la végétation qui limite le terrain qui se constitue d'un
 ensemble de pins et des platanes à l'ouest adoucis les vents
 provenant de l'ouest ce qui rend le site protégé des vents à
 grande vitesse .

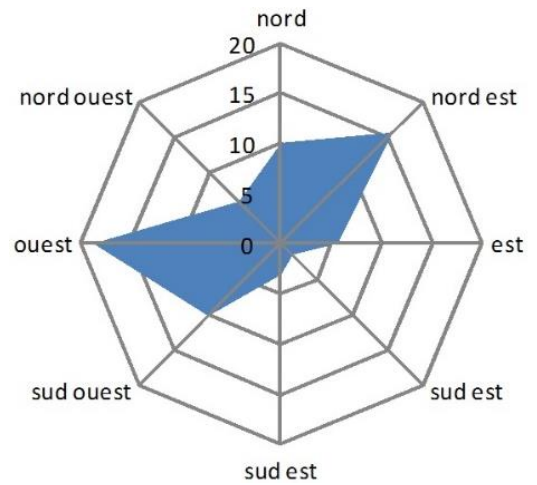


Figure 64: rose des vents de la commune de Boufarik (source : auteur)

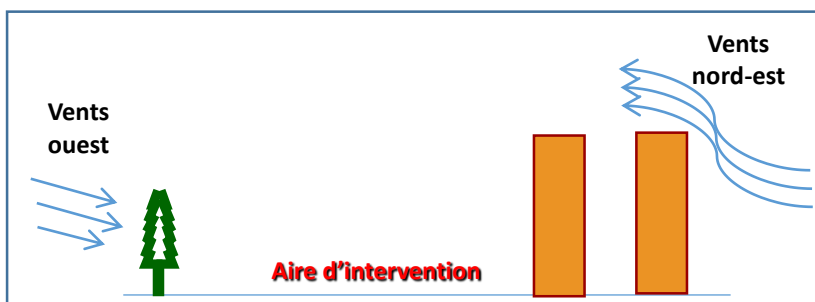
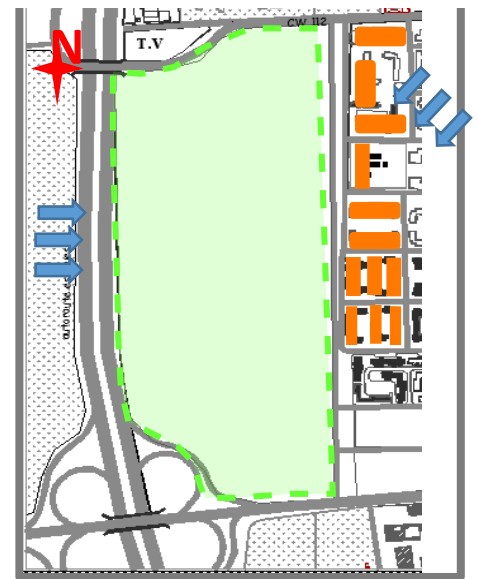


Figure 65: coupe schématique : impact des constructions et des végétations sur les vents (source : auteur)

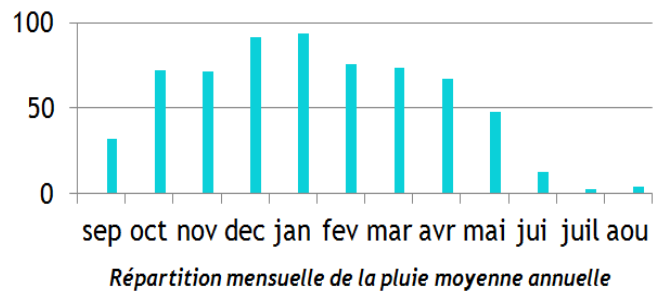
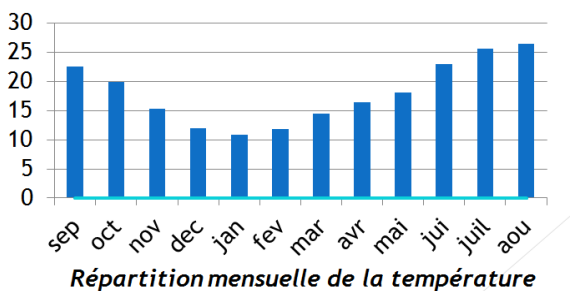


-Température :

Les valeurs de température dans cette région oscillent entre 12°C au minimum en hiver avec des nuits très froides et 26°C au maximum en été, les plus élevées sont en juillet et août, cette chaleur intense est engendrée par la présence du mont du sahel qui intercepte tous les vents maritimes de la méditerranée

-Précipitation :

Pendant la période hivernale, les pluies tombent en averse sur Boufarik. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 644mm. Une gestion des eaux pluviales est recommandée.



-Humidité :

La région de la Mitidja fait partie des zones les plus humides d'Algérie, le taux d'humidité est considérable et varie entre 60 et 80 %.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année (Moy)
Humidité (%)	75.3	73	71.6	66.3	67.6	68.3	67.6	69.6	71.3	72.6	72.6	73.3	70.66

-diagramme de confort :

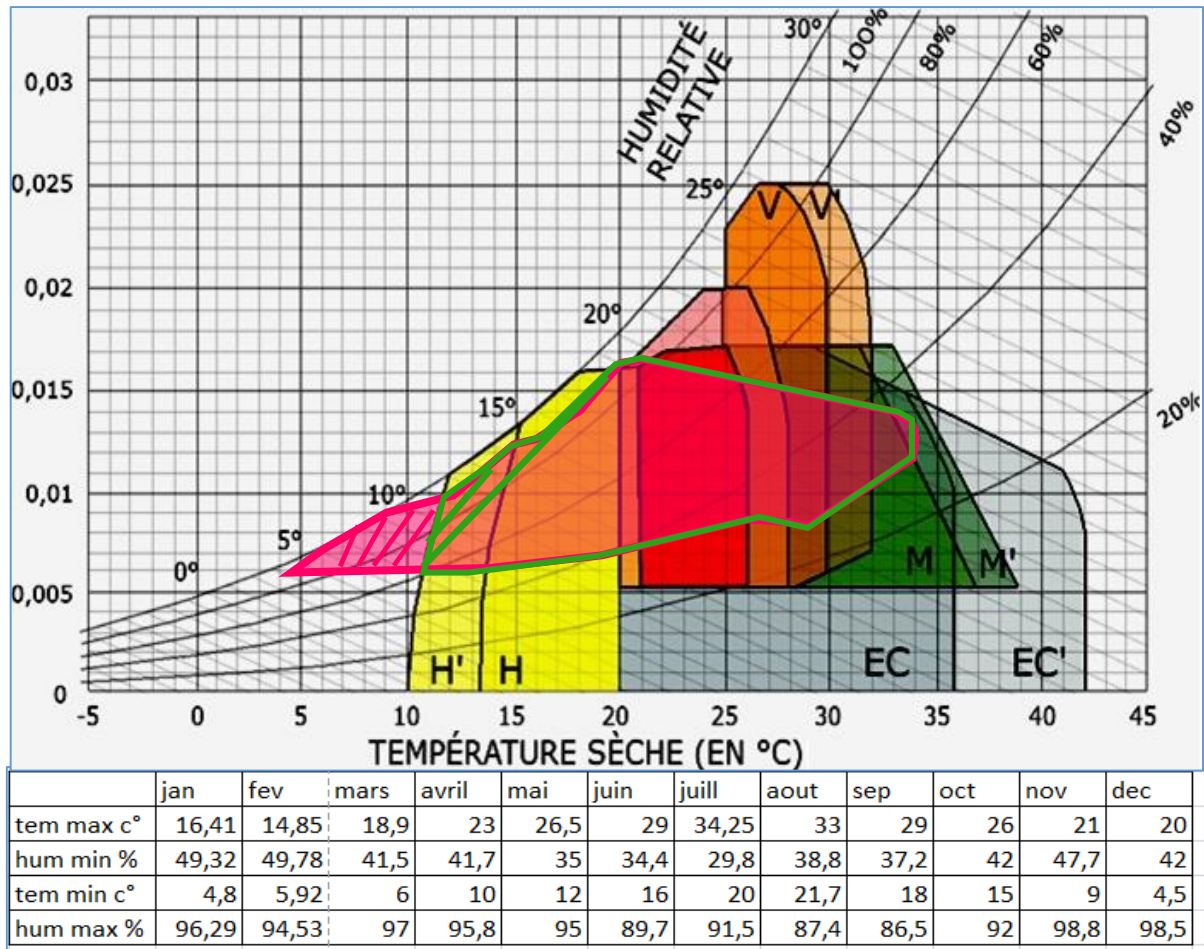


Figure 67:diagramme du confort (source auteur)

Lecture du diagramme :

Une grande partie se situe dans la zone de **l'architecture passive**

Une petite partie se situe dans la zone de **l'architecture active**

Recommandation tiré du diagramme :

D'après le diagramme bioclimatique de **GIVONI** et sur la base de ces des données:

PENDANT LA PÉRIODE DE SOUS CHAUFFE, notre projet nécessite :

L'utilisation de chauffage passif (exemple : mur capteur accumulateur)

L'utilisation de matériaux naturels qui stockent la chaleur.

PENDANT LA PÉRIODE DE SURCHAUFFE, notre projet nécessite :
Une bonne ventilation par l'utilisation de la ventilation naturelle.
L'introduction des brises soleil pour protéger la façade sud.
L'utilisation des matériaux qui isole le projet des températures élevées.

La ventilation est nécessaire tout le long de l'année afin d'évacuer l'humidité existante qui atteint les 98.8%.

-Synthèse :

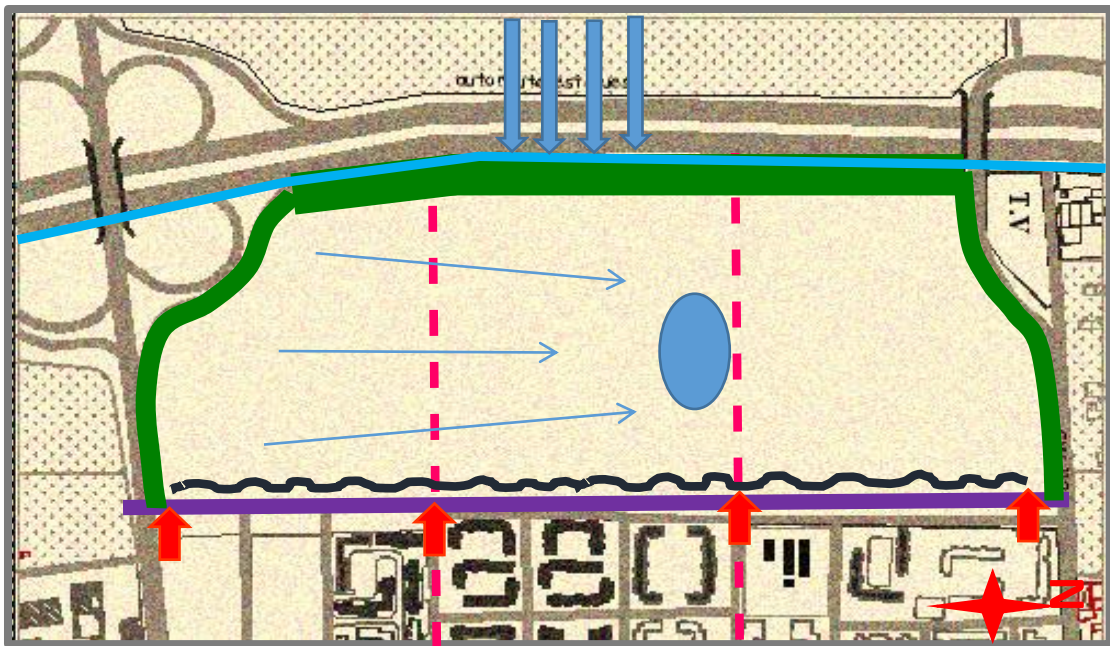


Figure 68: carte des recommandations (source: auteur)

Densifier la couverture végétale à l'ouest et au nord pour se protéger des différentes nuisances. Prévoir un point d'eau pour les eaux pluviales suivant la déclivité du terrain.
Assurer la continuation des 2 axes des voies importantes.
S'implanter suivant l'axe de la voie projetée afin de l'animer.
Multiplier les accès.

02-Analyse formelle:

La partie précédente nous a permis de connaître notre aire d'intervention et tirer un ensemble de recommandations qui servent comme guide pour l'affectation des grandes masses convenablement afin de répondre aux exigences du site et à ceux du projet pour cela on va dénombrer les différentes exigences de chaque entité et aussi leurs potentialités.

02.1-Exigence et potentialité de chaque entité :

Le jardin botanique :

La couverture végétale du jardin présente une bonne protection contre le vent dominant et une barrière contre les nuisances qui proviennent des voies existantes ainsi une solution adéquate contre les émissions de CO₂ par les véhicules.

Cette partie nécessite une accessibilité directe pour les différentes actions de maintenance

Pour assurer l'irrigation de la couverture végétale naturellement il est préférable d'implanter le jardin suivant la déclivité du site pour en profiter des eaux de ruissèlement et réduire l'écoulement des eaux pluviales.

La ferme pédagogique :

Cette partie du projet présente une galerie des espèces animales locale, cette espace nécessite une accessibilité directe afin de faciliter les actions de gestion et maintenance et le transport des différentes espèces.

Constitué d'étables et d'espace de pâturage et d'exposition il est préférable de l'éloigner des zones résidentielles afin d'éviter toute nuisance olfactive ou d'autre type en prenant en considération les vents dominants.

Il est nécessaire d'établir une relation entre la ferme et le jardin botanique pour toute contribution entre les deux entités.

Le centre de loisirs scientifique :

Le centre de loisirs constitue l'élément directeur du projet ce qui exige des relations directes avec la ferme pédagogique et le jardin botanique

Une accessibilité directe est nécessaire ainsi qu'une protection contre toute nuisance existante.

02.2 Les axes structurants :

Les axes importants et qu'on doit prendre en considération sont:

La prolongation des deux axes existants des voies importantes

L'axe de la déclivité du terrain

Ainsi que les deux axes diagonaux de la forme du terrain

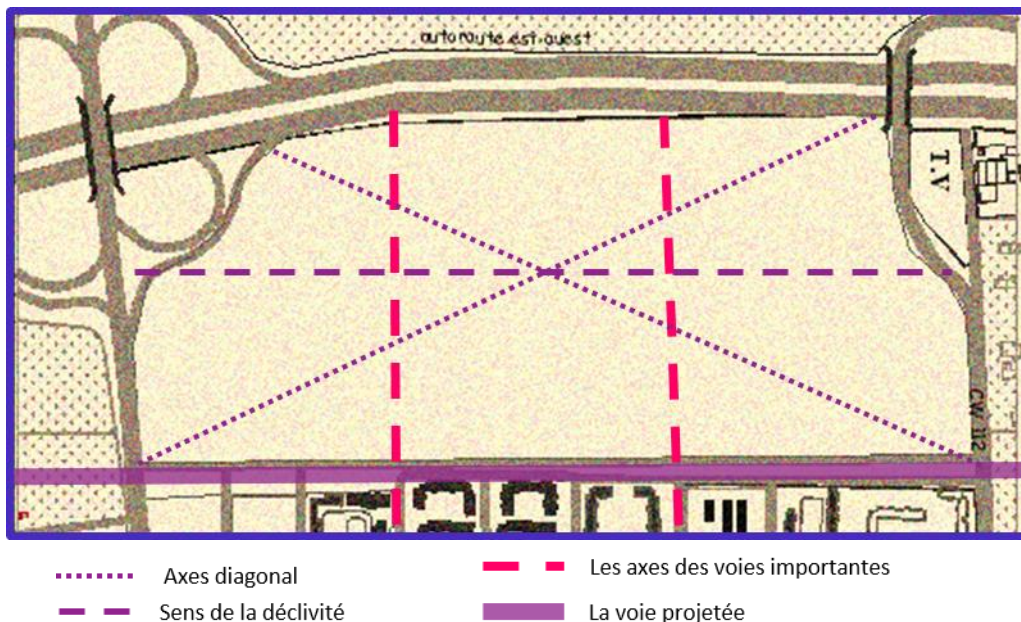


Figure 69: axes structurants (source : auteur)

L'étude des différents points tirés dans l'analyse du site et en suivant les exigences et les potentialités de chaque entité nous a permis d'établir un zoning pour chaque entité comme suite :

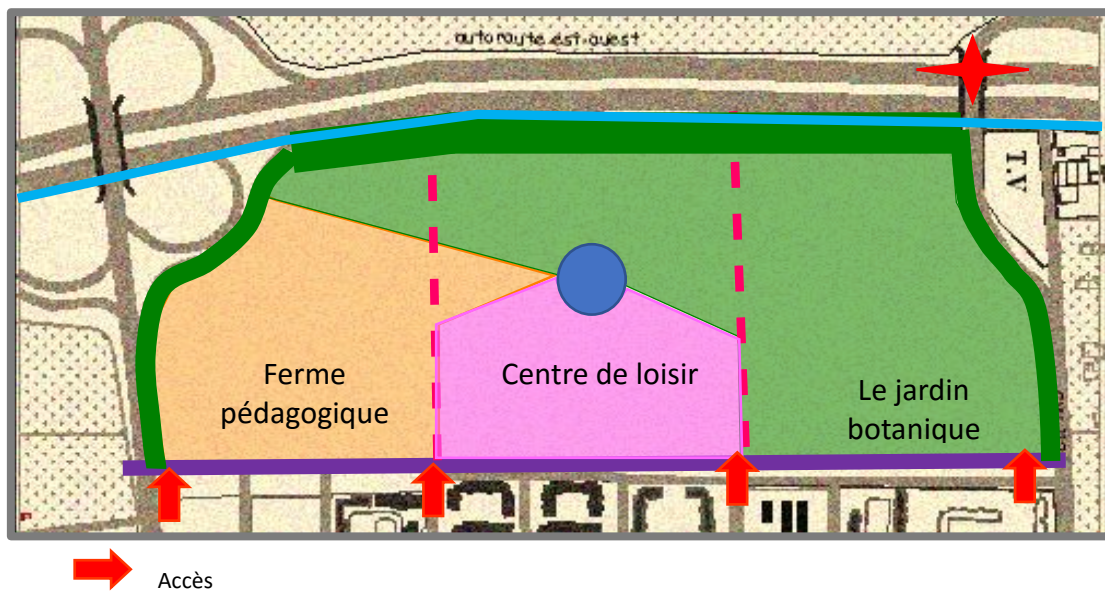


Figure 70: carte de zoning (source: auteur)

02.3-La stratégie d'intervention :

02.3.1-Parcours et liaison :

Le principe des parcours est d'offrir aux visiteurs une promenade animée qui permet de traverser tout le projet en assurant la continuité paysagère ainsi d'assurer une relation directe entre les 03 entités.

Une voie périphérique est recommandée pour le passage des véhicules technique et de maintenance.

