

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME



MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER II
ARCHITECTURE ET EFFICIENCE ENERGETIQUE

**Thème : Résorber la rupture urbaine par un projet urbain écologique :
Cas de la ville d'El Kala**

Projet d'un : *éco-quartier à la ville d'El Kala*

Objectif du projet : Conception d'un éco-quartier reliant les deux entités de la ville

Présenté par : RAZZAG LOBZA Souad

SANADIKI Khaled

Sous la Direction de : M. DAHMEN A. & Mme. RAHMANI K.K.

Soutenu : le

Devant le jury composé de :

Président du jury :

Examineur(s) :

Année Universitaire : 2016/2017



Introduction générale

La croissance des villes est un phénomène mondial et les villes algériennes ne font pas exception à la règle qui veut que l'urbanisation va de pair avec la croissance démographique. Depuis 1962 beaucoup de villes algériennes connaissent des transformations sociales et paysagères vigoureuses avec des bifurcations marquées.

La ville coloniale, construite exclusivement pour les Européens, avec sa structuration urbaine régulière et les infrastructures qu'elle offre, marquait le lieu privilégié de la population qui y trouve les conditions qui se rapprochent de la vie moderne.

La non maîtrise des politiques urbaines algériennes et la crise de logement, après l'indépendance, ont conduit à un étalement non géré de la ville à partir des zones centrales, et à la naissance de nouveaux quartiers périphériques non ordonnés. Cet étalement est assuré par la disparition d'un nombre important de terrains agricoles et une augmentation vigoureuse de la consommation énergétique¹.

Les villes algériennes, en nos jours, sont devenues des villes énergivores et connaissent une rupture majeure aussi bien urbaine qu'écologique. Elles apparaissent comme une composition de deux ou plusieurs entités non homogènes avec différents tissus et une forte consommation énergétique que les ressources² du pays n'arriveront plus à couvrir.

Ces considérations ont été traduites légalement, ces dernières années, par des textes appropriés. L'Algérie a créé ainsi un dispositif légal³ corolaire de textes qui invite à la construction d'un cadre de vie énergétiquement efficient et qui trouve aussi d'autres solutions pour couvrir les besoins, en la matière, de ce secteur.

La matière de ce mémoire a été élaborée et travaillée au cours de ces deux années de master dans le but d'explorer la possibilité de trouver une correction à la lisibilité urbaine de la ville d'El Kala (wilaya d'El Taref) et d'étudier la contribution de différents paramètres (climatiques et énergétiques) dans le secteur du bâtiment ; par la conception d'un projet éco-quartier.

Dans le cadre de notre spécialité de master, notre travail s'appuie sur les orientations et les approches de l'efficacité énergétique. Il puise dans les nouvelles techniques et les nouveaux concepts liés à ce domaine.

¹ « Le secteur du bâtiment est fortement consommateur d'énergie. En France, par exemple, la consommation d'énergie dans les habitations représente 43 % de la consommation totale. Et 25 % des émissions de gaz à effet de serre. L'énergie est destinée : au chauffage, à l'éclairage, à la climatisation, à l'obtention de l'eau chaude pour les toilettes et la cuisine et à l'utilisation des appareils électriques (réfrigérateur, télévision, four, ordinateur etc.) » (Source : www.vedura.fr).

² Les ressources non-renouvelables comme le gaz et le pétrole.

³ La loi n° 99-09 : une loi qui favorise l'économisasson d'énergie par des normes de rendements énergétiques selon le climat, et des normes techniques. Le décret exécutif 2000 -90 : Ce décret a pour but de fixer la réglementation thermique dans les bâtiments neufs.



Présentation du cas d'étude

Dans ce champ fécond, nous avons pris la ville d'El Kala (wilaya d'El Taref) comme exemple d'études. Une ville algérienne qui s'inscrit parfaitement dans ce dilemme à la fois écologique et urbain.

El Kala est une ville algérienne à l'extrême Est du pays ; se niche dans un parc national avec une mosaïque d'écosystèmes forestiers, lacustres, dunaires et marins d'une extrême rareté. Ce qui lui confère une haute valeur biologique et écologique dans le bassin méditerranéen. Elle s'est développée, au fil des années, d'une manière qui semble non maîtrisée à partir d'un ancien tissu colonial. Aujourd'hui elle apparaît comme une composition de deux entités non homogènes avec différents tissus et une faible connexion entre elles.

Problématique

La problématique se définit autour de la question centrale suivante : Quelle alternative urbaine permet de rétablir une connexion et une lisibilité de la ville d'El Kala ; tout en prenant en considération l'impératif de l'efficacité énergétique ?

Hypothèses

Cette problématique ne peut être prise en charge qu'à travers deux mesures répondant aux échelles suivantes :

- L'échelle urbaine : (l'Eco-quartier) en prenant en considération les contraintes du site et le contexte immédiat ;
- L'échelle architecturale : par une conception bioclimatique et l'intégration des solutions passives et actives.