Suivant les axes structurant le tracé suivant présente les différents parcours :

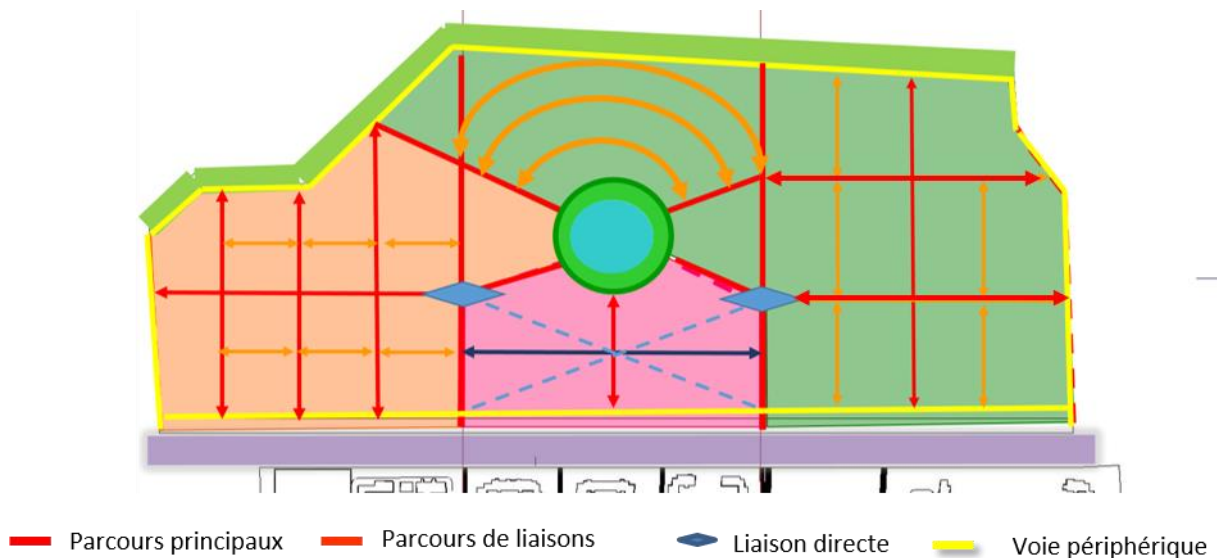


Figure 71: parcours et liaisons (source auteur)

Le tracé des parcours permet de diviser le site en petites parcelles ce qui facilite l'affectation des différentes masses existantes en assurant les relations importantes entre elles.

02.3.2-Accès et stationnement :

Afin de limiter la circulation des véhicules au cœur du projet, les parkings sont placés à proximité des accès définis pour le véhicule.

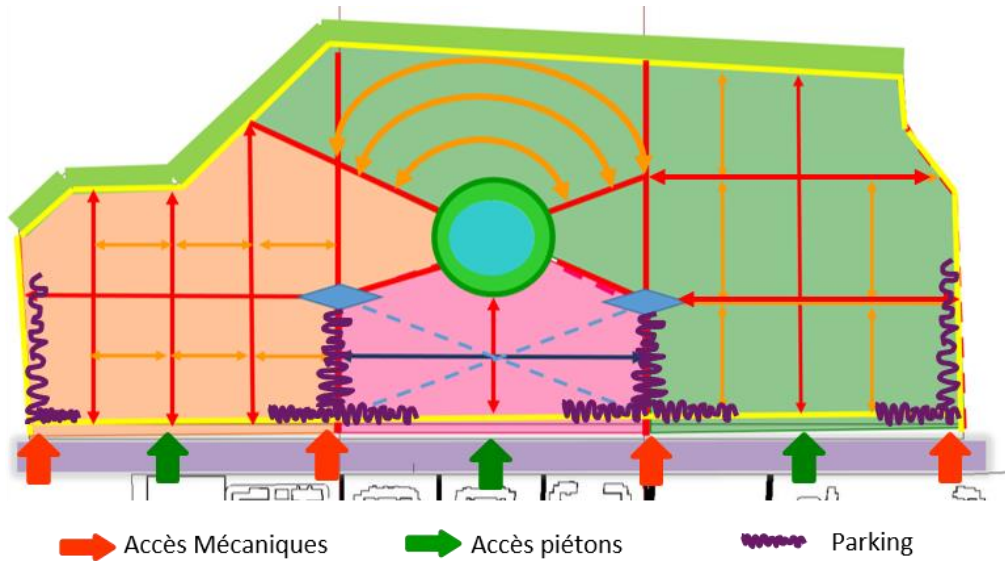


Figure 72:carte des accès et stationnement (source auteur)

02.3.3 Proposition d'aménagement du jardin botanique

Le jardin est aménagé sur 02 principes :

Le jardin français : Il se caractérise par une forme régulière structurée qui permet de tracer des parcours clairs et directs.

Sa régularité permet de mettre en valeur les éléments bâtis tels que le musée botanique et l'école de formation.

Le jardin anglais : Il se caractérise par son principe d'irrégularité avec ses parcours en forme de labyrinthe et ces espaces végétalisés irréguliers.

L'affectation de ces deux éléments est basée sur la forme géométrique de la parcelle dédiée au jardin botanique.

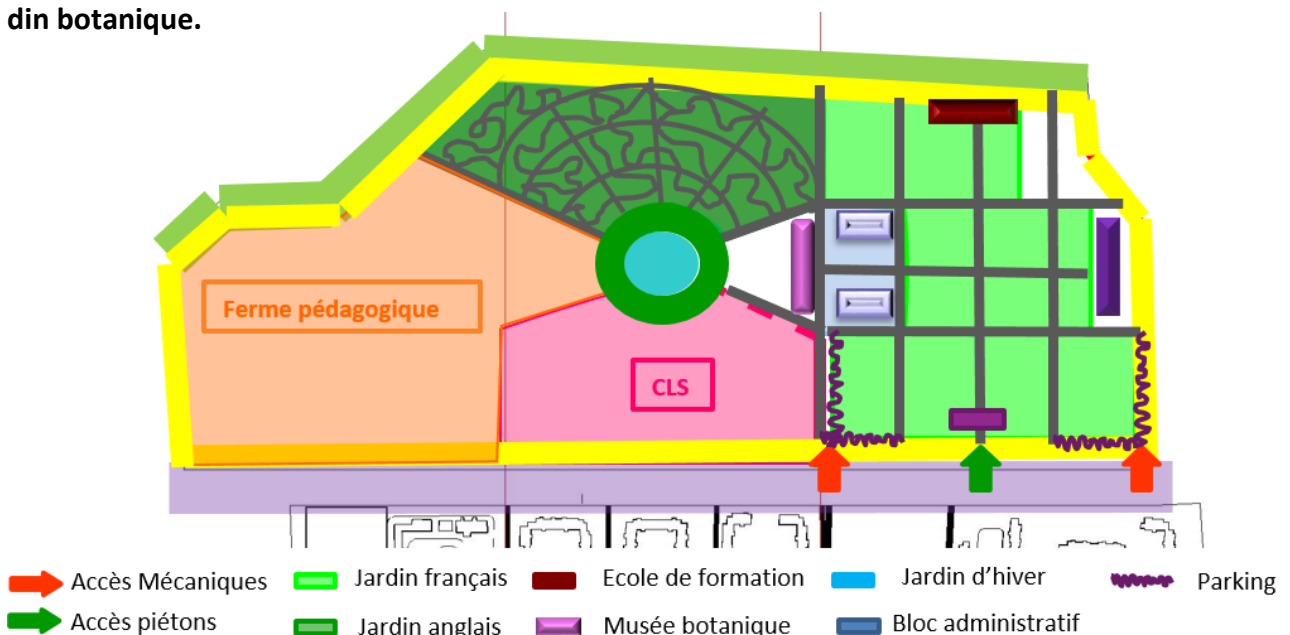


Figure 73:schéma d'aménagement du jardin botanique (source auteur)

02.3.4-Proposition d'aménagement de la ferme pédagogique :

Les activités principales de la ferme pédagogique sont : l'exposition et la présentation des animaux, pour cela l'implantation des étables est favorable à la périphérie en dégagant les espaces centraux pour le pâturage et l'exposition.

Afin d'éviter toute nuisance olfactive prévenue des étables il est recommandé de les placer loin des autres bâtiments.

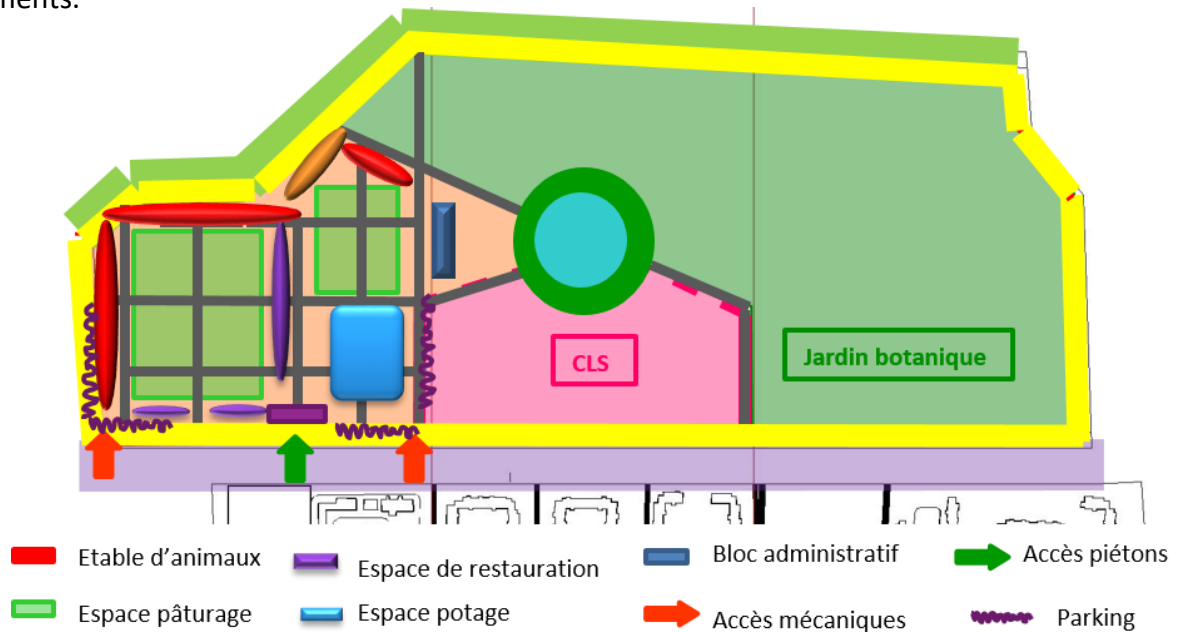


Figure 74: schéma d'aménagement de la ferme pédagogique (source auteur)

02.3.5-Le centre de loisirs scientifique :

Le centre de loisirs scientifique est l'élément central du projet, plus du bâtiment, l'espace extérieur est important pour les différentes activités en plein air.

Il est nécessaire d'établir des relations directes entre le centre et les autres entités du projet.

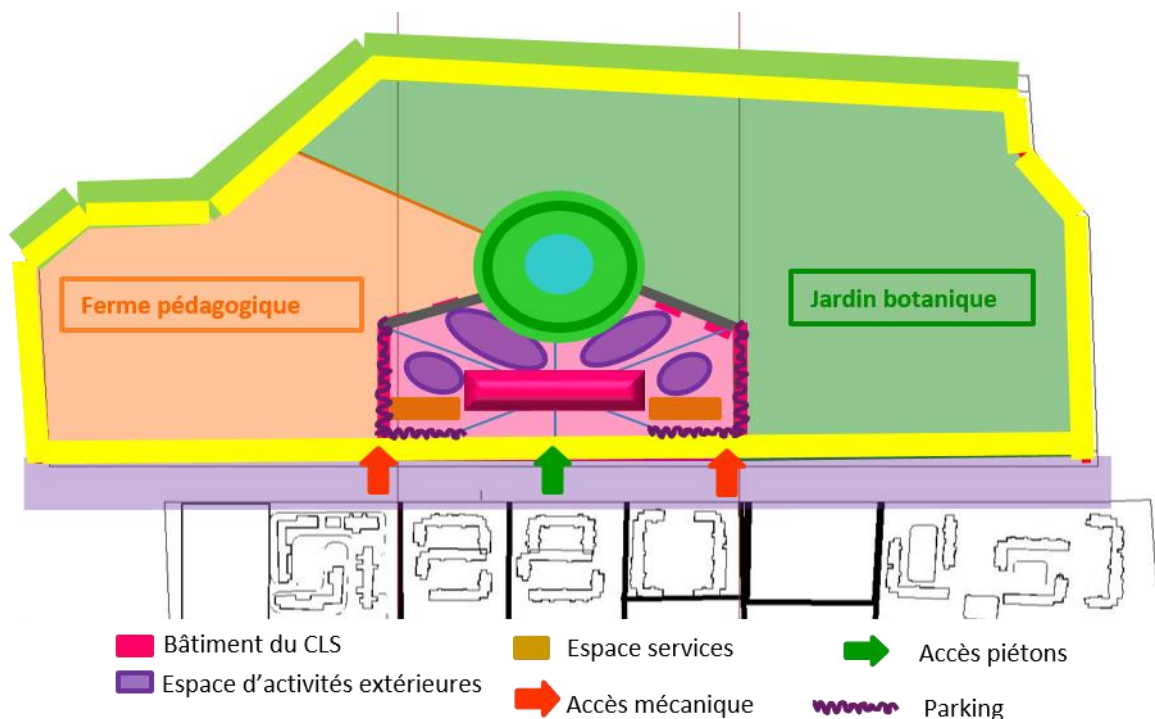
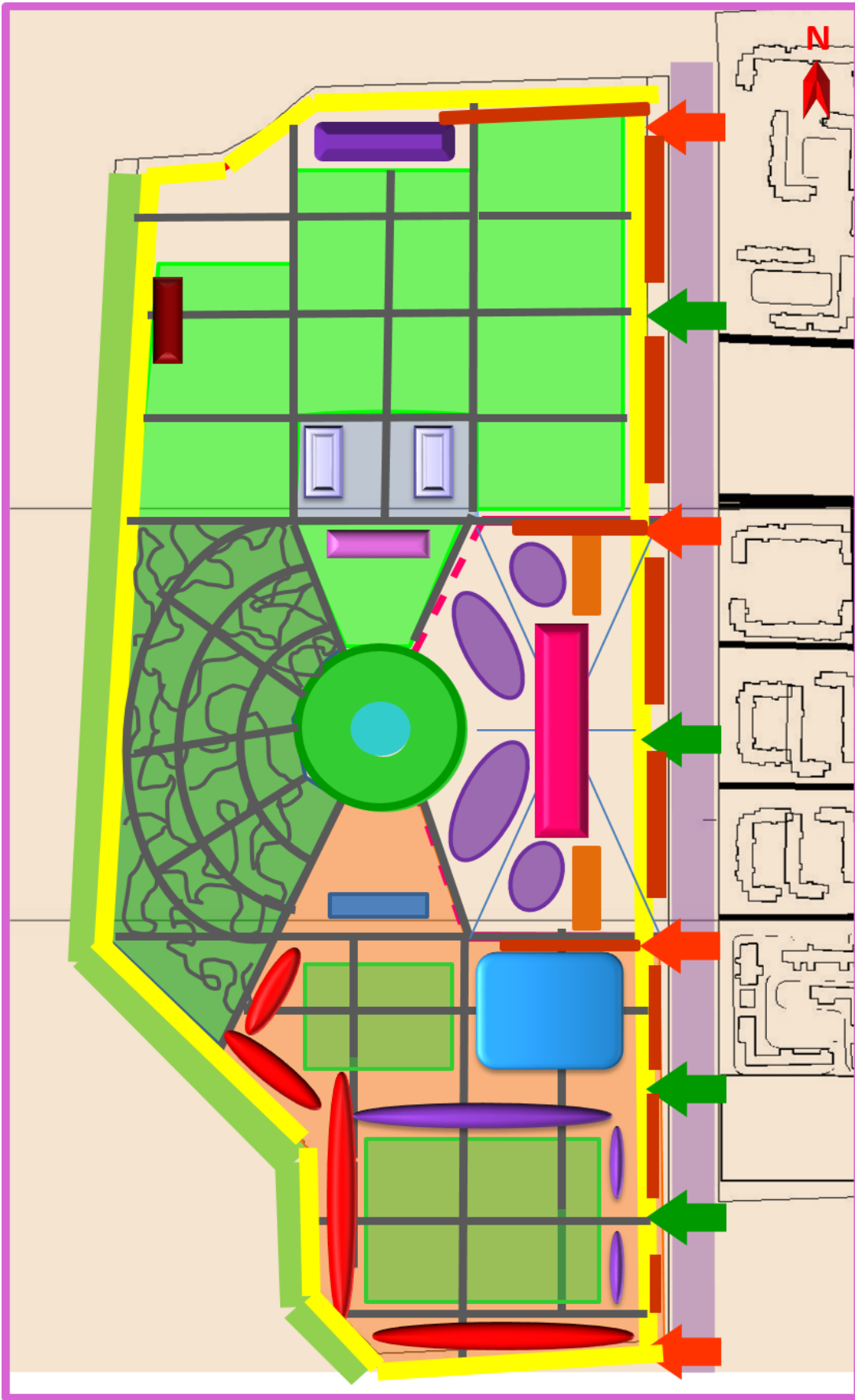


Figure 75: schéma d'aménagement du centre de loisir scientifique (source auteur)



SCHEMA D'AFFECTION

- Accès Mécaniques
 - Accès piétons
 - Parking
-
- La ferme pédagogique**
 - Etable d'animaux
 - Espace pâturage
 - Espace de restauration
 - Bloc administratif
 - Espace potage
-
- Le centre de loisirs scientifique**
 - Bâtiment du CLS
 - Espace services
 - Espace d'activités extérieures
-
- Le jardin botanique**
 - Jardin français
 - Jardin anglais
 - Jardin d'hiver
 - Ecole de formation
 - Musée botanique
 - Bloc administratif

02.4-La genèse de la forme :

La forme du bâtiment du CLS est défini par les axes de liaisons existants et qui le relie avec les 02 autre entités ainsi que l'axes d'alignement par rapport à la voie projetée.

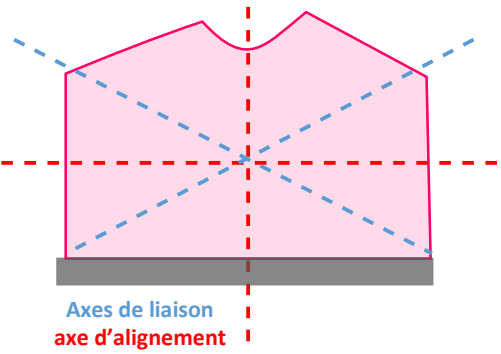


Figure 76:axes structurant (source : auteur)

Le bâtiment placé au centre, est soumis à des transformations suivant ces axes, ce qui offre une forme concave de 02 coté

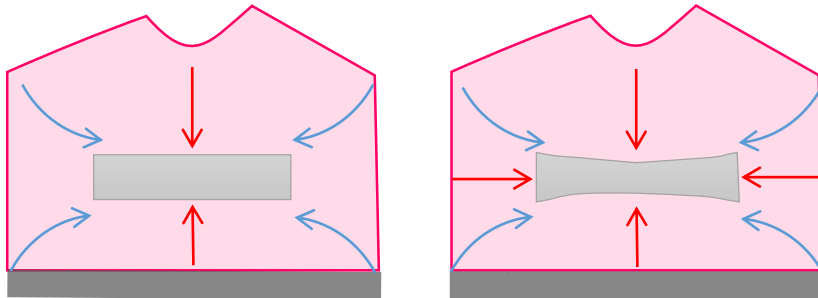


Figure 77:transformation du volume 01 (source : auteur)

Le volume est divisé en 3 parties dont les extrémités sont étirées, ce qui permet d'avoir des décrochements qui permettent de percer des ouvertures.