Objectifs

Nous visons à :

- Développer des alternatives dynamiques de requalification urbaine des villes partagées entre une trame coloniale et un développement post colonial.
- Promouvoir des exemples de projets urbains soucieux de la nature et efficaces énergétiquement.

Méthodologie de travail

Notre travail a été mené avec la méthodologie ayant les caractéristiques suivantes :

- explicitation claire des actions utilisées,
- exploitation de la bibliographie obtenue avec consultation des spécialistes,
- analyse des documents techniques et des instruments d'urbanisme (PDAU, POS),



- Exploitation d'études et d'exemples ayant relation avec notre thématique,
- l'étude de terrain nous a été une nécessité absolue pour vérifier les hypothèses évoquées (avec relevé de la documentation photographique, comparaisons, et autres relevés...).

Cette démarche nous a permis de définir les fondements du projet urbain (éco-quartier) qui vont être traduits, ensuite, à des éléments conceptuels et donc à un schéma de principe de notre projet.

Concernant l'échelle architecturale, la conception du projet s'est élaborée selon un programme qualitatif et quantitatif avec une élaboration des modes d'intégration des énergies renouvelables. Ensuite une vérification énergétique à l'aide d'un logiciel de simulation thermique dynamique (qui est dans notre cas le logiciel **Ecotect**) à fin d'évaluer notre intervention énergétique.

Structure du mémoire

Afin de bien répondre à cette problématique, notre étude tient à confirmer ou à infirmer les hypothèses à travers l'articulation suivante :

D'abord, ce premier **Chapitre introductif**, qui éclaire notre objet de recherche. Il contient la problématique développée par un nombre des questionnements interrogatifs qui ciblent les objectifs. Aussi un nombre d'hypothèses de travail.

Le deuxième chapitre, **Etat de connaissances**, contient des éléments de réponses méthodologiques à notre cas d'étude et à notre problématique, qui se nourrissent d'une analyse des cas similaires mais dans d'autres contextes.

Le troisième chapitre, **Réalisation du projet**, élabore notre intervention dans l'aire d'étude dans ses trois échelles, urbaine, architecturale et énergétique, selon la démarche définie qui a abouti à un programme qualitatif et quantitatif.



1. Définition des concepts :

1.1 Ecologie⁴

L'écologie est une science qui étudie les relations des êtres vivants avec leur environnement.

Le mot **ÉCOLOGIE** fut créé dès 1866 par le biologiste allemand *Ernst Haeckel*. Mais la discipline n'a pris de l'importance qu'au cours des années, à partir de travaux relatifs à l'action des conditions physiques de l'environnement (facteurs abiotiques) sur les êtres vivants et sur l'action que ces derniers exercent en retour sur leur environnement (facteurs biotiques). Depuis, l'écologie s'est développée en intégrant les connaissances de la biologie et d'autres sciences (géologie, climatologie, économie, etc.) l'écologie fondamentale étudie la structure et le fonctionnement des écosystèmes, dans laquelle les transferts permanents d'énergie et de matière (chaînes alimentaires, cycles écologiques) déterminent la vitesse d'accroissement de la biomasse (productivité). L'écologie appliquée prend en compte l'action de l'homme dans le but d'en limiter les conséquences néfastes (dégradation de l'environnement, pollution, baisse de la biodiversité, etc.) et de favoriser une gestion rationnelle de la nature. Depuis la fin des années 1960, les préoccupations écologiques ont été le moteur associatif, idéologique (écologisme) et politique.

1.2 Ecosystème⁵

L'écosystème est une unité fondamentale d'étude de l'écologie, formée par l'association d'une communauté d'espèces vivantes (biocénose) et d'un environnement physique (biotope) en constante interaction (une forêt, un lac, un champ cultivé peuvent être considérés comme des écosystèmes).

Dans un écosystème la biocénose comprend un nombre d'espèces plus ou moins grand suivant les conditions du milieu et l'ancienneté du peuplement le biotope étant, par définition relativement constantes à un moment donné.

La notion d'écosystème peut s'appliquer aussi bien à des grands ensembles naturels (un lac, une mer, une forêt) qu'au des zones très réduites (une couche d'eau dans un étang, une haie, un fossé) en outre, les écosystèmes ne sont pas isolés les uns des autres ce qui complique l'élaboration des modèles théoriques. L'ensemble de tous les écosystèmes forme la biosphère, c'est-à-dire à faible portion de la terre et de l'atmosphère favorable à la vie.

Terme inventé en 1935 par le biologiste *A. Tansley*. Il définit une unité fonctionnelle de base associant un biotope et une biocénose. La convention pour la biodiversité définit écosystème comme "un complexe dynamique formé de communautés de plantes,

⁴ Selon le dictionnaire Larousse 2004, (du gr oikos maison et logos, science).