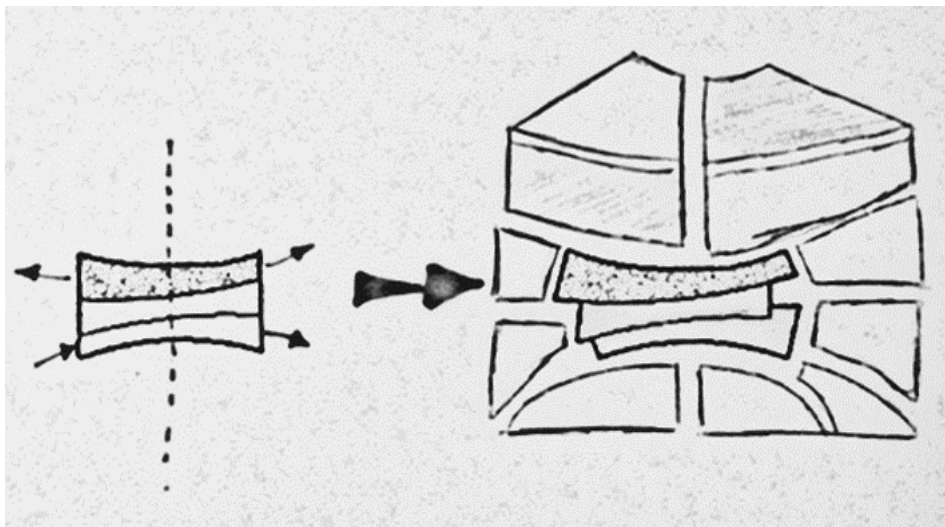


Figure 78:transformation du volume 02(source : auteur)

La hauteur du volume varie d'une partie à l'autre ou le point le plus haut est de 18m, cette différence est le résultat de la pente présente au niveau de la toiture de chaque partie ou le sens de chaque pente est contraire à celle de la partie suivante en raison de libéré la façade de chaque partie et s'ouvrir à l'extérieur pour avoir un éclairage et ventilation naturels.

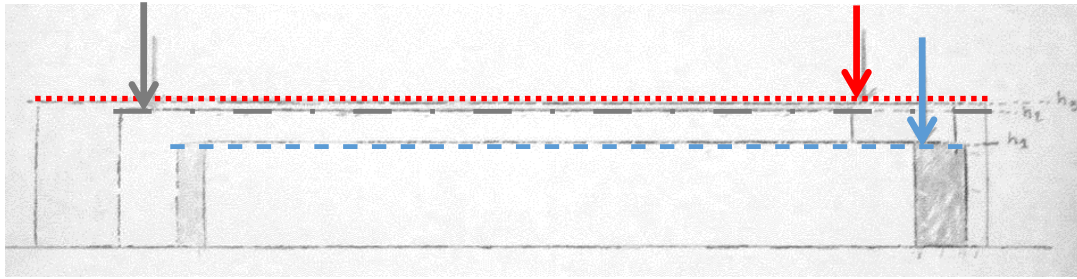


Figure 79:les différente hauteurs du volume (source : auteur)

Cette pente a pour objectif aussi la collecte directe des eaux de pluies et le renforcement de la protection contre les vents .

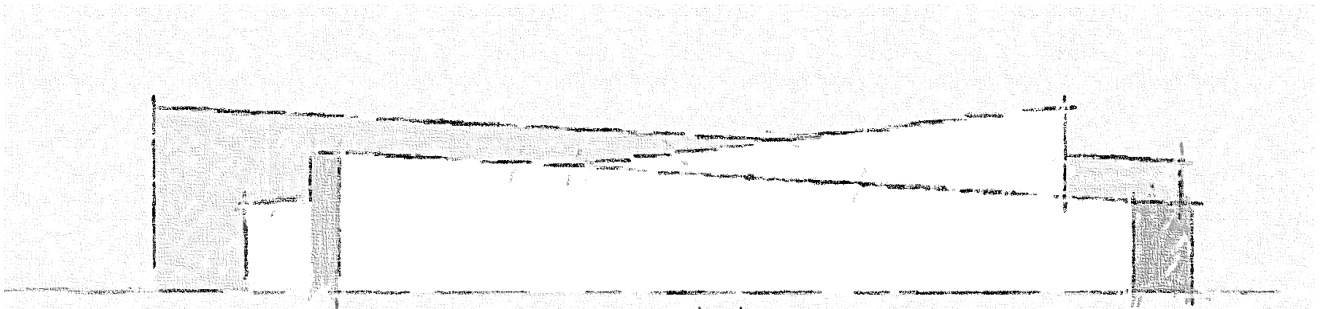


Figure 80:la forme final en 2D (source : auteur)

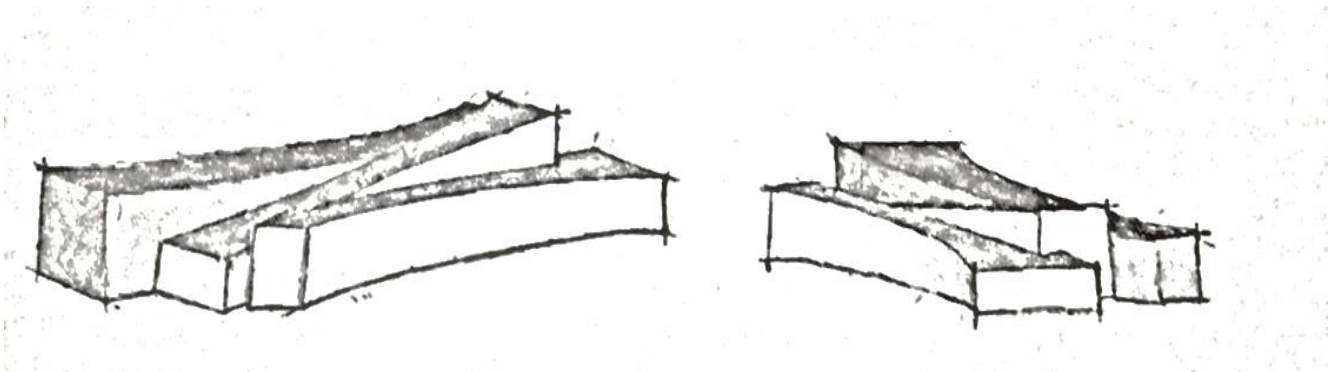


Figure 81:la forme final en 3D (source : auteur)

PLAN DE MASSE GLOBAL

02.5-Organisation fonctionnelle:

Dans cette partie précédente, on a expliqué les différentes étapes qui nous ont permis à aboutir à un tel aménagement de la parcelle, dans la partie suivante on va étudier les fonctions nécessaire du CLS afin d'assurer une affectation fonctionnelle convenable.

02.5.1-Identification des usagers:

Les usagers du centre sont définis en tant que : personnel ; visiteurs et adhérents.

Le personnel:

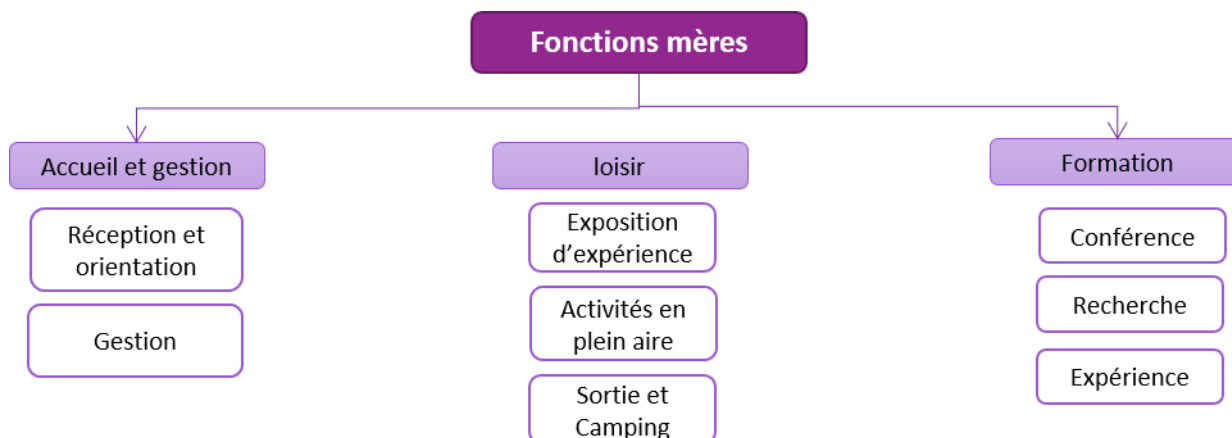


Les visiteurs et adhérents :



02.5.2-Identification des fonctions principales :

Le fonctionnement du projet se déroule autour trois actions fondamentales à côté de la gestion et la maintenance :



Organigramme fonctionnel du centre de loisirs :

Afin d'assurer le fonctionnement des différentes structures du centre il est nécessaire de garantir des relations tel qui est recommandé afin de faciliter le déroulement des tâches et des actions.

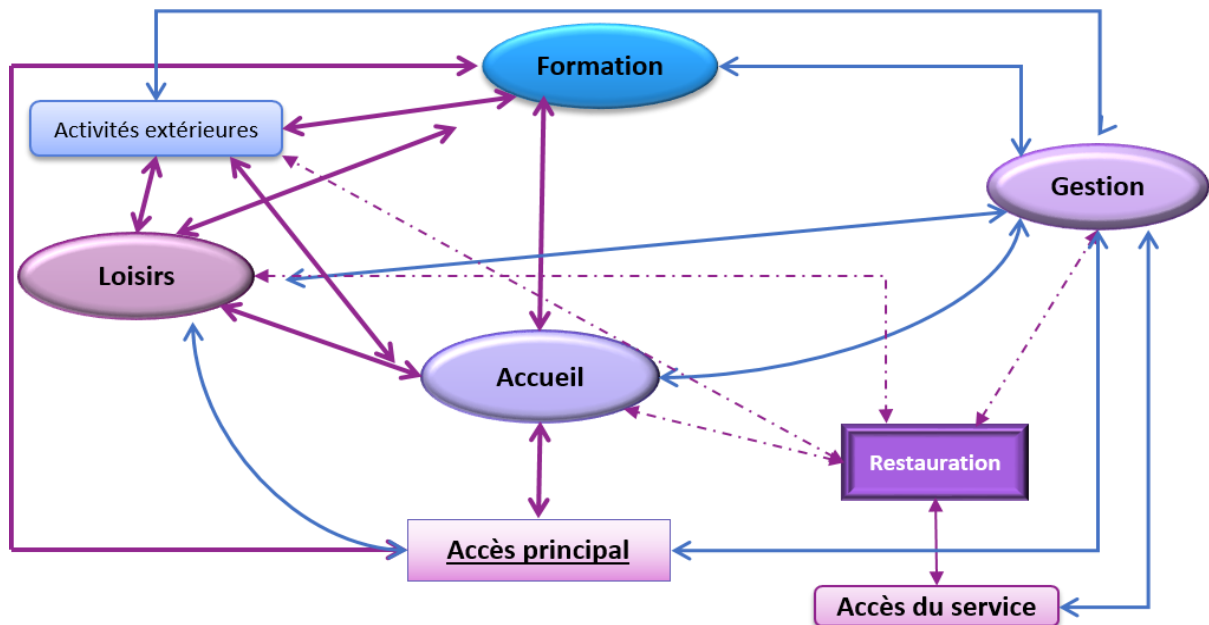


Figure 82:organigramme fonctionnel du CLS (source : auteur)

02.6-Organisation spatiale :

02.6.1-Identification des espaces :

-Espace d'Accueil :

L'accueil représente un espace d'articulation, où se fait le premier contact avec le visiteur, jouant le rôle charnier entre l'intérieur et l'extérieur. De ce fait, il doit être un lieu d'orientation, d'information et d'exposition.

-Espace de gestion :

La gestion se fait dans des bureaux administratifs, où se concentrent les services chargés de veiller au bon fonctionnement du centre. L'administration ne devra pas être en relation directe avec les visiteurs.

-Espace de loisir :

01. Espace d'Exposition : l'exposition se constitue d'un ensemble d'expérience scientifique et des expositions verticales sous forme de panneau, du fait l'espace doit être ouvert et libre.

02. Espace d'activités extérieur : Pour les activités et l'exposition en plein air et les jeux, espace pour la détente.

03. Salle de Conférence : L'organisation des différentes conférences qui concerne le loisir scientifique et l'environnement.

-Espace de formation:

01. Atelier : dédié aux activités manuelles et aux expériences qui ne nécessitent pas de grands équipements.

02. Laboratoires : Équipés de divers matériels nécessaires pour les expériences scientifiques complexes.

03. Salles de cours :

04. Espace dédié à moins de 12 ans : englobe tous les espace précédant mais à moyenne structure.

-Espace de restauration : Restaurant, cafétéria, espace de repos.

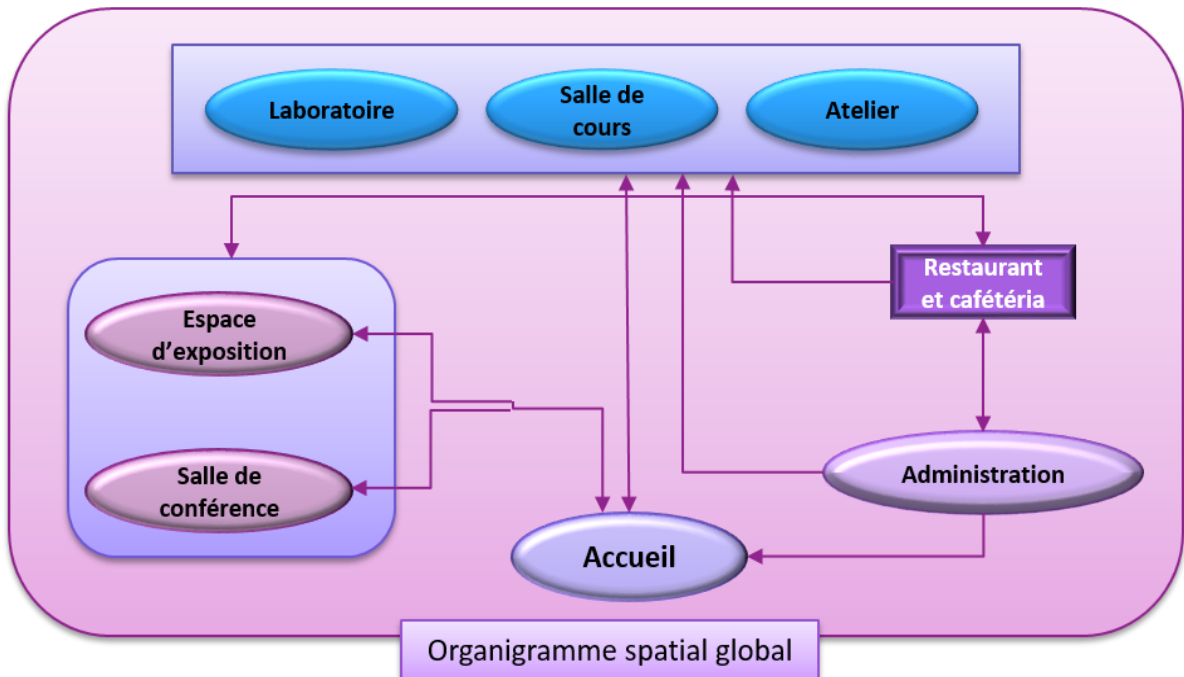


Figure 83: organigramme spatial du CLS (source : auteur)

02.6.2-Affectation des espaces:

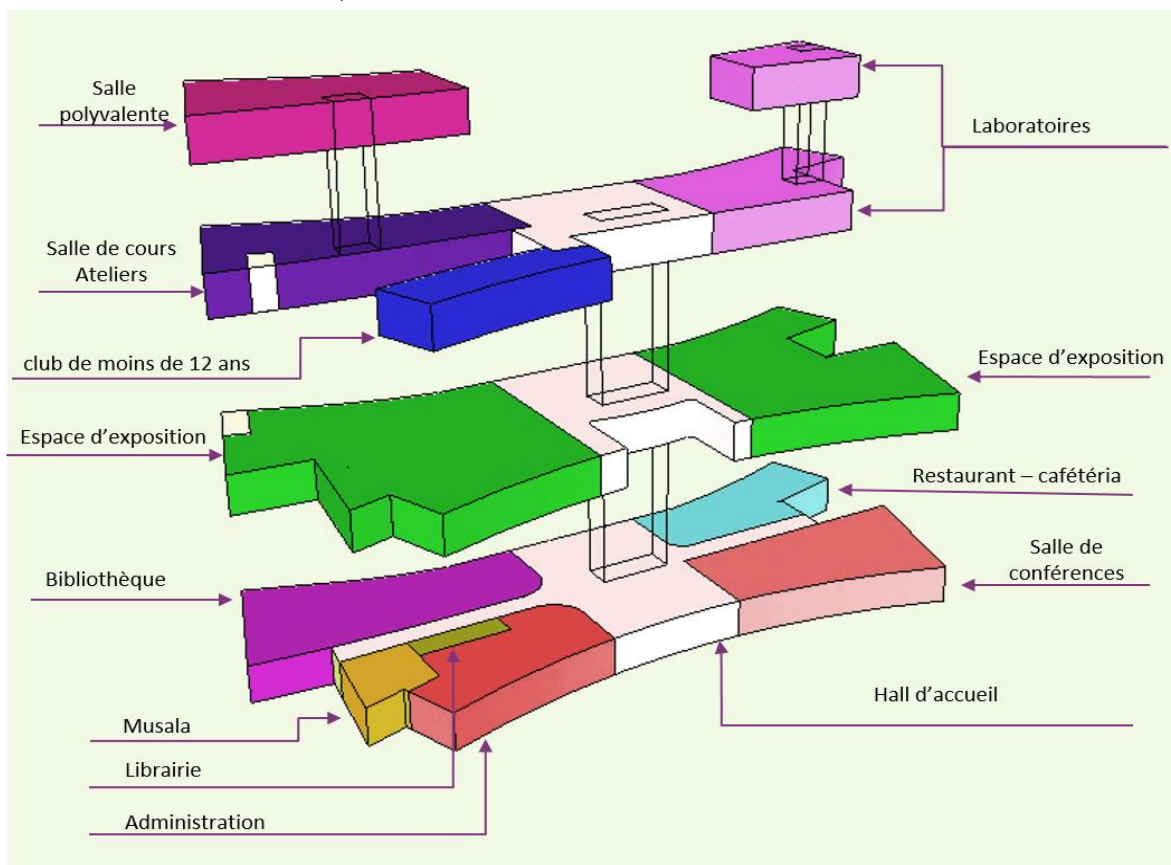


Figure 84: affectation spatiale du CLS (source : auteur)

02.7-Expression constructive:

Dans cette partie ; on va présenter l'ensemble des matériaux et procédés choisis selon des critères qui satisfont l'ensemble des recommandations tirées des parties précédentes.

-Les critères de choix des matériaux :

Le matériau doit être :

- local
- performant
- biodégradable
- métrisable par la main d'œuvre locale ce qui facilite la gestion des chantiers.

01-le système structurel :

Le projet couvre une grande surface et se divise en 5 entités structurelles (poteaux –poutres):

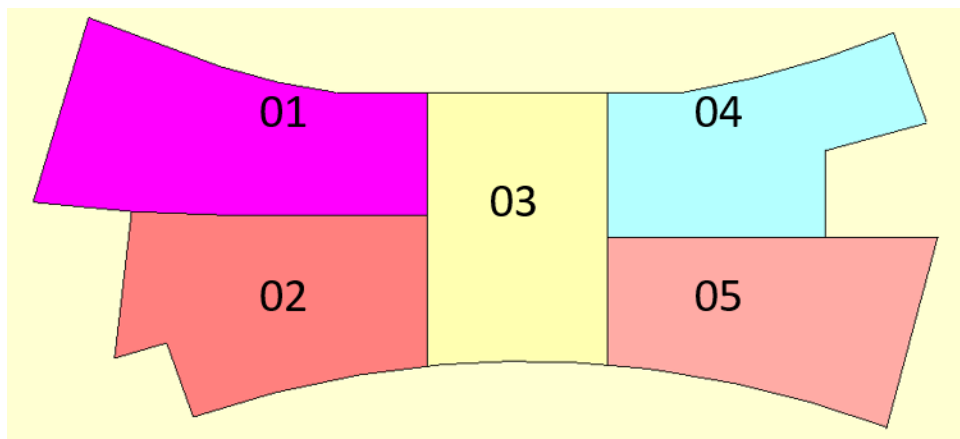


Figure 85:les entités structurelles (source : auteur)

-Structure en béton armé : ce matériau développe sur la majorité du projet 04 entités sur 05 (01 à 04) avec des trames qui varient selon chaque espace. La section des éléments porteurs varie selon chaque trame et chaque espace.

-Structure métallique : Utilisée dans la cinquième entité qui contient l'auditorium en raison de sa légèreté qui permet de grande portée.

Plancher collaborant :

Aussi employer pour la partie de l'auditorium, ce type s'adapte parfaitement avec le type de structure choisie et offre des avantages considérables sur le plan statique et économique

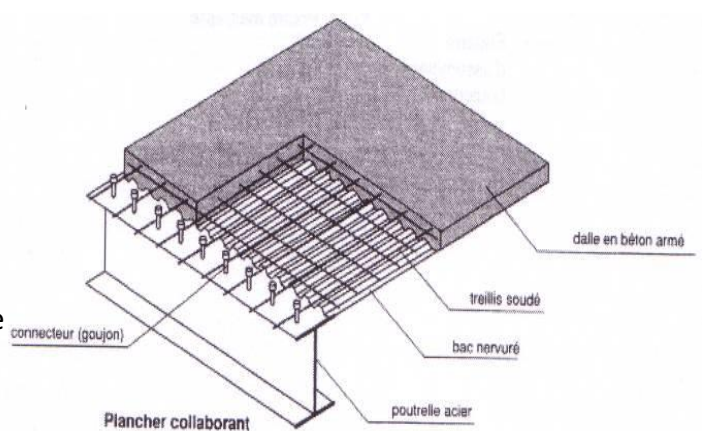


Figure 86:détail du plancher collaborant

02-Murs et cloisons :

-Le Béton léger:

C'est un béton avec une masse volumique vraiment faible, entre 400 et 2000 kg par mètre cube. C'est un **matériau composite**, avec granulats et adjuvants. Ces **granulats** sont minéraux tels que la perlite, la ponce, le schiste, organiques tels que le chanvre ou bien industriels tels que des granulats laitiers par exemple.



Figure 87:composition du béton léger

Avantage:

- Plus léger qu'un béton classique.
- Mise en place facile et rapide.
- Non inflammable.
- Bonne isolation phonique et thermique.
- Forte maniabilité.
- biodégradable

-Le double vitrage :

Constitué de deux feuilles de verre assemblées et scellées en usine, séparées par un espace hermétique clos renfermant de l'air ou un autre gaz déshydraté.

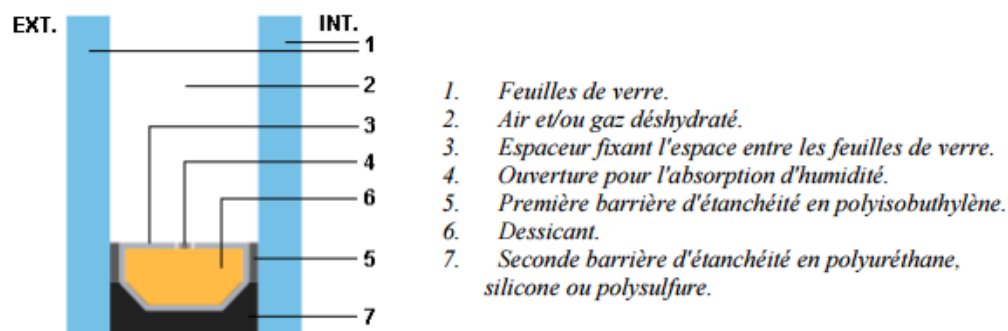


Figure 88:composition du double vitrage

Caractéristiques énergétiques : Lorsque l'énergie solaire est interceptée par une paroi, une partie est réfléchiée vers l'extérieur, une partie est absorbée par le matériau, une partie est transmise à l'intérieur.

Caractéristique lumineuse : Le double vitrage assure un aspect neutre en réflexion et une grande transparence. Il est caractérisé par un coefficient de transmission lumineuse élevé mais néanmoins inférieur à celui d'un simple vitrage.

03-Element d'aménagement extérieur:

-Dalle végétalisée pour parking :

Avec l'augmentation de l'urbanisation, l'imperméabilisation des sols est aujourd'hui trop importante et le législateur tend à la limiter. La création de stationnements végétalisés est une bonne alternative

pour que le sol conserve ses fonctions naturelles de régulation thermique et hydrique tout en apportant un aspect esthétique qualitatif pour les espaces extérieurs.

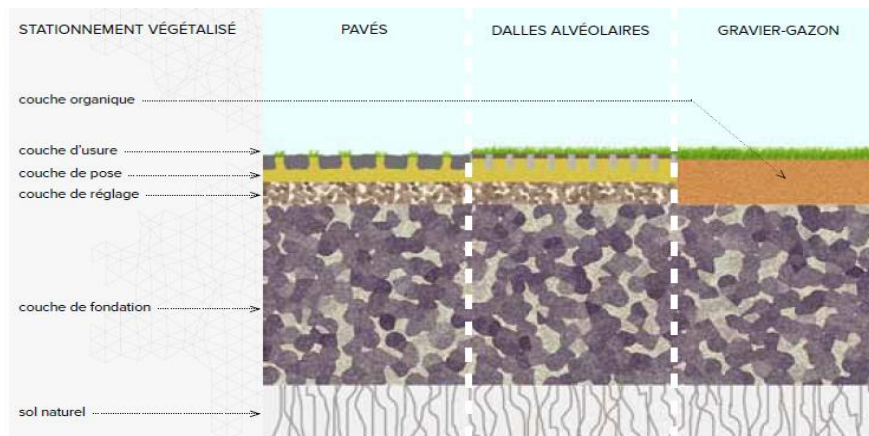


Figure 89: composition d'une dalle végétalisée

Avantage :

- Un stationnement végétalisé permet à l'eau de s'infiltrer, puis d'être filtrée naturellement par le sol.
- Le sol continue à jouer son rôle naturel d'absorption des eaux de pluie
- lors de fortes précipitations, l'eau de pluie s'infiltré dans le sol et ne surcharge pas le réseau collectif
- les surfaces perméables sont plus humides et participent à l'évapotranspiration du sol, réduisant
- L'augmentation thermique (effet d'îlot thermique) et apportent donc à un plus grand confort urbain (hydro thermorégulation).
- les parkings enherbés contribuent à la qualité des aménagements des espaces extérieurs en augmentant la présence du végétal en milieu construit ; ils ont donc un rôle esthétique.



Figure 90: parking en dalle végétalisée

Les revêtements filtrants

Évacuent l'eau de pluie directement dans le sol et soutiennent ainsi le cycle naturel de l'eau. L'infiltration dans le sol favorise l'effet d'épuration naturel de l'eau de pluie. L'exemption de taxes permet en outre de faire des économies très appréciables.

Pavés-gazon: Est un revêtement où l'infiltration intervient au travers d'alvéoles prévues dans le pavé ou de joints élargis, qui sont engazonnés. Les pavés-gazon se caractérisent par la part importante laissée aux zones herbeuses, ce qui favorise la création tout en offrant un fort pouvoir filtrant.

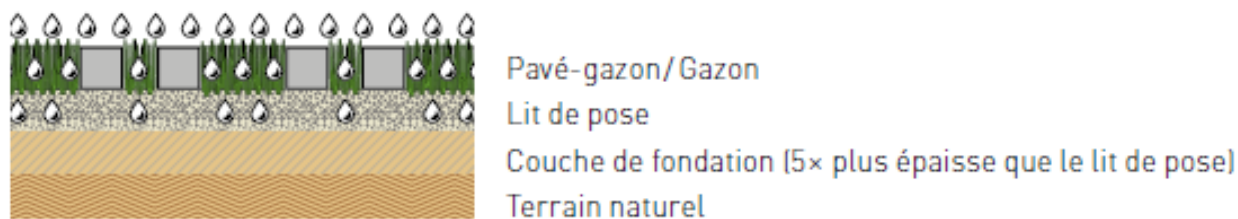


Figure 91:détails du pavé-gazon

Les systèmes engazonnables ont la particularité de stocker l'eau de pluie, puis de la relâcher par évaporation.

Avantage :

-Surfaces vertes, naturelles, stables et carrossables. Pavages faciles d'entretien, Fort pouvoir filtrant.

Caractéristiques particulières:

- Part élevée de gazon, atteignant 57 % pour un pouvoir filtrant optimal.
- Grâce au système à alvéoles à fond ouvert,
- le gazon est préservé durablement, même en période de sécheresse
- Les éléments de remplissage permettent de créer mosaïques, signes et voies piétonnes et de marquer des zones de stationnement.
- Capacités optimisées de stockage de l'eau de pluie.
- Effet bénéfique sur l'écosystème.

02.8-Evaluation environnementale : application des cibles HQE :

La conception du projet a nécessité une recherche profonde sur le thème et une analyse rigoureuse de l'aire d'intervention , ces deux étape nous ont permis de cueillir un ensemble d'information et d'idée qui nous ont guidé lors de la conception du projet.

La concrétisation de ces information et idées sous les règles de l'architecture bioclimatique avait objet d'aboutir à un projet doté de critères d'un projet durable et écologique. Afin de s'assurer que notre projet présente ces critères ; Dans la partie suivante, on va vous présenter l'ensemble des aspects bioclimatique appliquées sou forme des cible de la HQE.

Cible 1 : Relation du bâtiment avec son environnement immédiat :

Notre projet se présente sou forme d'un parc naturel au milieu du tissu urbain, il offre un aire de détente, de loisirs et d'éducation dédié à tous les membres de la société.

L'aménagement global du projet vise à résoudre le divers problème existant tel que les nuisances sonores et la pollution qui provient du réseau routier par la création du masque végétal qui entoure la parcelle.

Le choix de zone de chaque entité selon son besoins et selon les caractéristiques du site (voir les exigences et les potentialités de chaque entité page 43) et la multiplication des accès ont but de faciliter l'accessibilité au projet.

L'emplacement des parkings à proximité des accès et la limitation de la circulation mécanique a l'intérieur afin de minimiser les pollutions de l'aire.



Figure 92: position de la bande végétale et les parkings (source auteur)

Cible 2 : Choix intégré des procédés et produits de construction :

Afin de garantir la stabilité ainsi que le bon fonctionnement du projet les choix du système structurel (poteaux poutre) est justifié par la possibilité d'avoir un plan libre pour créer un espace utile et qui a la possibilité de changer selon les besoins.

Les matériaux de construction sont à base de composant recyclé est écologique, la fabrication est facile et possible sur site ainsi que la facilité de mise en œuvre. Emploie des systèmes engazonable qui s'adapte avec la nature du terrain et offre de nombreux avantages. (Voire Expression constructive page 55).

Cible 4 : Gestion de l'énergie :

Afin de minimiser la consommation d'énergie le projet plusieurs principes ont été appliqués :

- Le choix des matériaux qui offre une isolation importante afin de minimiser les déperditions et réduire le besoins du chauffage.
- Adapter le principe d'éclairage naturel dans la plupart du projet afin de consommer moins d'énergie électrique
- L'exploitation des vents pour la ventilation naturelle pour réduire les besoins de climatisation

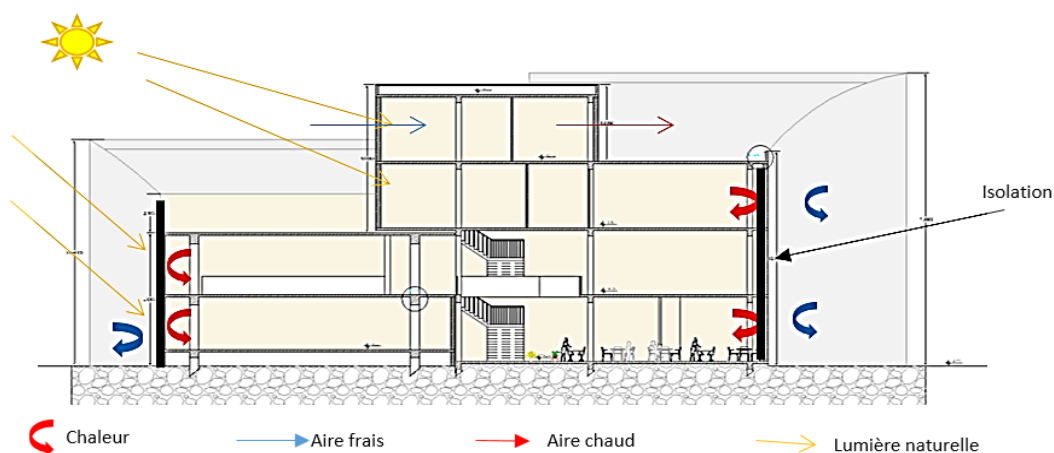


Figure 93: maîtrise d'énergie dans le bâtiment (source auteur)

Cible 5 : Gestion de l'eau

La forme du projet et sa toiture en pente présente un atout pour une récupération directe des eaux de pluie afin de les exploiter dans l'arrosage et d'autres tâches, le sol perméable permet d'évacuer le reste des eaux, la rétention des eaux récupérées dans un lac artificiel qui ajoute un aspect esthétique au projet.

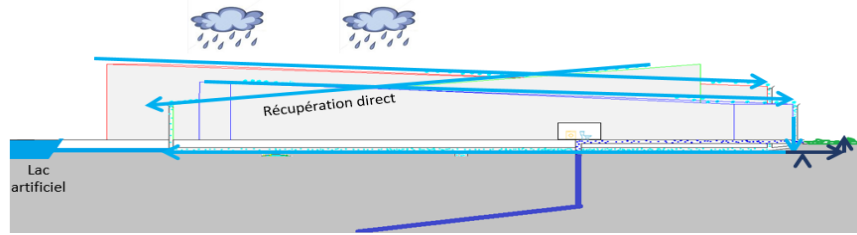


Figure 94: gestion des eaux de pluie (source auteur)

Cible 6 : Gestion des déchets d'activités

La gestion des déchets se fait en collaboration entre les trois entités pour assurer un traitement de déchets organiques (compostage) et le recyclage de certains déchets solides.

Tassage d'un seul circuit de collecte de déchets qui parcourt toute la parcelle et ramasse les déchets des points de collecte de chaque entité.



Cible 8 : Confort hygrothermique :

Le confort hygrothermique est assuré par une ventilation naturelle renforcée par un système mécanique à simple ou double flux) qui déclenche automatiquement dans le cas l'insuffisance du naturelle.

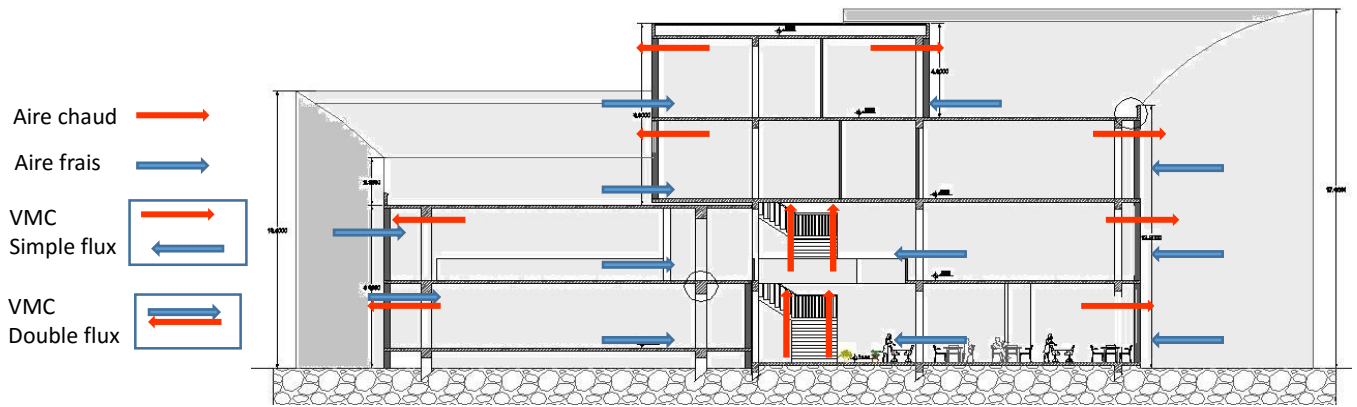


Figure 95: principe de ventilation dans le bâtiment (source : auteur)

Cible 9 : Confort acoustique :

-Le site se situe à côté de l'autoroute est ouest qui présente des nuisances sonores important, afin de se protéger on a opté a :

Créer une barrière végétale qui protégé toute la parcelle.

Implanter le bâtiment loin de cette voie expresse

Employer des matériaux caractérisés par une résistance acoustique impotente. (Voire Expression constructive page 55).

-L'espace d'exposition est un plan libre sans cloisons, afin de minimiser les bruit on a utilisé des éléments absorbant placer aux niveaux des plafonds.