⁵ Idem.



d'animaux et de micro-organismes et de leurs environnement non qui par leur interaction, forment une unité fonctionnelle''

1.3 Parc naturel

''territoire relativement étendu qui présente un ou plusieurs écosystèmes , généralement peu ou pas transformés par peu ou pas transformés l'exploitation et l'occupation humaine , ou les espaces végétales et animales offrent un intérêt spécial du point de vue scientifique et récréatif dans lequel ont été prises des mesures pour y empêcher l'exploitation ou l'occupation et pour y faire respecter les entités écologiques , géomorphologiques ou esthétiques ayant justifié sa création , à des fins récréatives , éducatives ou culturelles'' (union internationale pour la conservation de la nature,1969)

On distingue, selon le niveau d'intervention, des parcs nationaux et des parcs régionaux

Les premiers parcs naturels ont été créés dans les pays neufs anglophones (Etats-Unis, Canada, Australie, Afrique de sud) pour sauvegarder le milieu naturel là où il avait été encore peu modifié. Le premier parc national a été celui de Yellowstone, dans les montagnes Rocheuses aux Etats-Unis (1872)

1.4 Efficacité énergétique⁶

C'est l'utilisation rationnelle et judicieuse des ressources énergétiques dans une perspective de développement durable.

L'efficacité énergétique consiste à réduire le plus possible les pertes par rapport à la ressource utilisée. Le potentiel d'amélioration de nos bâtiments, de nos moyens de transport et des appareils qu'utilisons et en effet considérable : il est possible de réduire d'un facteur 2 à 5 nos consommations d'énergie et de matières premiers à l'aide de techniques déjà largement éprouvées

1.4.1 . Efficacité énergétique dans le bâtiment⁷

L'efficacité énergétique se réfère à la réduction de la consommation d'énergie sans toutefois provoquer une diminution du niveau de confort ou de qualité de service dans les bâtiments. Le secteur du bâtiment, dont sa consommation énergétique représente plus de 40% du total de l'énergie, et il est responsable de 20% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, se positionne comme un secteur clé pour parvenir à résoudre les inquiétants défis auxquels il faut faire face. Ce secteur pourrait bien être le seul qui offre des possibilités de progrès suffisamment fortes pour répondre aux engagements de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces possibilités de progrès sont actuellement mieux identifiées qu'au

⁶ idem.

⁷ Yves Robillard, efficacité énergétique des bâtiments.



cours des années passées, les bâtiments peuvent utiliser plusieurs sources d'énergie, dont les énergies renouvelables. Le bâtiment peut être construit pour deux usages distincts : usage tertiaire (tels que commerce, bureaux, enseignement, santé, etc.) et usage résidentiel (bâtiment d'habitation, maison individuelle ou logement collectif). Le cycle de vie du bâtiment se divise en plusieurs étapes, toutes engageant de nombreuses professions et usagers, et ayant un impact direct ou indirect sur l'environnement : production des matériaux, transport des matériaux, construction du bâtiment, utilisation du bâtiment et déchets en fin de vie. Cependant, agir efficacement pour réduire de manière sensible la consommation énergétique impose une identification des facteurs de gaspillage, afin de les maîtriser à l'avenir. De nombreuses études et retours d'expériences ont montré que la diminution des consommations énergétiques des bâtiments passe par une conception architecturale prenant en compte la compacité du bâtiment et la gestion des apports solaires passifs, une sur-isolation de l'enveloppe.

1.5 Empreinte écologique

la notion d'empreinte écologique qui est largement diffusé par *IONG WWF* depuis la conférence de Johannesburg en 2002 , a été proposé par le canadien *Willian rees* .cet indicateur est considéré comme un moyen de communication deviné au grand public .A l'origine il a été pensé par des experts militants, qui dénonçaient un mode de développement considéré comme inacceptable par rapport aux "équilibres" de la planète évacuation de l'impact humain sur l'environnement .indiquant quelle superficie agricole permettrait de subvenir à l'ensemble des besoins et à l'absorption des déchets d'un individu, d'une population, d'une usine .etc.

1.6 Parcours urbain

La notion de parcours est dure à cerner. Elle dénote communément diverses acceptions : cheminement, trajet, traversée, circuit, itinéraire... Le parcours associe à la fois l'acte de cheminer et le lieu de cheminement, il conjugue ensemble l'espace, le temps et l'action. Pour certains chercheurs et auteurs, le parcours se résume au déplacement du corps humain dans l'espace et pour d'autres, il est l'association d'un contexte (ambiances) et d'un cheminement (mouvement dans l'espace). Le parcours est ainsi traité comme « *l'exposition en temps réel* »⁸ qui, selon Davallon se décline sous forme d'une chaîne d'actes : marcher, voir, lire, fixer, écouter, s'éloigner, revenir, se souvenir, raconter son cheminement⁹ . C'est le déplacement qui, ainsi, donne un sens à l'espace.