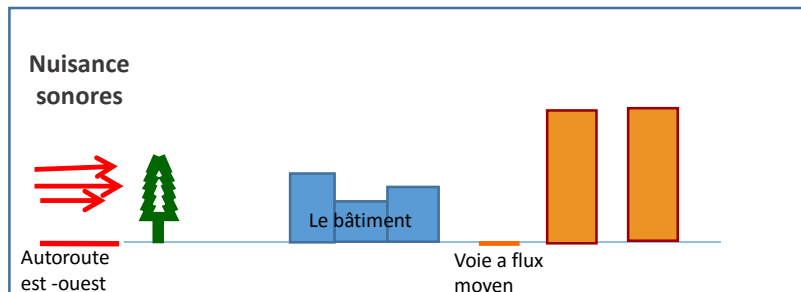


Figure 96: protection des nuisances sonores (source auteur)

Cible 10 : confort visuel

-au niveau d'aménagement globale : l'ensemble du projet offre des vuse agréable est satisfaisante pour les visiteurs ce qui crée un entourage confortable sur tous les niveaux

- au niveau du bâtiment : la transparence du bâtiment assure une continuité entre l'intérieure et l'extérieure est permet de profiter du paysage externe ainsi permet d'éclairer naturellement les espace interne pour assurer un confort au occupant (étude du confort visuelle dans le chapitre suivant)

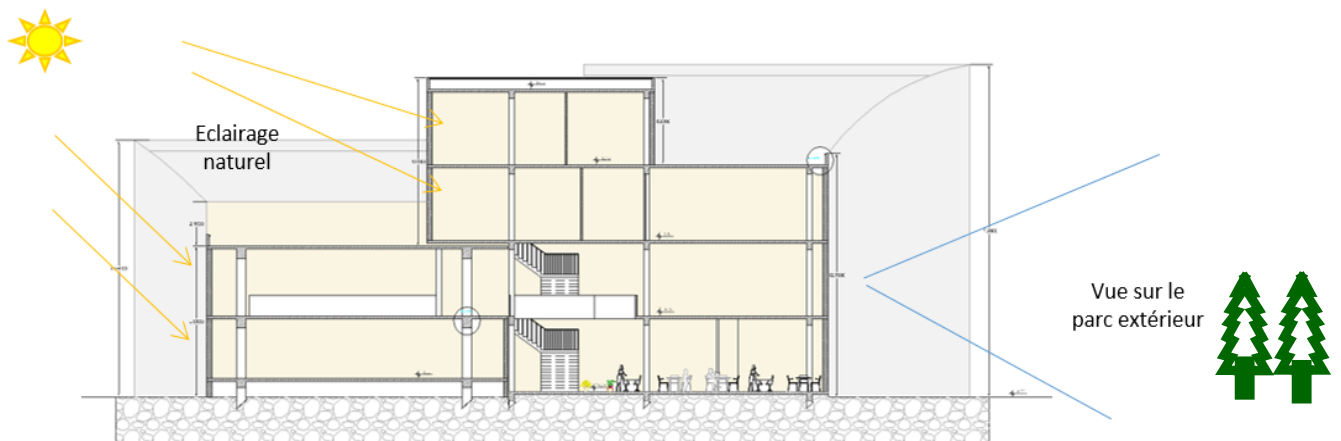


Figure 97: exploitation d'éclairage naturel (source auteur)

Cible 11 : Confort olfactif

Le confort olfactif est assuré sur 2 niveaux :

Au niveau globale : l'implantation des entités selon leurs impact sur ce dernier.

Au niveau du bâtiment :

L'affectation des espaces qui génèrent des odeurs dans les extrémités du volume afin d'assurer une évacuation directe vers l'extérieure avec une installation de système de ventilation mécanique qui assure l'évacuation rapide.

Les espace de groupement sont ventilé d'une façon permanente afin d'assurer le renouvellement de l'aire.

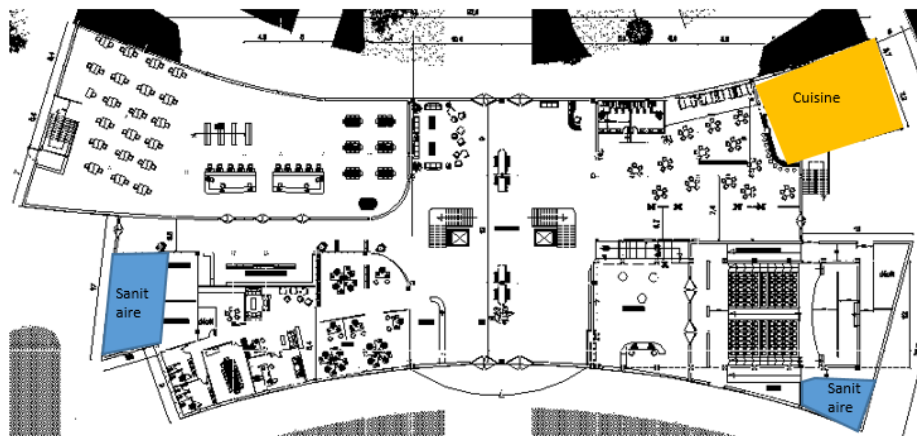


Figure 98: emplacement des sanitaires et cuisine (source: auteur)

Cible 12 : Conditions sanitaires :

Le projet est doté de tous les éléments nécessaires pour le confort des personnes à mobilité réduite

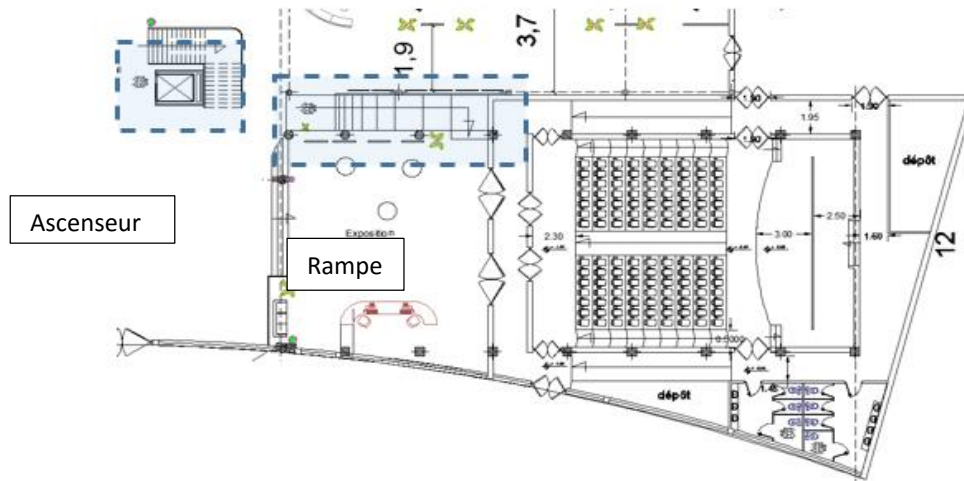


Figure 99: éléments de circulation pour les personne a mobilité réduite (source : auteur)

Cible 13 : Qualité de l'air :

L'insertion du projet dans un milieu naturel offre une bonne qualité d'aire ainsi que la limitation de la circulation des véhicules limite la pollution de l'aire.

L'utilisation des matériaux écologique qui ne diffusent pas des gaz ou des substances polluantes

Les laboratoires sont équipés par des systèmes de sécurité et de ventilation permanant afin de sécuriser toute les activités.

Cible 13 : Qualité de l'eau :

Afin d'assurer une bonne qualité de l'eau et protéger les eaux potable on a opté a :

- une Séparation entre les réseaux d'évacuation des eaux usées et ceux d'eaux potable.
- l'évacuation des eaux de pluie pour éviter les flaques d'eaux polluantes.

Synthèse

La HQE est une certification qui évalue et prouve la performance d'un projet architectural ; nous ; dans notre projet avons essayé de satisfaire le maximum d'exigence afin d'offrir un œuvre écologique et durable.

Conclusion

Notre projet reflète une tentative de concrétiser l'ensemble des savoirs acquis, et les réunir en un seul projet qui s'intègre dans un aire d'intervention particulier qui offre un ensemble de potentialités important ; l'intégration de l'aspect bioclimatique dans la conception avait une valeur importante qui s'est refléter par l'application des cibles de la haute qualité environnemental.

CHAPITRE III :

EVALUATION DES PERFORMANCES ENERGETIQUES

Impact de L'éclairage naturel sur le confort visuel

INTRODUCTION

L'éclairage a un effet profond sur la vie des êtres humains. Il facilite la vision qui est notre source d'informations la plus importante sur le monde et il affecte notre fonctionnement biologique. La plupart des renseignements que nous obtenons grâce à nos sens, nous les obtenons par la vue, soit près de 80%.

01-Le Confort visuel :

01.1Définition :

Le confort visuel qui constitue la dixième cible de la démarche HQE a une forte influence sur l'individu tant au niveau physiologique que psychologique. Le confort visuel a plusieurs définitions : D'après le Syndicat de l'Éclairage de France, le confort visuel fait référence aux «conditions d'éclairage nécessaires pour accomplir une tâche visuelle déterminée sans entraîner de gêne pour l'œil».

Selon L.MUDRI, il implique «l'absence de gêne qui pourrait provoquer une difficulté, une peine et une tension psychologique, quel que soit le degré de cette tension».⁷

Quant à l'association Haute Qualité Environnementale, elle définit le «confort visuel» comme la dixième cible du projet de bâtiment de Haute Qualité Environnementale. Ses exigences élémentaires en matière d'éclairage sont les suivantes :

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

L'obtention d'un environnement visuel confortable dans un local favorise le bien-être de ses occupants. Par contre, un éclairage trop faible ou trop fort, mal réparti dans l'espace ou dont le spectre lumineux est mal adapté à la sensibilité de l'œil ou à la vision des couleurs, provoque à plus ou moins longue échéance une fatigue, voire même des troubles visuels, accompagnés d'une sensation d'inconfort et d'une performance visuelle réduite. Une bonne visibilité n'est pas une condition suffisante pour assurer le confort visuel, compris comme l'appréciation subjective d'un environnement lumineux agréable. L'uniformité de l'éclairement et l'équilibre des luminances dans un espace contribuent au confort. Le meilleur éclairage est assuré par la lumière du jour, lumière blanche parfaite. Un environnement lumineux non confortable, sortant des normes fondées sur les grandeurs photométriques, peut être parfois considéré comme satisfaisant, la satisfaction visuelle restant déterminée par des préférences individuelles.

01.2-Les critères du confort visuel :

Le confort visuel est une sensation totalement subjective. Les facteurs significatifs sont, entre autres, l'âge et l'acuité visuelle. Cette sensation de confort dépend également de l'objet à percevoir, de sa taille, de son aspect, de sa couleur. Le confort visuel doit assurer à la fois la visibilité des objets et des obstacles, la bonne exécution des tâches sans fatigue visuelle et une ambiance lumineuse agréable. Il est inséparable de la quantité, de la distribution et de la qualité de lumière disponible dans

⁷ MUDRI, Ljubica. De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: ambiances lumineuses. Paris.Ecole d'architecture de Paris-Belleville. Novembre 2002, p 2-3

une pièce. Le confort visuel peut néanmoins se mesurer à travers des critères objectifs qui doivent être bien étudiés pour atteindre le seuil du confort :

- Le site, avec toutes ses contraintes dont l'ensoleillement, les masques et les reliefs, la nature des surfaces et l'éclairage artificiel extérieur.
- Le nombre d'ouvertures, leur taille, leur orientation.
- La quantité de lumière naturelle.
- La qualité de l'éclairage naturel qui est mesurée par le facteur de lumière du jour (FLJ).
- La qualité de l'éclairage électrique en termes de confort et de dépenses énergétiques est caractérisée par l'indice de rendu des couleurs et la température des couleurs.
- La relation visuelle avec l'extérieur.

01.3 – Les paramètres du confort visuel

Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques : l'éclairement, la luminance, le contraste, l'éblouissement et le spectre lumineux auxquels s'ajoutent des caractéristiques propres à l'environnement et à la tâche visuelle à accomplir, comme la taille des éléments à observer et le temps disponible pour la vision. Le confort visuel relève, en outre, de facteurs physiologiques et psychologiques liés à l'individu, tels que son âge, son acuité visuelle ou la possibilité de regarder à l'extérieur.

Selon l'association H.Q.E un environnement visuel confortable sera obtenu par la détermination des paramètres suivants :

- un bon niveau d'éclairement nécessaire à une vision claire et sans fatigue,
- Un rendu des couleurs correct et une lumière agréable,
- Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace,
- Les rapports de luminance présents dans le local (bonnes conditions de contraste),
- L'absence d'ombres gênantes,
- La relation au monde extérieur,
- L'éblouissement.

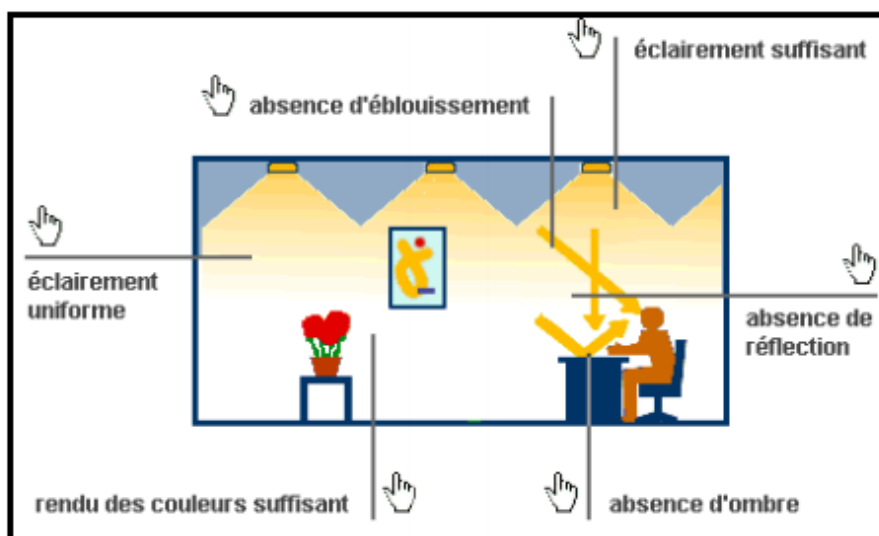


Figure 100: paramètres du confort visuel (source energieplus.be)

02- l'éclairage naturel :

Aujourd'hui, l'énergie électrique commence à poser de sérieux problèmes en Algérie à cause de la forte demande qu'elle suscite. Il devient donc important d'inciter les citoyens à l'usage rationnel de celle-ci. Ceci est d'autant plus impératif que le «développement durable» exige de minimiser les recours aux énergies non renouvelables tels que le pétrole, le gaz...qui sont appelés à disparaître dans quelques décennies.

En matière d'éclairage, ceci se traduit par une exploitation optimale de la lumière naturelle ,mais il se trouve que cette dernière, qui est largement disponible dans notre pays, contrairement à beaucoup d'autres ,est très mal sinon insuffisamment exploitée.

02.1 - la lumière naturelle :

Elle est à la fois une entité physique, physiologique et psychologique ; physique, parce que la lumière est une forme d'énergie - l'énergie radiante, physiologique, parce qu'elle est le stimulus spécifique des récepteurs visuels et psychologique, parce qu'elle donne naissance aux impressions subjectives de lumière.

La lumière est l'énergie radiante capable d'exciter la rétine et de produire une sensation visuelle. Pour l'organisme humain, la lumière remplit deux catégories de fonctions phybiologiques, l'une spécifique, visuelle, l'autre non spécifique, neuroendocrine. La première fournit l'information visuelle sur l'environnement, la deuxième modifie l'activité métabolique et les rythmes biologiques.

- Nature de la lumière

La lumière constitue une partie infime du large spectre des rayonnements électromagnétiques. Distribuées selon leur longueur d'onde ou leur fréquence, les radiations électromagnétiques s'étendent des rayons cosmiques aux ondes hertziennes. La lumière est la partie du spectre à laquelle les récepteurs visuels sont sensibles : le spectre visible. Les rayonnements lumineux occupent un intervalle de longueurs d'onde de (de 380 à 770 nanomètres)

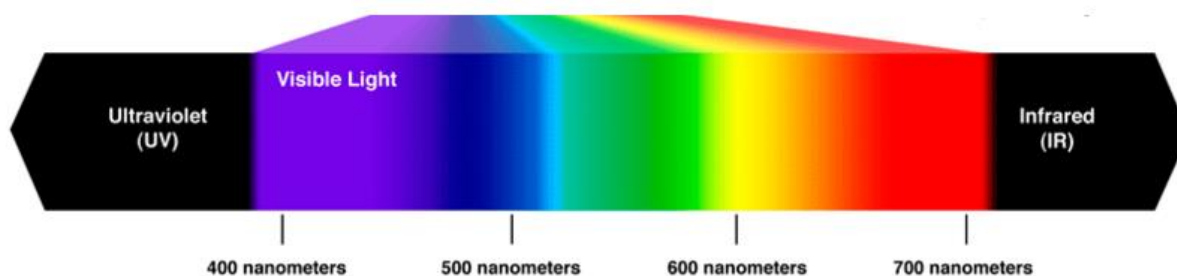


Figure 101: composants de la lumière

02.2- L'éclairage naturel:

D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant «l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir ».

Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes. Cependant, certains spécialistes dans le domaine ont, pendant longtemps, omis de considérer dans leurs définitions et leurs calculs l'éclairage direct provenant du soleil, ne prenant en considération que la lumière diffuse du ciel. Parmi ces spécialistes, nous citerons F. BOUVIER qui le

définit comme étant «l'éclairage produit par la voûte céleste et les réflexions de l'environnement, à l'exclusion de l'éclairage direct du soleil»⁸. P.CHAUVEL de son côté, le décrit comme étant «l'éclairage produit par la voûte du ciel, à l'exclusion de l'éclairage produit par le soleil. Toutefois, dans certains cas, on considère l'éclairage global, mais il doit toujours être précisé que c'est y compris la lumière provenant directement du soleil ou réfléchi par des surfaces ensoleillées.»⁹

02.3 - Sources de l'éclairage naturel :

L'homme est exposé à une grande variété de sources d'énergie naturelles qui émettent un rayonnement sur plusieurs bandes du spectre électromagnétique. En matière d'éclairage, ce qui nous concerne sont les sources lumineuses diurnes qui émettent un rayonnement électromagnétique pendant la journée et permettent à l'être humain de percevoir clairement son environnement et d'accomplir les différentes tâches et activités qui rythment sa vie.

Ces sources sont classées en deux catégories: les sources directes et les sources indirectes

01- Sources lumineuses diurnes directes

Parmi les sources lumineuses diurnes directes, nous distinguons une source primaire qui est le soleil et une source secondaire représentée par la voûte céleste.

-Source primaire

La «source primaire» est une source de lumière qui émet de la lumière qu'elle a elle-même produite. Elle est visible et isolée de toute autre source lumineuse. Le Soleil est une source primaire de la lumière naturelle diurne et il est à l'origine du rayonnement visible direct appelé «lumière solaire ». Quant à cette dernière, elle est définie par J. BELL et W.BURT comme étant «la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre sous forme de rayons parallèles et qui résulte d'une atténuation sélective par l'atmosphère»¹⁰

-Sources secondaires

Une «source secondaire» est une source de lumière qui n'est visible que lorsqu'elle est éclairée par une source primaire, telle la voûte céleste qui est éclairée par le rayonnement solaire dont une partie (environ 25%), qui est absorbée et réémise par l'atmosphère, constitue ce que les spécialistes appellent la lumière diffuse du ciel. Selon J. BELL et W.BURT: «la lumière du ciel est la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre et qui résulte de la diffusion par l'atmosphère».

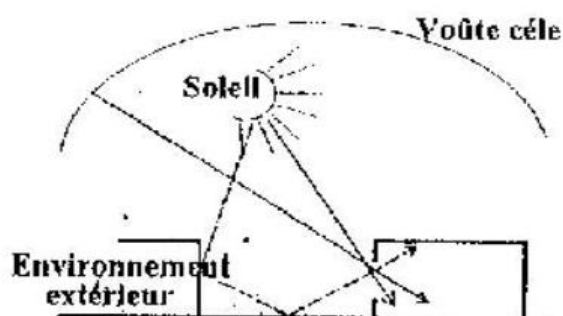


Figure 102: Sources lumineuses. Source: A. BELAKHAL et K. TABET AOUL, 2003

⁸ " Bouvier, François " éclairage naturel" technique de l'ingénieur, vol c6 paris 1981 page 6

⁹ Chauvel P et Deribere. " l'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment" paris Eyrolles, 1968 page 61

¹⁰ J. BELL & W. BURT in ROUAG, Djamilia. Sunlight problems within new primary school classrooms in Constantine. Thèse de Doctorat. Constantine: Université Mentouri, Avril 2001, p 143.

02- Sources lumineuses diurnes indirectes

Les corps environnants ne sont perceptibles par l'œil et n'émettent en gamme du visible que s'ils sont portés à une température élevée, ou bien s'ils réfléchissent, diffractent ou bien diffusent les rayonnements visibles qui les éclairent.

Tous les corps opaques excepté les corps noirs, interceptent le rayonnement solaire et le réfléchissent mais la quantité de la lumière réfléchie, dépend du facteur de réflexion de la surface, c'est-à-dire de son albédo. Quant à la couleur de la lumière réémise, elle correspond à la couleur de l'objet.

02.4-Type d'éclairage naturel :

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (éclairage latéral), soit en toiture (éclairage zénithal), soit les deux à la fois. Mais leurs fonctions restent les mêmes. La prise de jour est cependant un des plus complexes et coûteux composants du bâtiment à cause du grand nombre de rôles contradictoires qu'elle doit jouer tels que l'éclairage et l'occultation, la vue sur l'extérieur et la recherche d'intimité, la pénétration du soleil et la protection solaire, et enfin, l'étanchéité et la ventilation.

02.4.1- Eclairage zénithal:

D'après C.TERRIER et B.VANDEVYVER, le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur est importante afin d'assurer une distribution uniforme des éclairagements intérieurs.¹¹

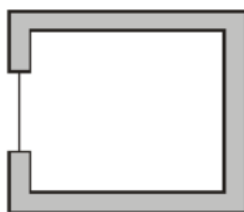
Les systèmes d'éclairage zénithal peuvent procurer de la lumière naturelle soit directement ou indirectement. Pour ce qui est des systèmes d'éclairage zénithal direct, ils sont composés uniquement d'une ouverture percée dans la toiture. Tandis qu'un système d'éclairage zénithal indirect est composé de deux parties: une ouverture qui capte la lumière naturelle et un système de distribution qui réfléchit ou diffuse cette lumière.

02.4.2 - Eclairage latéral :

L'éclairage latéral caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé aux locaux de faible hauteur sous plafond: de 2,50 mètres à 3 mètres. Ce système optique est, d'après J.J. DELETRE, l'un des moins performants du point de vue éclairage par la lumière du jour, en particulier dans les cas où il y a un masque extérieur. C'est pourtant l'un des plus utilisés, notamment dans les constructions scolaires, pour des raisons pratiques mais aussi parce qu'il permet la vue vers l'extérieur.¹²

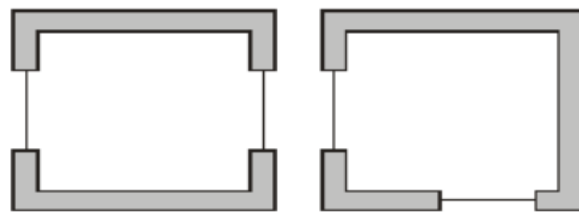
-Types d'éclairage latéral :

Eclairage unilatéral



UNILATERAL

Eclairage bilatéral



BI_LATERAL

Figure 104: dispositifs d'éclairage unilatéral et dispositifs d'éclairage bilatéral.

Source I-pasini 2002 www.squl.com

¹¹ TERRIER. Christian et VANDEVYVER. Bernard. "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité, Paris: ED82, Travail et Sécurité, (Mai 1999), p1 [En ligne] www.inrs.fr (Page consultée le 21 septembre 2004)

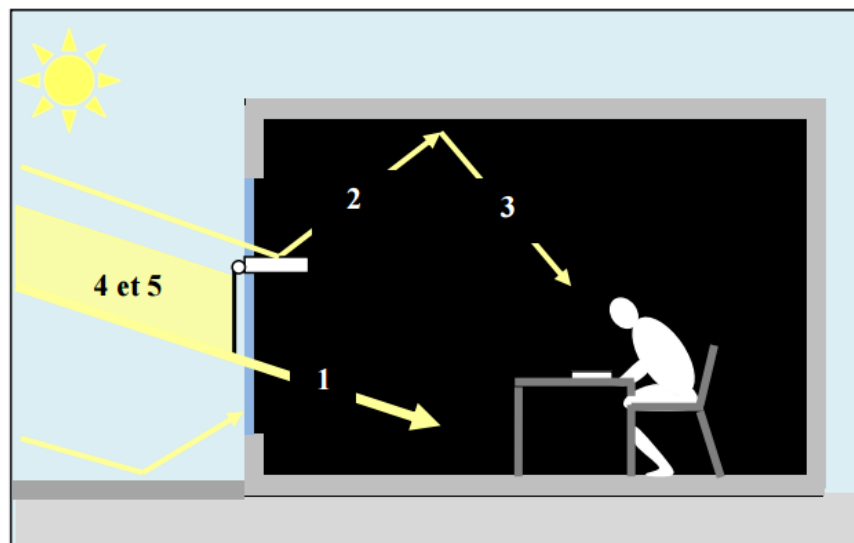
¹² DELETRE, J.J. Mémento de prises de jour et protections solaires. Grenoble: Ecole d'Architecture de Grenoble, 2003, p 3.

02.5 - stratégie de l'éclairage naturel :

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera aussi à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel. L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage. Choisir des teintes claires pour la décoration des murs et plafonds,... Créer des puits de lumière (coupoles, fenêtres de toit...) qui apportent un gain considérable de lumière naturelle,...

La stratégie de la lumière naturelle est aussi l'étude de la relation entre la lumière naturelle et le bâtiment selon cinq concepts destinés à favoriser la meilleure utilisation possible de la lumière naturelle. Les cinq concepts qui permettent une meilleure stratégie de la lumière dans le bâtiment :

- 1 Capter
- 2 Transmettre
- 3 Distribuer
- 4 se protéger
- 5 contrôler



La stratégie de la lumière naturelle

02-ETUDE DE CAS :

02.1-INTRODUCTION :

Le confort visuel est assuré lorsque la quantité d'éclairement qui présente dans un espace est suffisante pour accomplir une tâche déterminée sans avoir de gêne pour l'œil humain. Ce gêne peut être le résultat d'un niveau d'éclairement qui n'est pas adapté à la tâche, de l'éblouissement ou d'une composition d'une lumière qui n'est pas compatible avec le niveau d'éclairement et l'activité. Afin de répondre aux exigences du confort visuel, l'architecte au cours de sa conception, essaye de capter le maximum de lumière à travers le choix de l'orientation de la fenêtre, sa configuration, sa dimension, sa hauteur, la nature du vitrage...etc. Cette stratégie est apparue efficace, mais elle permet simplement d'augmenter le niveau d'éclairement à quelques lux près de la fenêtre, tout en laissant le fond de l'espace obscur et par conséquent, contribue à l'inconfort visuel.

Après l'apparition des outils informatiques qui sont spécialisés en éclairage, l'étude de la lumière naturelle et même artificielle en architecture est devenue un phénomène facile à étudier. Le domaine de l'éclairage naturel des bâtiments a connu la création de plusieurs logiciels; citons " DIALUX ", " VILUX ", " ECOTECT ", " ENERGIE+ ", " RADIANCE " ...etc. Ces outils permettent d'étudier le comportement de la lumière dans l'espace architectural, de faire une étude quantitative, qui permet de connaître le niveau d'éclairement et de luminance dans chaque point du local comme

ils permettent aussi de faire une étude qualitative. Ces logiciels sont faciles à manipuler et donnent des résultats qui sont proches de la réalité. Plusieurs projets dans le monde ont vu leur conception être faite par des logiciels.

L'objectif principal de cette étude (simulation) est d'évaluer les performances de l'éclairage naturel. Aussi, compte tenu de la rareté voire l'absence de réglementation algérienne dans le domaine, cette évaluation nous aidera à établir une liste de recommandations ou de propositions concrètes pour les futures infrastructures pédagogiques.

02.2. Les outils de simulation et de modélisation :

1. Mesures sur site

Les mesures sur site sont un outil facile et simple à exécuter et permet d'étudier qualitativement et quantitativement la lumière dans un espace. Elles permettent de caractériser l'ambiance intérieure et d'obtenir les vraies valeurs d'éclairement, de luminance, etc... Pour effectuer des mesures sur site, il faut qu'on soit équipé du matériel adéquat.

Cet outil offre la possibilité de combiner des études d'éclairage naturel et des études d'éclairage artificiel. Le choix de cet outil peut être compris entre deux limites. La première, c'est que ces mesures ne peuvent être réalisées qu'après la construction du bâtiment, la deuxième, qu'elles dépendent des conditions climatiques.



Figure 105: luxmètre source: www.conrad.fr

2. Les logiciels informatiques

Pendant ces dix dernières années, le domaine informatique a connu un progrès important, ce qui a donné naissance à des nouveaux programmes de simulation qui ont touché le domaine du bâtiment, ou les architectes ont commencé à utiliser ces multiples logiciels pour la prédétermination de la lumière naturelle dans leurs projets. Ces outils informatiques sont de deux catégories basés sur deux méthodes de calcul différentes : la technique de la radiosité et la méthode du lancer de rayon inverse. La méthode de la radiosité traite des échanges radiatifs entre surfaces parfaitement diffusantes formant un espace clos. Les logiciels basés sur la méthode de la radiosité traitent des volumes simples, éclairés par des ouvertures rectangulaires ou les calculs ne tiennent pas compte des surfaces spéculaires ni de l'aspect spectral du phénomène lumineux. Ainsi, ils sont généralement couplés à une base de données climatique. Alors que la méthode du lancer de rayon inverse tient compte de tous les phénomènes optiques qui peuvent être exprimé analytiquement par des équations physiques.

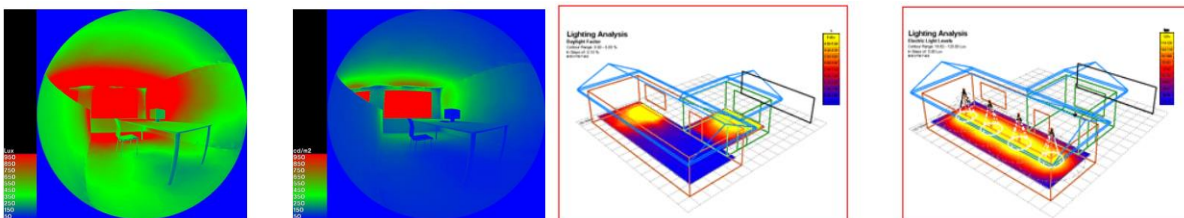


Figure 106: simulation informatique(à l'aide de dialux – ecotect)

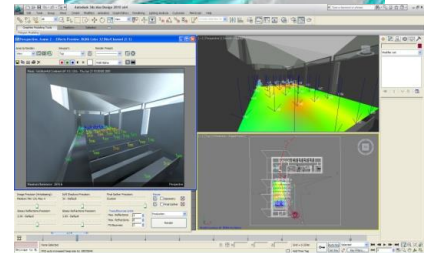
03.1-Le choix du logiciel de simulation :

Le logiciel 3ds Max (3D Studio Max), développé par Autodesk, est une référence dans le domaine de l'infographie tant au niveau de la modélisation que de l'animation 3D.

Depuis 2009, Autodesk propose le logiciel 3ds Max Design ; les deux versions partagent la même technologie et les mêmes fonctionnalités clés. Si 3dsMax est surtout utilisé par les développeurs de jeux et de films d'animations, 3dsMaxDesign plus adapté aux architectes, concepteurs, ingénieurs et spécialistes de la visualisation. Cette version intègre de nouvelles fonctionnalités pour la simulation et l'analyse de la lumière naturelle ou de l'éclairage artificiel. Ces outils d'analyse sont adaptés à la certification LEED Indoor Environmental Quality credit 8.1 certification.



est



03.2-. La méthodologie de la simulation :

Après avoir choisi l'outil de simulation, il nous reste que définir la pièce dans laquelle va se dérouler notre investigation, et notre choix est tombé sur la bibliothèque car c'est l'espace avec le plus grand besoin d'éclairage.

Dans cette optique, notre travail consistera à mesurer les niveaux d'éclairage dans la pièce à l'aide d'un photomètre positionné sur une hauteur de 0.85m qui est la hauteur d'un plan de travail ordinaire.

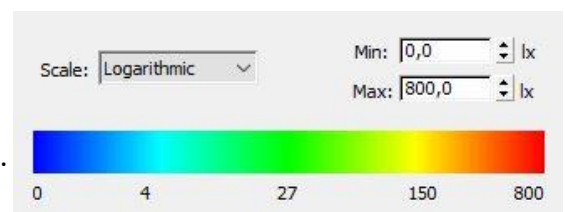
Cette opération se déroulera sur trois journées de l'année, le 21 décembre ; la journée la plus courte de l'année, le 21 juin ; la journée la plus longue - durant lesquelles la hauteur solaire atteint ses deux extrêmes- et le 21 mars ou la durée du jour égale la durée de nuit (équinoxe printemps).

L'ensemble de résultats va se représenter sous forme de grille photométrique à une échelle logarithmique et des graphes où la zone de confort est mentionnée, cette méthode facilite la lecture des résultats et permet de positionner le cas d'étude (confort ou inconfort). Extrait de la réglementation européenne, la norme EN 12464-1 qui concerne l'éclairage des bâtiments tertiaires, indique l'éclairage moyen à maintenir au niveau de la tâche en fonction de l'activité du local qui est dans notre cas d'étude « la bibliothèque » donné à 500 lux pour les zones de lecture et 100 lux pour zones de rayonnement.¹³

03.2.1-Analyse des résultats :

L'échelle utilisée dans la simulation est une échelle « Logarithmique » avec les valeurs de 0 à 800 lux.

Chaque intervalle en lux est référé par une couleur précise.

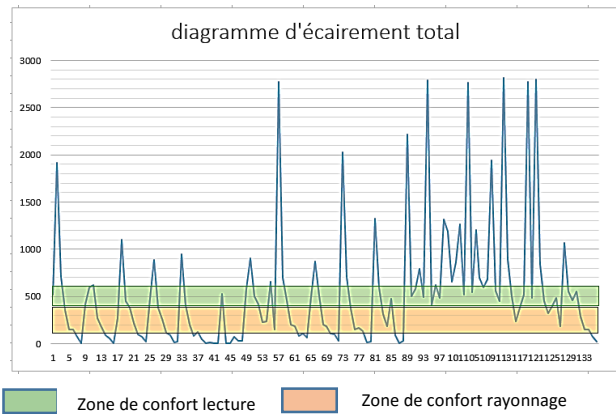
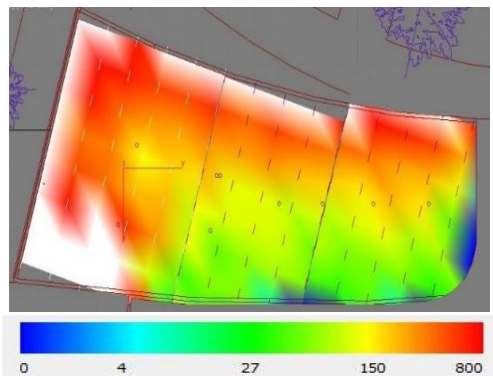


¹³ Lumière et éclairage - Eclairage des lieux de travail - Partie 1: Lieux de travail intérieurs NBN EN 12464-1, 2e éd., juillet 2011

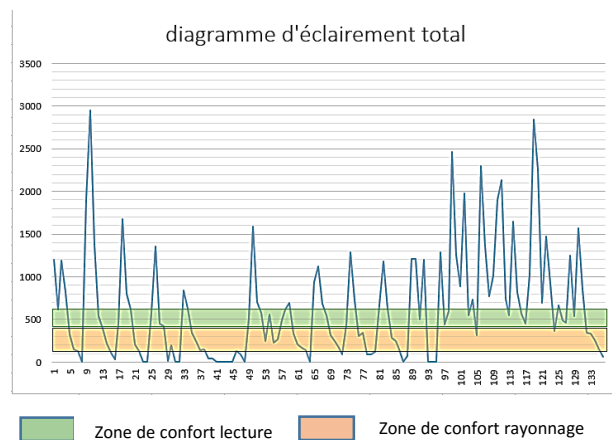
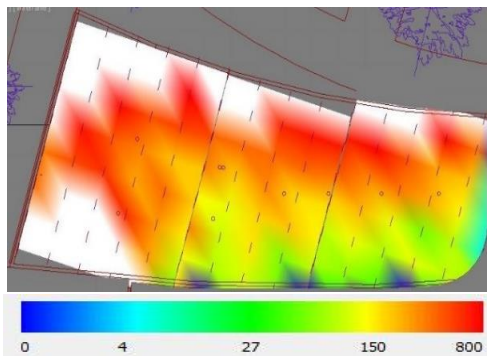
-Les résultats de la simulation de l'état initial (sans correction) :

°le 21 Mars a :

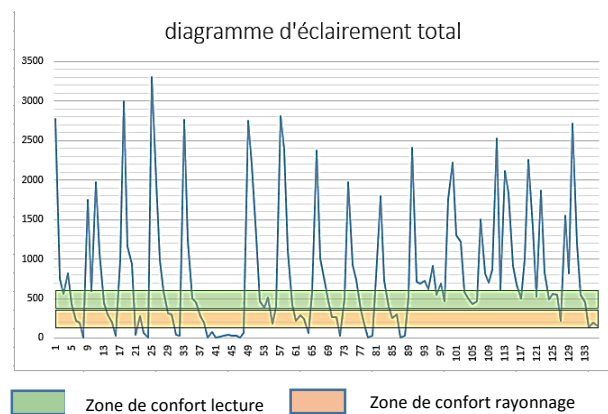
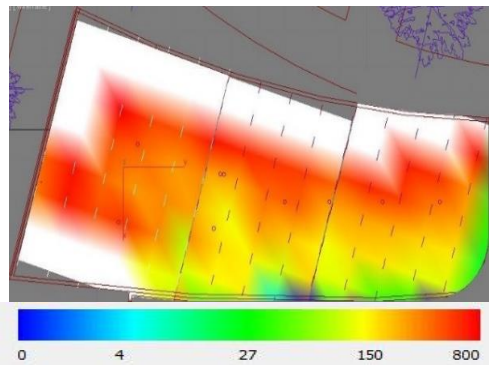
-9h :



-à midi (12h) :



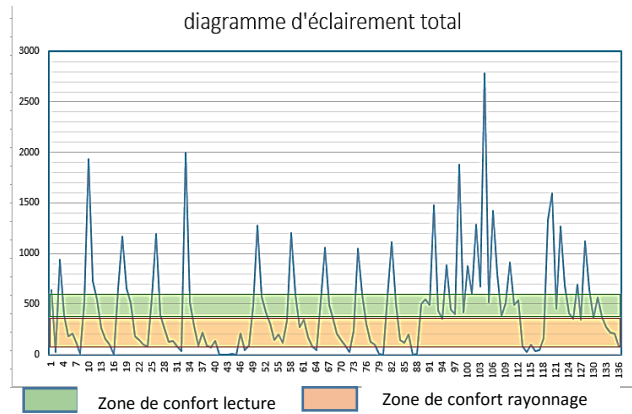
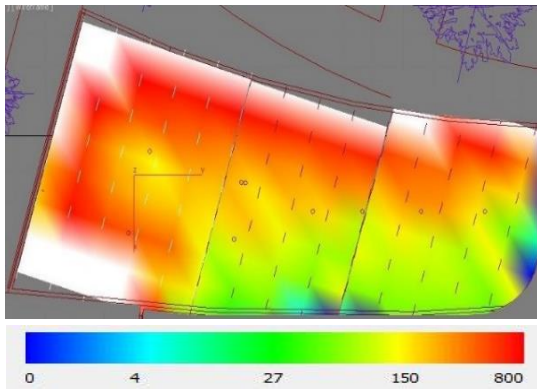
-à 17h :



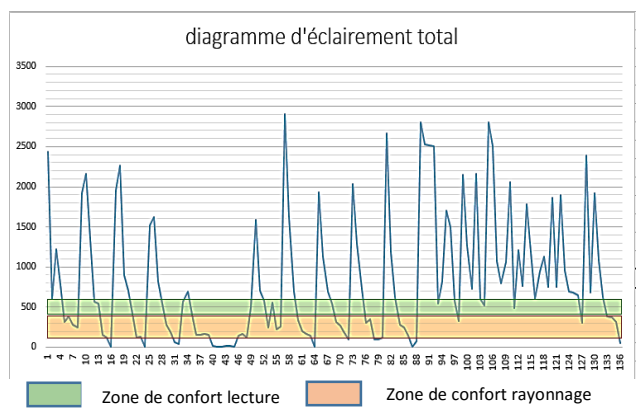
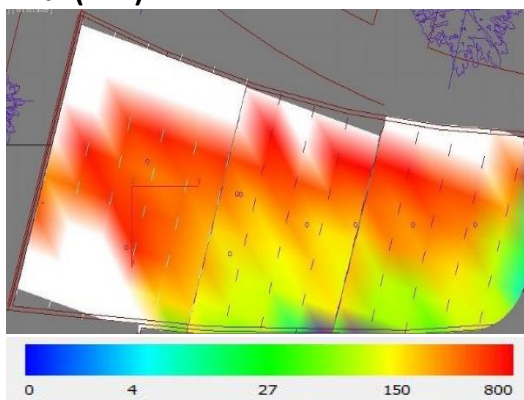
La grille du photomètre indique que les rayons lumineux arrivent a un point profond de la salle et cela est permanent dans le côté ouest comme le montre la grille à partir de midi et augmente jusqu'à 17h pour créer une tache d'éblouissement répartie à l'ouest. Les valeurs d'éclairage atteignent-les 3200 lux.