⁸ Davallon J., *Un genre en mutation en histoire d'exposition : un thème, un lieu, un parcours*, Paris, Peuple et Culture, Centre

Georges Pompidou, 1983, p.9

⁹ Davallon J., (Sous la direction de), *Claquemurer pour ainsi dire tout l'univers : la mise en exposition*, Paris, Georges

Pompidou, 1986, p.11



1.7 Accessibilité urbaine

Possibilité d'accès à un lieu ou à partir d'un lieu. L'accessibilité caractérise le niveau de desserte et influe fortement sur le niveau des valeurs foncières. On peut mesurer l'accessibilité à partir d'un point (lieu de résidence) de plusieurs façons :

- Par 'tout ou rien' : ce lieu est accessible ou ne l'est pas ; par exemple en fonction de la distance à la plus proche station des transports en commun ;
- Par des courbes isochrones (reliant les points vers lesquels le temps de trajet est le même par un moyen de transport donné ou par le plus rapide) ; on peut aussi définir des durées d'accès moyennes avec aux différentes destinations dans la ville (aux emplois par exemple) ou une durée d'accès au centre :
- Par une moyenne des couts généralisés de déplacements aux différentes destinations (emplois par exemple) ;
- En fonction de l'offre de transport et du système d'activités :

$$A_i = \sum a_i - f(d_i)$$

- **A_i** Est l'accessibilité de i ;
- **a_i** sont des opportunités (emplois par exemple) attirant les déplacements des différentes destinations i ;
- **f (d_i)** Est la fonction de résistance à la distance du modèle gravitaire (fonctions puissance ou exponentielle).

Cette dernière formulation est la plus satisfaisante. On peut pondérer les accessibilités pour différentes types d'opportunités (emploies, lieux d'achats, lieux de loisirs ...)

Le concept d'accessibilité est fondamental, en particulier dans les pays en développement ou de nombreux quartiers périphériques ne sont pas desservis. Un indicateur d'accessibilité devrait, dans les études de transport, y remplacer les gains de cout généralisé comme indicateur principal de la qualité de service offert par un réseau.

La desserte d'un lieu est liée à la proximité des points d'arrêt des transports publics, à leur fréquence, à leur temps de trajet, aux destinations qu'ils permettent d'atteindre. On parle de desserte cadencée pour un service assuré à intervalles réguliers (par exemple toutes les heures).



2. Compréhension du thème

2.1 L'intégration des énergies renouvelables dans le bâtiment¹⁰

Les sources d'énergies renouvelables à notre disposition sont le soleil, le vent, l'eau, la biomasse, la chaleur géothermique et la chaleur ambiante.

A l'échelle humaine, toutes ces énergies sont inépuisables et illimitées.

Aujourd'hui, les énergies renouvelables peuvent être utilisées de différentes manières.

L'énergie solaire est utilisée directement pour la production de l'eau chaude sanitaire et pour le chauffage (énergie solaire thermique).

D'autre part, les cellules solaires transforment les rayons solaires en courant électrique (énergie photovoltaïque).

2.1.1 Les panneaux photovoltaïques

Principe de fonctionnement

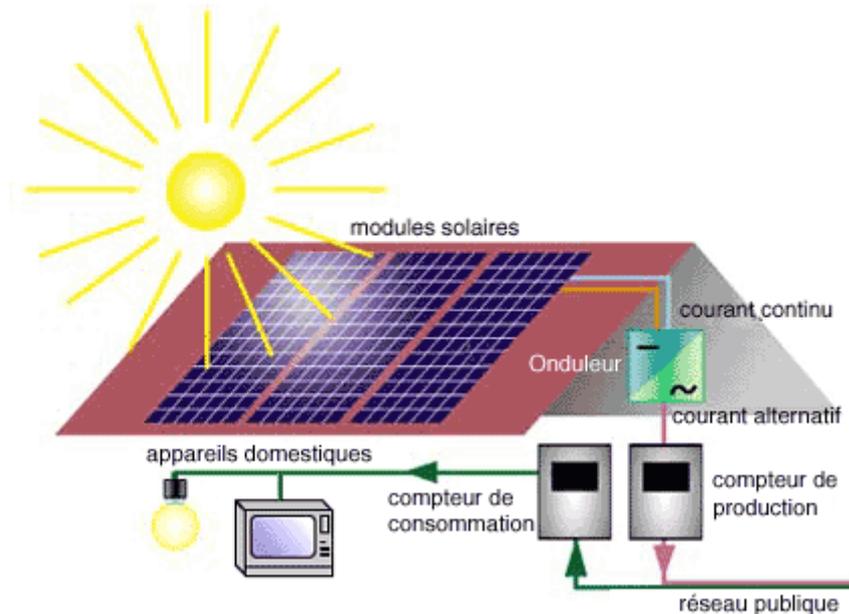


Figure 1 schéma de principe d'un photovoltaïque

electricite-feront.be

Le courant continu est produit dans les cellules du module solaire par l'incidence lumineuse. L'ensemble des modules reliés entre eux forme le générateur photovoltaïque. Le courant continu produit par le générateur est relié au boîtier de raccordement du générateur et est conduit jusqu'à l'onduleur par la ligne principale de courant continu. L'onduleur transforme le courant continu en courant alternatif ; la totalité de ce courant alimente le réseau électrique public par l'intermédiaire d'un compteur d'alimentation. Les récepteurs reçoivent le courant nécessaire à leur fonctionnement par un compteur d'abonnement qui les sépare du réseau électrique local.