°le 21 Juin a :

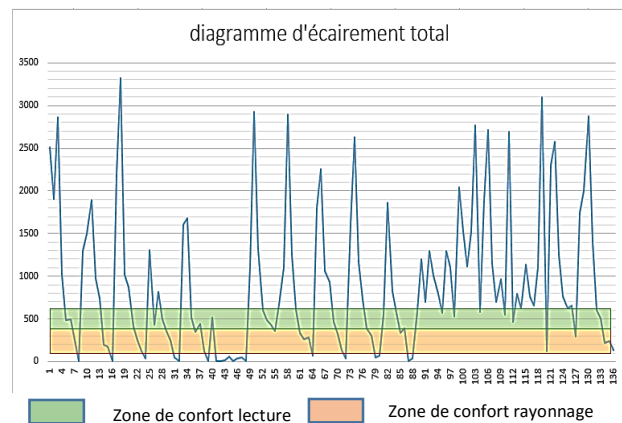
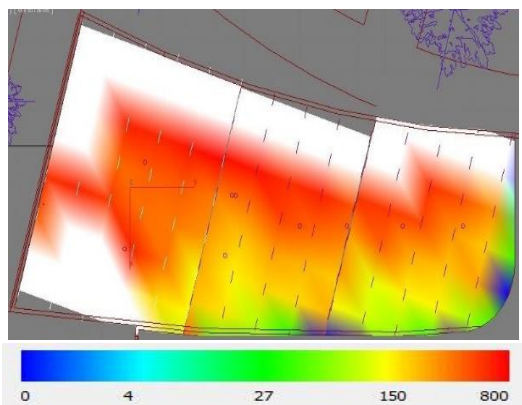
-9h :



-a midi (12h) :



-a17h :

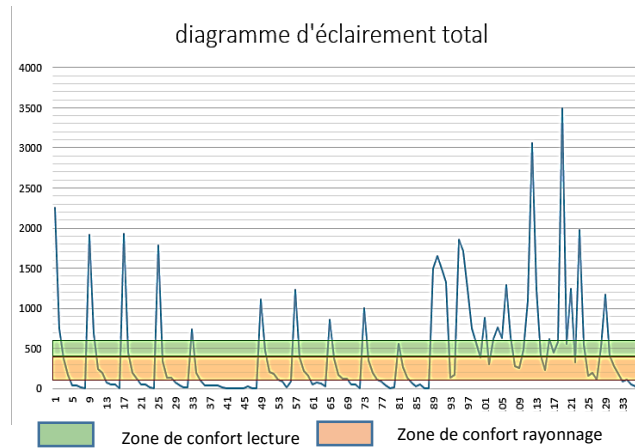
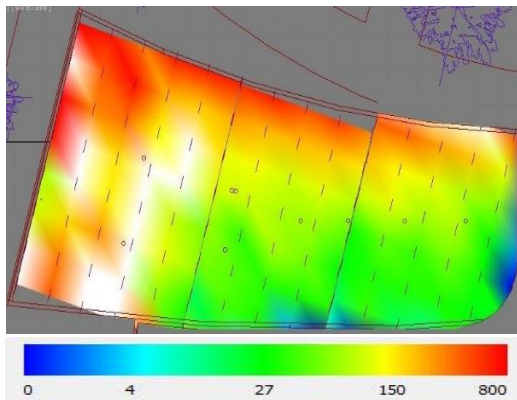


Le 21 juin :

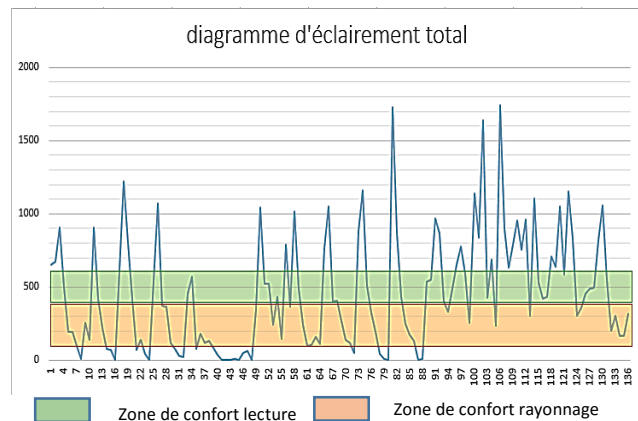
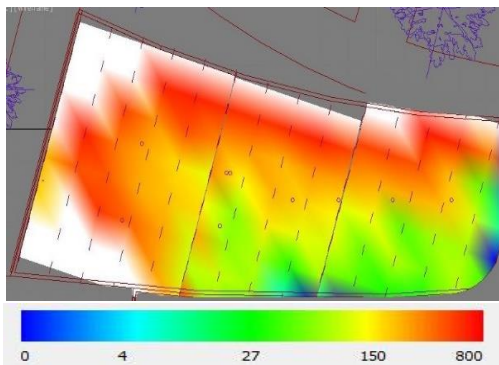
La répartition d'éclairage est irrégulière avec des taches d'éblouissement qui atteignent les 3500 lux.

°Le 21 décembre a :

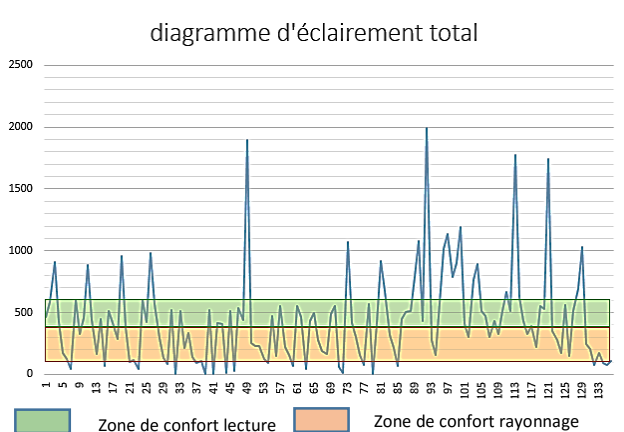
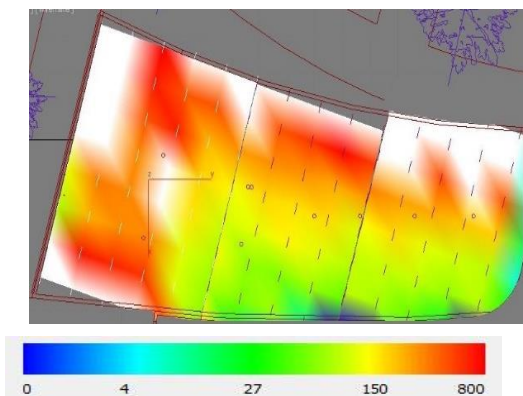
-9h :



-a midi (12h) :



-a 17h :



Le 21 décembre : La répartition d'éclairage est toujours irrégulière, les taches d'éblouissement sont réduites est l'éclairage atteints les 3500 lux

Synthèse

Notre cas d'étude présente un cas d'inconfort ou on note un éblouissement gênant qui dépasse les besoins cité pour les taches.

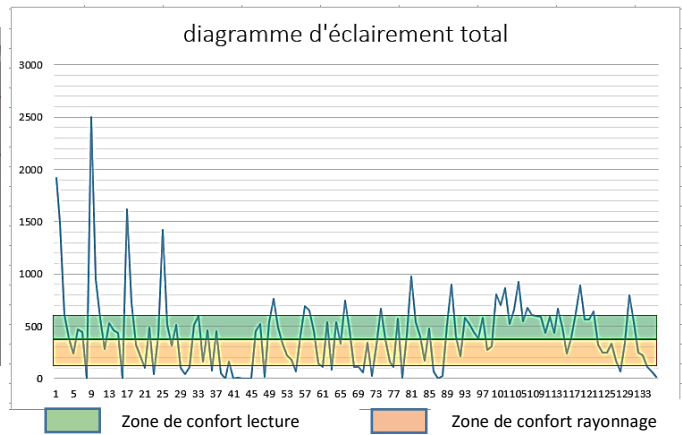
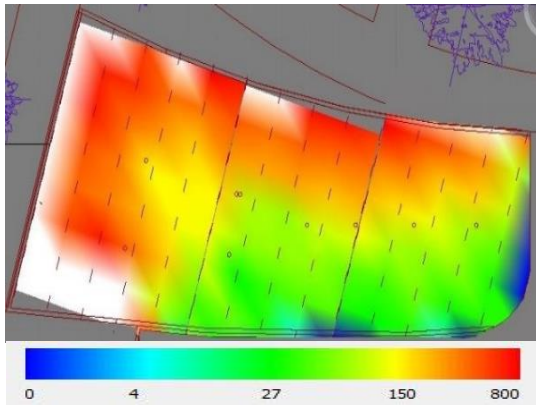
-Proposition de correction :

Afin d'essayer de corriger cet éblouissement on opte a changer comme 1^{er} correction le type du vitrage utilisé.

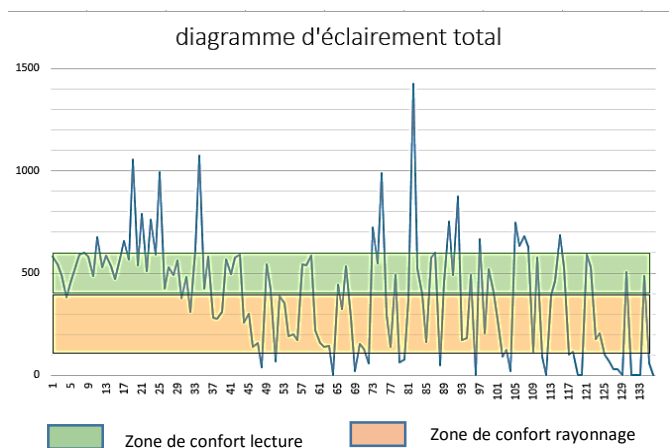
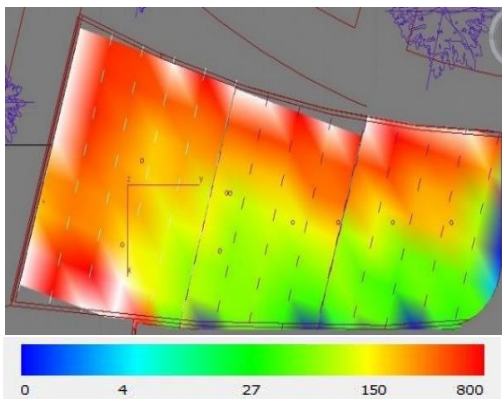
-Les résultats de la simulation après la correction:

°le 21 mars a :

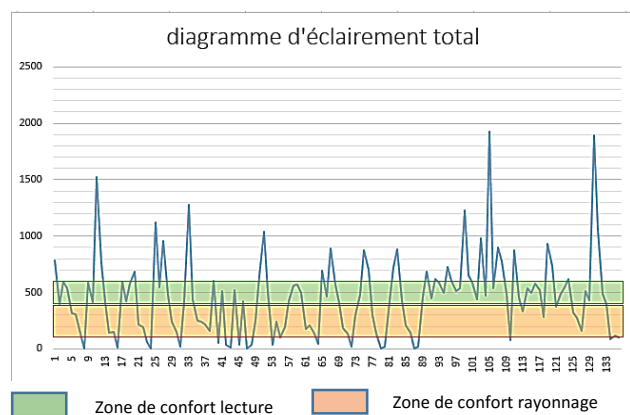
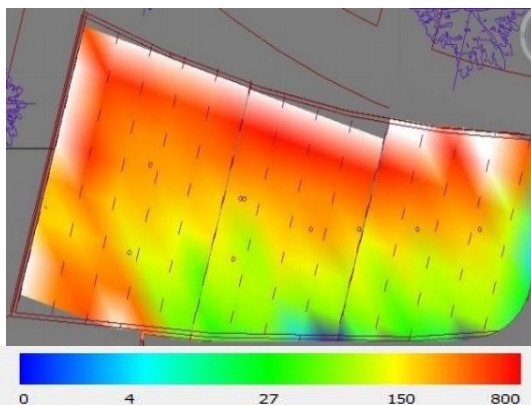
-9h :



-Midi (12h) :

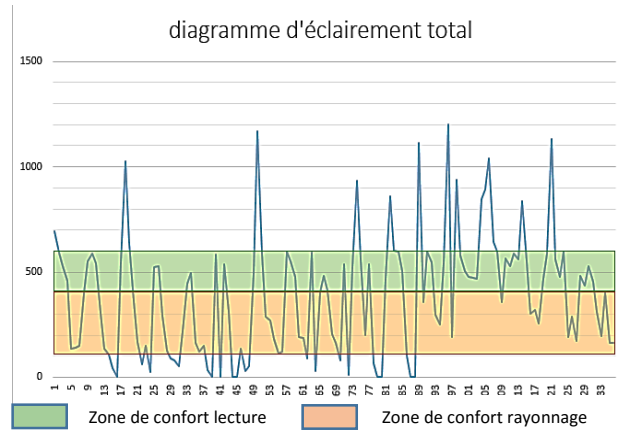
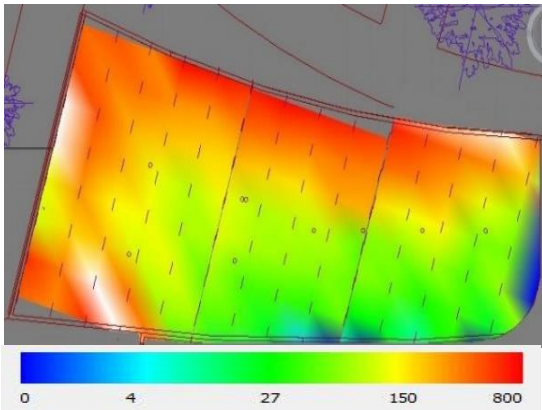


-17h :

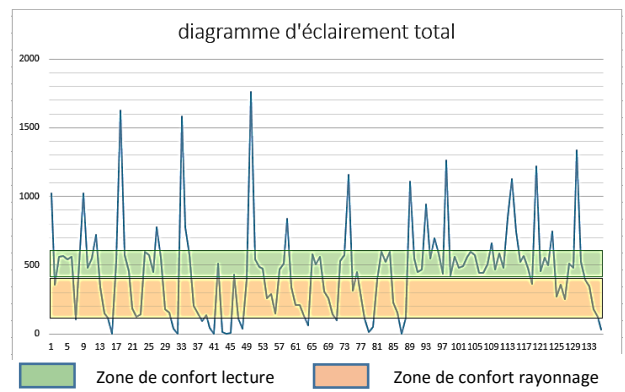
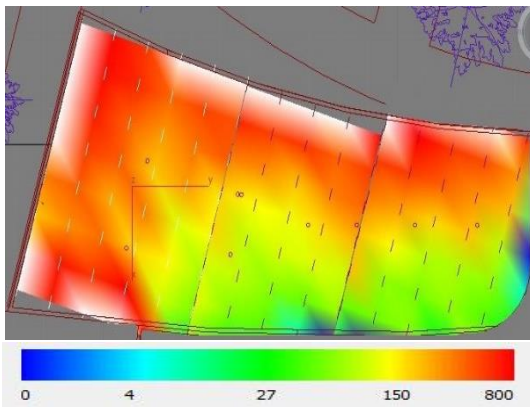


°le 21 Juin a :

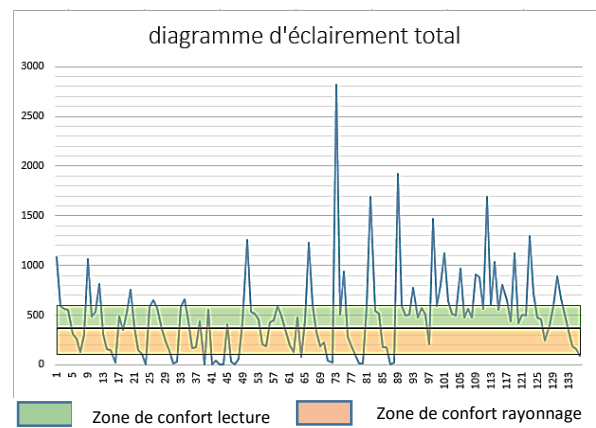
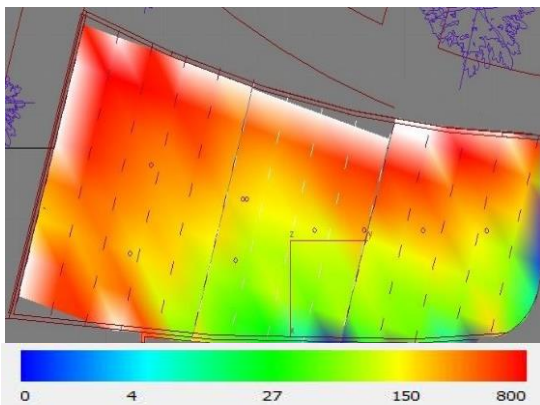
-9h :