¹⁰ Source : M. SAMMAR, cours de master 2 Architecture et Efficience énergétique, Université Saad Dahleb Blida.



A l'inverse, le courant produit par un système non relié au réseau est, soit consommé sur place, soit stocké dans des accumulateurs.



Figure 2 Schéma explicatif du principe général de photovoltaïque, source : auteur.

Système de montage

Des systèmes de montage sont disponibles pour toutes les configurations possibles et imaginables. Le montage en toiture est actuellement le plus répandu. Les autres variantes sont le montage intégrés dans la toiture, l'installation sur une surface libre au sol, le montage en toiture-terrasse, le montage sur les brises solaires et le montage en façade. Il existe des types de montages particuliers, comme les kits de montage avec angle pour les toitures plates ou des couvertures de toitures particulières.

Avantages du montage en façade

- Réalisation d'économie dans la mesure où l'enveloppe extérieure du bâtiment est remplacée par des modules photovoltaïques assurant les fonctions de clos et de couvert.
- Intérêt visuel et architectural.
- Grande surface verticale disponible.
- Installation visible.

Inconvénients du montage en façade

En raison de la très faible inclinaison des modules, le rendement obtenu avec un montage en façade est nettement inférieur, ce qui peut avoir des conséquences importantes sur la rentabilité de l'installation.



3. Analyse d'exemples

Nous traiterons dans cette partie des exemples qui vont nous aider à comprendre au plus près les principes de conception du projet élaboré à fin d'établir un programme quantitatif et qualitatif.

3.1 Analyse d'exemple à l'échelle urbaine

Eco Quartier

Un Éco quartier est un projet d'aménagement urbain qui respecte les principes du développement durable tout en s'adaptant aux caractéristiques de son territoire.

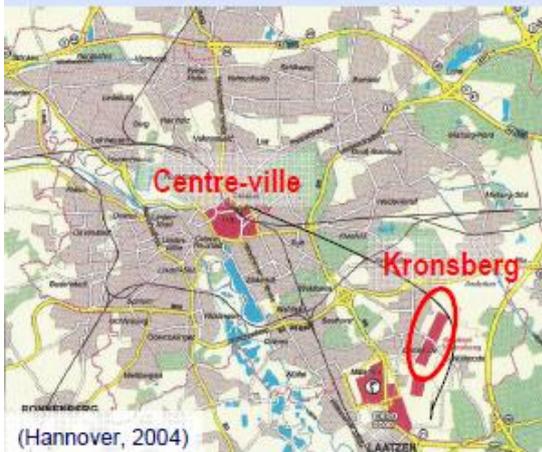
3.1.1 Eco quartier Kronsberg (Hanovre – DE)¹¹

Motivation de choix

Le projet de l'éco-quartier Kronsberg, est un exemplaire en termes d'écologie, d'urbanisme et de durabilité sociale, la ville de Hanovre a joué un rôle clé, tant en Allemagne qu'en Europe, en mettant en œuvre les objectifs de l'Agenda 21 par la création d'un excellent exemple de développement urbain durable.

Les points en commun avec notre cas d'étude

- L'éco quartier Kronsberg se situe au bord du centre-ville (Hanovre) et aussi proche de la campagne.
- Il fait la jonction entre deux parties de la ville.
- Il se situe entre deux typologies différentes.
- La morphologie du site qui est similaire à notre cas d'étude ; l'éco quartier s'étale sur la colline de Kronsberg avec une pente importante.

Situation	<p>Situé au Sud-Est de Hanovre, une ville du Nord de l'Allemagne, capitale du Land de Basse-Saxe et située au bord de la rivière Leine.</p>  <p><i>Figure 3 situation de l'éco quartier</i></p>
	<p><i>Kronsberg est un nouvel éco-quartier de 1200 ha construit sur une zone de terrain en grande partie agricole située en bordure de ville. Le</i></p>

¹¹ Source : site : www.energie-cites.eu

Description	<p>quartier se trouve au sud-est de Hanovre et occupe la dernière zone d'une certaine dimension capable d'accueillir un projet de grande envergure.</p> <p><i>Kronsberg</i> est proche de la campagne tout en bénéficiant de tous les avantages de la proximité d'une zone urbaine : excellente desserte par les transports publics, emplois, infrastructures culturelles, commerciales et de loisirs. Quand le quartier sera terminé, il comprendra 6000 logements pour 15000 habitants. Près de 3000 emplois ont d'ores-et-déjà été créés dans le voisinage immédiat.</p>  <p><i>Figure 4 Le secteur de construction de Kronsberg</i></p>
Considérations écologiques	<p style="text-align: center;">Transport</p> <ul style="list-style-type: none">· ligne directe de tramway reliant le quartier au centre-ville· planification des infrastructures de transport (tram, métro, trains) de façon à être prêts pour les premiers habitants· 3 nouveaux arrêts de tram (à distance piétonnière)· Interdiction des voitures dans la zone résidentielle (sauf pour les habitants)  <p><i>Figure 5 L'arrêt de métro "Kronsberg"</i></p>



**Considérations
écologiques**

Pistes cyclables

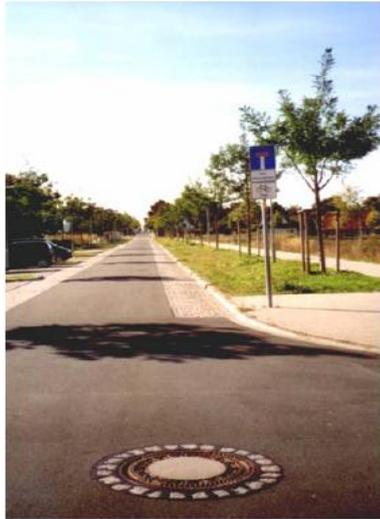


Figure 6 piste cyclable

Energie :

- Energies renouvelables (éolienne, solaire)



Figure 7 intégration des panneaux solaires



Figure 8 intégration des éoliennes

· 2 centrales de cogénération



Figure 9 Centrale de cogénération décentralisée

- mesures d'efficacité énergétique pour les nouveaux bâtiments
- formations aux techniques de construction à très basse consommation d'énergie pour les opérateurs.
- subventions pour : 77 machines à laver le linge, 106 lave-vaisselle, 122 réfrigérateurs
- distribution de 2 systèmes d'économie d'eau et 5 ampoules à basse consommation par ménage par KUKA (L'Agence de liaison environnementale de Kronsberg)

Eau :

- Absorption, collecte et redistribution de l'eau de pluie
- systèmes d'économie d'eau pour les appartements



Figure 10 Bassin de rétention dans une cour intérieure

Déchets :

- taux de recyclage d'environ 80%
- tri sur place des déchets de chantiers pendant la construction
- réutilisation du sol excavé dans le quartier.



Figure 11 Point de collecte des déchets

Social :

Différentes options de logement (locatifs privés/ sociaux/ individuelles/ pour personnes handicapées/ pour familles de différentes ethnies)

- centre pour personnes âgées, crèches privées ; dépôts-vente, bureaux pour le conseil de quartier
- association d'habitants
- campagne citoyenne pour l'environnement



Figure 12 Maison avec terrasse



Figure 13 logements adaptés aux invalides

Synthèse :

Pour notre tentative de concevoir notre propre éco-quartier nous avons tiré les points suivants qui pourront être applicable dans notre cas et qui vont nous aider dans la conception de notre projet.

- Une trame diversifiée (mécanique, cyclable et piétonne).
- Une fluidité et une variation de circulation sans limitation et une bonne organisation qui rejoint les autres quartiers.
- Les voies principales sont plus larges et comportent des pistes cyclables et piétonnes avec des stationnements.
- Les voies secondaires assurent la liaison entre les voies principales et le cœur de l'ilot.



- Les voies cyclables et piétonnes sont réparties autour du quartier, à l'intérieur ainsi qu'à l'extérieur.
- Faire la jonction entre le centre-ville et le quartier (par une ligne de tramway dans cet exemple et un parcours urbain dans notre cas).
- Intégration des énergies renouvelables dans le bâti pour améliorer les conditions climatiques.
- Favoriser les solutions passives dans la conception (orientation, choix des matériaux, la forme de l'enveloppe...).



3.2 Analyse d'exemple à l'échelle architecturale

Ecole primaire

3.2.1 Ecole Jean-Louis Marqueze (France)¹²



Figure 14 L'entrée de l'école

Motivation du choix

Le projet de l'école Jean-Louis Marqueze représente un excellent exemple sur les établissements pédagogiques écologiques à faible consommation énergétique, et il est considéré comme une bonne référence pour les architectes qui travaillent dans le même contexte.

Les points en commun avec notre cas d'étude

- L'école Jean-Louis Marqueze se trouve dans un contexte climatique similaire à notre cas d'étude.
- Elle se situe dans un milieu urbain, Elle se trouve dans un quartier résidentiel.
- Les différentes techniques utilisées sont applicables dans notre cas.
- L'Algérie prend le programme éducatif de la France comme une référence aux programmes de ses établissements pédagogiques.

Présentation de l'école

Contexte géographique

L'école se trouve dans la rue Prugnot à Limeil-Brévannes (une commune située au sud-est de Paris).