-midi (12h) :

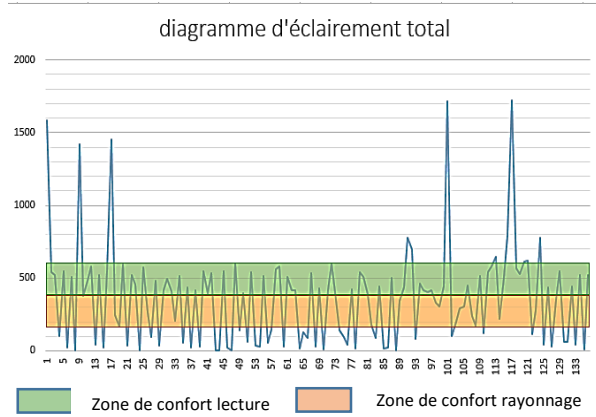
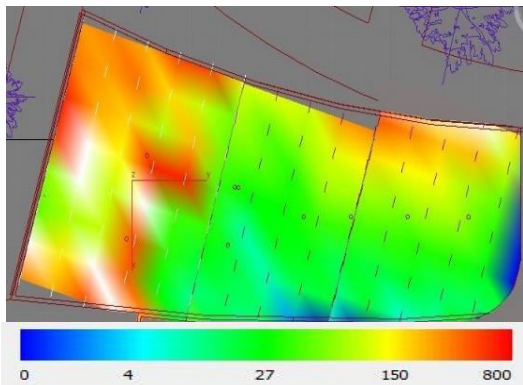


-a 17h :

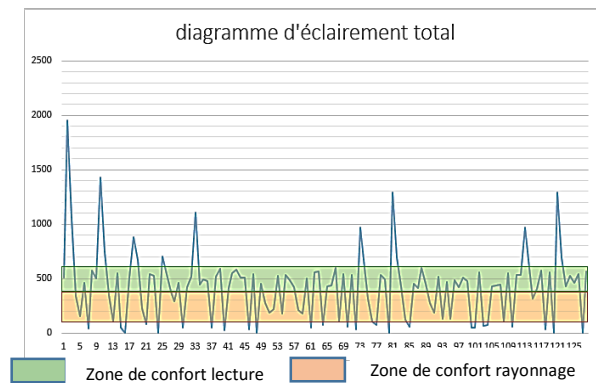
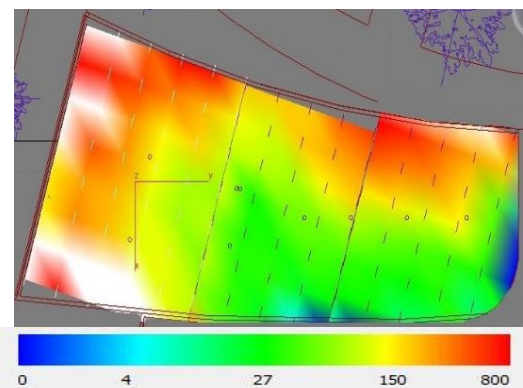


°le 21 décembre :

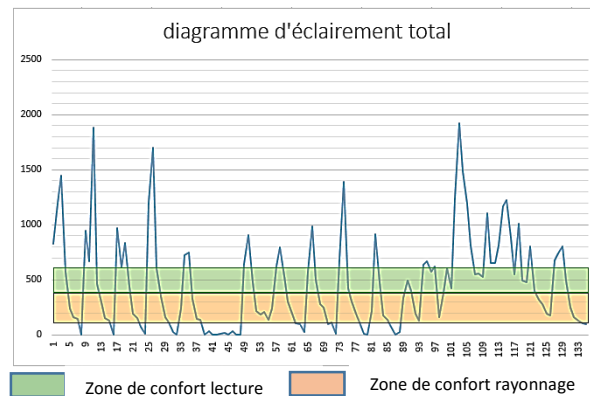
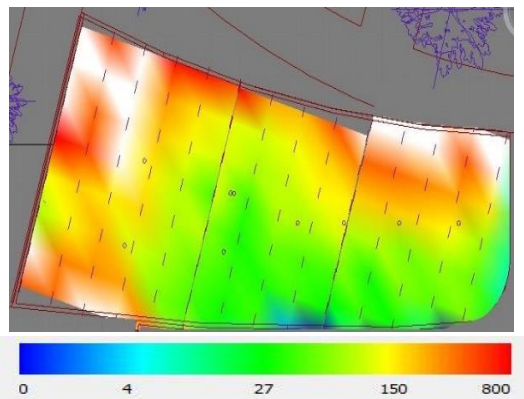
-à 9h :



-a midi (12h) :



-A 17h :



Cette simulation nous a permis de tirer les répartitions des niveaux d'éclairéement sur le plan horizontal et connaître aussi les valeurs numériques concernant le niveau d'éclairéement dans chaque point de la grille ; ses valeurs sont représentées sous forme de diagramme ou les zones de confort sont les zones encadrées (le vert représente la zone de confort dédié à la lecture et l'orange représente la zone de confort dédié au rayonnement.)

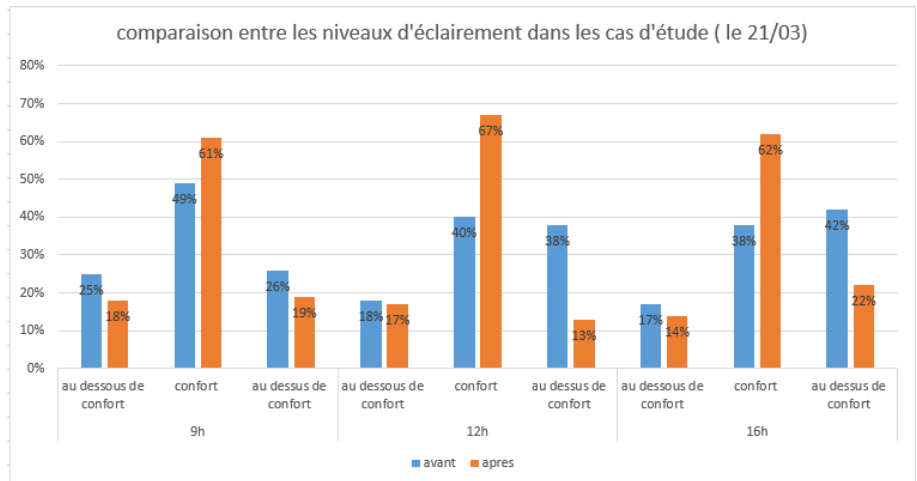
D'une manière générale, la première lecture de données nous a dévoilé l'énorme différence entre les résultats obtenus dans le 1^{er} cas e dans le 2^{ème} cas ;

- Lors de l'utilisation du vitrage ordinaire, on remarque que l'éclairéement est mal reparti ; les zones près des ouvertures reçoivent un fort niveau d'éclairéement causant un éblouissement par contre les zones on profondeur qui peuvent constituer un fort contraste par leur faible niveau d'éclairéement.

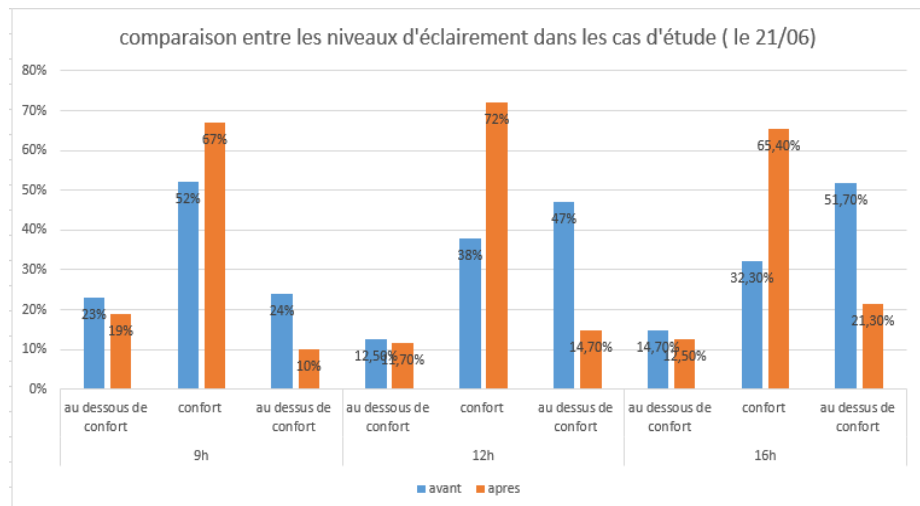
- Après la modification du type de vitrage, on remarque une diminution des niveaux d'éblouissement et de contraste et une augmentation dans le niveau de confort.

Pour une lecture meilleure et pour qu'on peut bien estimer les résultats, on a pris les pourcentages des trois zones (éblouissement, confort, contraste) et on a fait une comparaison entre les 3 journées en état actuel et après la modification du vitrage, les résultats sont présentés sous forme d'histogrammes comme suite :

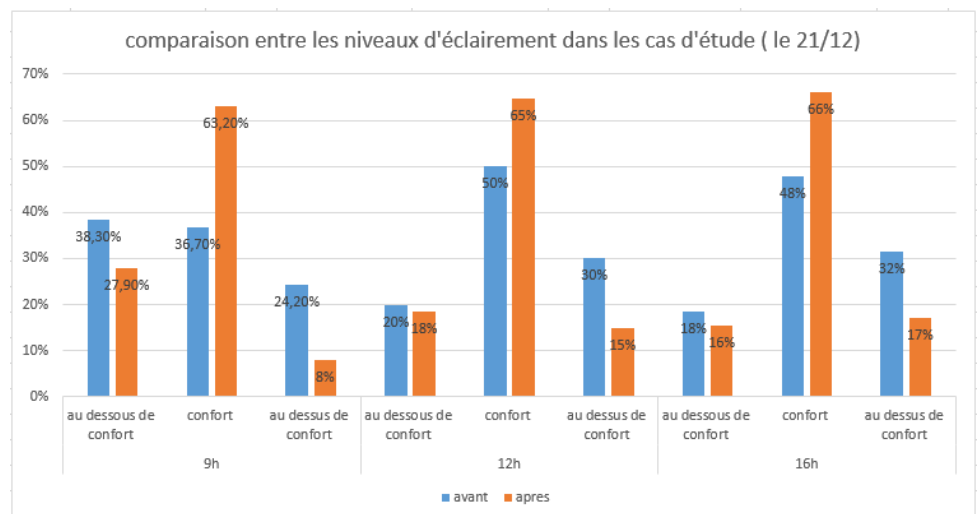
Le cas du 21/03 marque une amélioration du confort qui dépasse les 25% de nombre de point améliorés ; à midi on note le pourcentage le plus élevé qui atteint 67% du confort.



Le cas du 21/06 constitue le cas le plus satisfaisant, le pourcentage du confort atteint les 72% à midi.

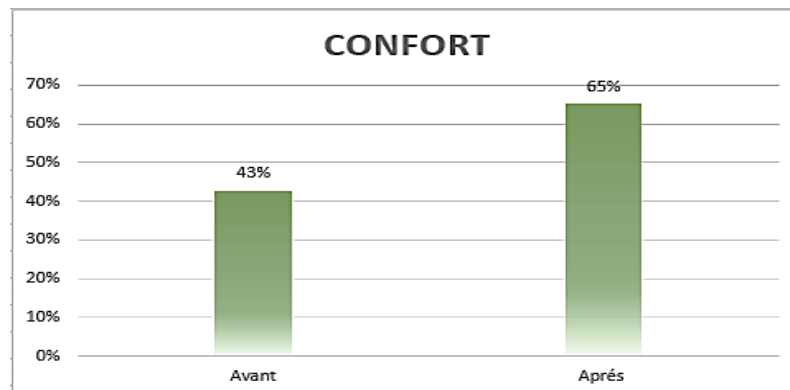


Le cas de 21/12 : ou le soleil marque la hauteur la plus basse le niveau d'éblouissement est important, la correction apportée a marqué une diminution de ce dernier ou le confort passe de 36% à 63% à 9h et de 48% a 66% à 17h



Comme il était montré dans la première lecture, on observe que les niveaux d'éclairage adéquat qui mène vers le confort ont augmenté. Alors que les niveaux de l'éblouissement et de contraste ont diminué.

Pour être plus sûr que la quantité de confort est suffisante pour accomplir la tâche tout au long de l'année, on a calculé la moyenne annuelle du niveau du confort avant et après la modification ; les résultats sont dans le diagramme ci-dessous :



Conclusion :

Du point de vue de la durabilité, la lumière du jour constitue une ressource naturelle, propre et inépuisable. Pour cela, elle est devenue un élément principal dans la conception architecturale surtout dans la phase d'esquisse que l'architecte doit utiliser de manière intelligente et appropriée afin d'assurer le confort visuel, d'accroître le facteur de productivité d'un espace, d'améliorer considérablement son esthétisme et réduire la consommation d'énergie, alors qu'une mauvaise utilisation de cette lumière va conduire à l'inconfort, ce qui annule les bienfaits qu'elle peut offrir.

La quantité et la qualité de la lumière naturelle à l'intérieur de la salle est le résultat de la corrélation de plusieurs facteurs qui sont : le type de vitrage, son épaisseur, son indice de transmission lumineuse, les dimensions de l'ouverture, son orientation, sa forme ainsi que la texture et la couleur des murs intérieurs.

Parmi les sources d'inconfort les plus gênantes, il y a l'éblouissement. Ce phénomène apporte la sensation d'inconfort et diminue l'acuité visuelle ; il se produit par la pénétration directe de la lumière du soleil dans l'espace, il peut donc être le résultat d'une simple ouverture, ce que nous mène à chercher comment peut-on l'éviter sans cacher la fenêtre et réduire le niveau de confort de l'espace.

Notre investigation avait pour but d'estimer les performances lumineuses de deux cas d'étude, comparer les résultats, et voir est-ce qu'ils sont en adéquation avec les exigences requises pour le type d'espace étudié d'après les normes internationales.

Les résultats ont montré que le verre ordinaire qui a un rendement moins efficace que le verre textile et entraîne un déséquilibre entre les niveaux d'éclairage, cela résulte en un inconfort et une difficulté à accomplir la tâche à l'aise.

La modification du type de vitrage a amélioré le rendement de la fenêtre car, il augmente le niveau de confort et assure une répartition égale de l'éclairage dans toute la pièce due à sa texture qui lui permet de diffuser les rayons solaires dans plusieurs directions et ne pas les concentrer dans la même place ce qui parfois peut conduire à un éblouissement.

Ce dispositif ou bien ce type de vitrage utilisé pour l'éclairage de notre bibliothèque s'est avéré adéquat pour permettre un bon accomplissement de la tâche et pour optimiser d'une manière fascinante l'éclairage de la pièce, augmenter le niveau de confort et réduire les niveaux d'éblouissement et de contraste.

CONCLUSION GENERALE

Pendant l'élaboration de notre projet, et à travers toutes ses approches, nous avons pu découvrir plusieurs aspects du projet bioclimatique, c'est un véritable exercice d'aménagement en vue de l'importance, le rôle, la situation, ainsi que la taille octroyée au **CENTRE DE LOISIR SCIENTIFIQUE DE BOUFARIK**.

Nous étions confrontées aux différentes problématiques et contraintes que pourrait rencontrer un architecte praticien, et donc nous étions initiées à la vie professionnelle, telle est l'objectif de notre formation.

Afin d'atteindre ou de concrétiser les objectifs du développement durable, donner un exemple d'une architecture écologique et diffuser l'EEDD ; nous avons essayé le plus possible de composer de façon harmonieuse avec les données naturelles du site, les critères de l'architecture bioclimatique et les axes de la haute qualité environnementale **HQE**.

Nous restons convaincus que ce modeste travail reste certainement à parfaire, néanmoins, il nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances et d'approfondir celles déjà acquises durant tout notre cursus universitaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-OUVERAGES :

- André De Herde, Alain Liébard **Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques**: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable 2005.
- James Wines. - Köln **L'architecture verte** ; London ; Paris [etc.] : Taschen, 2000.
- Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva. **La conception bioclimatique** : des maisons économes et confortables : en neuf et en réhabilitation - Mens : Terre vivante, 2006.
- Allain Bougrain Dubourg Antoine Dulin **L'éducation à l'environnement et au développement durable tout au long de la vie, pour la transition écologique** Décembre 2013.
- Le guide de prescripteur bâtiment** 1er Edition : les alternatives urbaines Alger 2011.
- Edward MAZRIA, guide de l'énergie solaire passive, Ed parenthèses 1981 •**
- ESPACE & LUMIERE SPACE & LIGHT**, Unité d'Enseignement M - Production Automne 2010 Master en Architecture
- Sylvie Toupin **LE LOISIR SCIENTIFIQUE, UN CONCEPT EN MUTATION**, coordonnatrice du développement scientifique, Conseil de développement du loisir scientifique, Montréal
- Marie-Ève Miguères, Marie-Lise Sabrié : **Guide Pratique de l'animateur scientifique** — secteur Culture scientifique, DIC, IRD.
- Esquisses, **Le bulletin d'information de l'Ordre des architectes du Québec 2003**, vol 14, numéro 2.
- Pierre Fernandez, Pierre Lavigne **Concevoir des bâtiments bioclimatiques: Fondements et méthodes** 2009.

-THESES :

- Thèse Pour l'obtention du diplôme de **magistère IMPACT DE L'ECLAIRAGE ZENITHAL SUR LA PRESENTATION ET LA PRESERVATION DES ŒUVRES D'ART DANS LES MUSEES « Cas du musée Cirta de Constantine »**, Mr MEDDOUR Samir, Université Mentouri Constantine, Faculté des sciences de la terre, de géographie et de l'aménagement du territoire, Département de l'architecture et de l'urbanisme année 2008
- Mémoire de magister, **IMPACT DE L' ECLAIRAGE NATUREL ZENITHAL SUR LE CONFORT VISUEL DANS LES SALLES DE CLASSE CAS D' ETUDE: BLOC DES LETTRES DEL' UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE**, BEN-HARKAT Sarah, Université Mentouri Constantine, Faculté des sciences de la terre, de géographie et de l'aménagement du territoire, Département de l'architecture et de l'urbanisme année 2006
- Mémoire de magister, **impact de la qualité environnementale des établissements scolaires sur la performance du system éducatif en Algérie**, amar bouchair université seddik ben yahya de jijel , faculté des sciences et de technologie, département d'architecture, année 2010

-DOCUMENT D'URBANISME :

- PDAU de BOUFARIK 2010
- POS de la commune de Boufarik, 2010
- Rapport du PDAU 2013
- Cahier de charges POS n 01 2010

-SITE INTERNET :

- Ministère de l'écologie et du développement durable <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

- Association de la Haute Qualité Environnementale des bâtiments. <http://www.assohqe.org/>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/>
- Réseaux CDLS-CLS <http://www.cdls.qc.ca/>
- Conseil du loisir au Québec <http://www.loisirquebec.com/>
- <http://www.education-developpement-durable.fr/>
- réseaux pour l'éducation à l'environnement <http://www.grainecentre.org/quest-ce-que-leducation-lenvironnement>
- <http://www.energies-renouvelables.org>
- Renzo piano Building Workshop <http://www.rpbw.com>
- site officiel du centre de la science PHAENO <http://www.phaeno.de/home-fr>