¹² Source : site www.professionbanlieue.org



Figure 15 la commune par rapport à la France

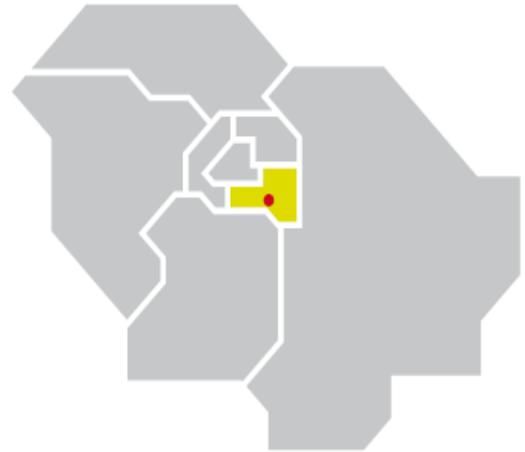


Figure 16 la commune par rapport à Paris



Figure 17 l'école par rapport à son environnement

- L'école se trouve dans un milieu urbain.
- Elle est entourée par des maisons individuelles (RDC à R+1), et des logements collectifs (R+3 à R+4).



Figure 18 l'environnement du site



Contexte climatique

La ville de Limeil-Brévannes bénéficie d'un **climat tempéré chaud**.

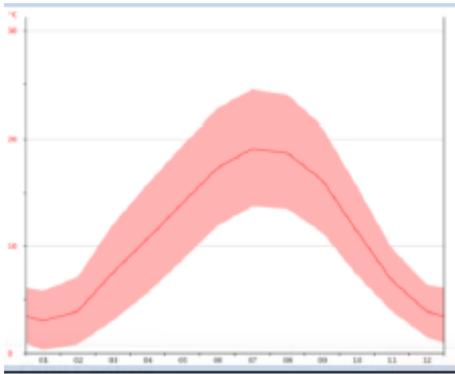


Figure 19 Courbe de température Limeil-Brévannes

Température

- La température moyenne min : 3.0 °C.
- La température moyenne max : 19.1 °C.
- La température moyenne annuelle est de 11.0 °C.

Précipitation

- C'est une ville avec des **précipitations importantes**. Même pendant le mois le plus sec il ya beaucoup de pluie.
- Le mois d'Avril est le plus sec avec **45 mm**
- En Mai, **les** précipitations sont les plus importantes **60 mm**.

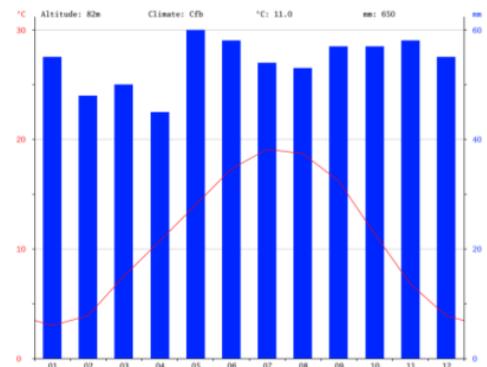


Figure 20 diagramme climatique Limeil-Brévannes

Programme

- Elle est composée d'un **restaurant scolaire**.
- Y'a de **12 classes**, parmi lesquelles **5 classes maternelles** implantées de plain-pied. Chacune d'elle dispose d'un jardin de classe.
- Les **7 classes primaires**, situées au premier étage, bénéficient d'une cour de récréation placée en terrasse.

Prix reçus

- 1er prix dans la catégorie « Qualité environnementale des constructions » au Xème Prix de l'Environnement des Villes d'Ile de France organisé à Colombes en mai 2006.
- 1er prix dans la catégorie « Politique environnementale / énergie propre » aux Oxygens Awards organisés à Enghien les Bains en novembre 2006.



Considérations climatiques

Orientation et lumière

- La façade regroupant les classes des deux écoles suivant l'orientation sud-est. Cette disposition offre à toutes les classes une orientation privilégiée optimisant la protection solaire en été et les apports solaires en hiver.

- L'école est largement vitrée pour que l'éclairage électrique soit utilisé le moins longtemps possible et que la lumière naturelle soit exploitée au maximum grâce aux larges baies présentes sur le bâtiment.

- Les circulations horizontales du RDC et du 1er étage ont pour particularité d'être généreusement éclairées (verrière et plafond en pavés de verre en RDC, bande d'éclairage filant en façade du 1er étage).

- Des lampes à très faible consommation énergétique seront installées (elles consommeront 4 fois moins que lampes classiques).



Figure 21 Plan de RDC dont les classes sont orientés Sud-Est

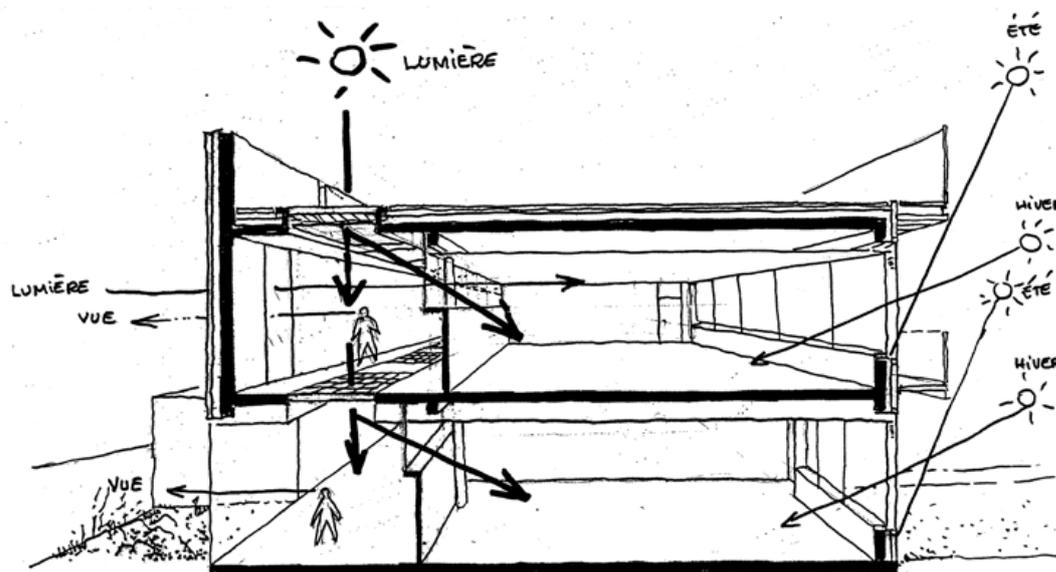


Figure 22 schéma de principe d'éclairage naturel



Figure 23 la disposition des fenêtres en 1er étage

Isolation thermique

-Isolation des murs par 18 cm de **laine minérale**.

-Utilisation d'un **vitrage de haute performance** : **triple vitrage** anti émissif avec gaz rare et occultation ou avec une lame ventilée.

-En toiture, une **terrasse « végétalisée »** de 5 à 8 cm de terre qui contribue fortement à l'isolation de l'enveloppe du bâtiment ; 14 cm de polyuréthane composeront également la toiture dont l'isolation par l'extérieur sera forte grâce à la rupture des ponts thermiques.



21cm d'épaisseur en Laine minérale en deux couches

Figure 24 Isolation des murs

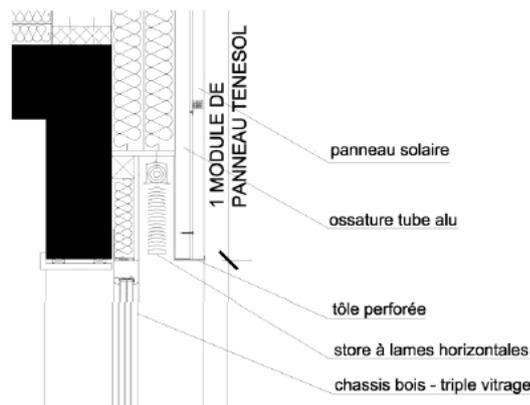


Figure 25 Isolation des fenêtres

Energie

- Tout besoin est totalement couvert par des cellules solaires « photovoltaïques » installées en toiture et sur la façade sud (700m²) dont la puissance produite est de 80 KWc.

- L'énergie solaire thermique produite est directement utilisable pour les besoins de l'école.



- Chaque année l'école produit plus d'énergie qu'elle utilise.



Figure 26 Panneaux PV en façades sud

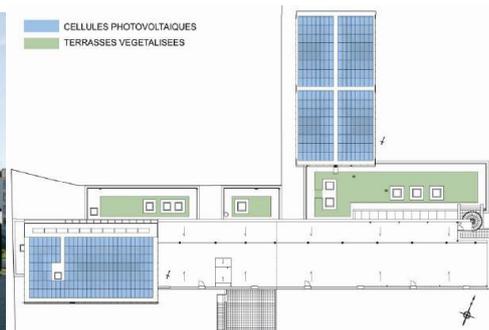


Figure 27 panneaux PV en toiture

Eau

- Des revêtements de sol perméables permettront de réalimenter les nappes à chaque pluie, et l'école **recupérera les eaux de pluie** pour **assurer l'arrosage** des espaces verts.

- Sanitaires avec **robinetterie économe** (double débit, temporisation).

Chauffage

-Pour le chauffage des pièces, il a été choisi un système de « **pompe à chaleur** » qui emprunte une partie de son énergie dans la chaleur du sol, ce qui correspond au mécanisme de **recupération des calories du sol par pompe à chaleur**.

-L'eau chaude sanitaire est fournie, pour les trois quarts, par 30 m² de capteurs solaires installés en toiture.

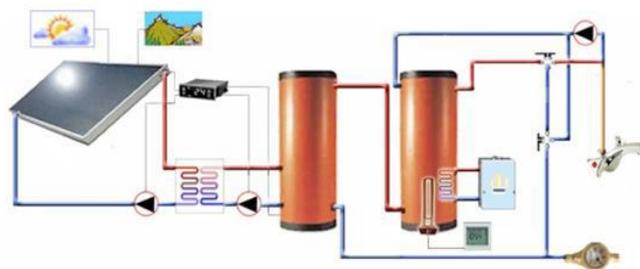


Figure 28 schéma de principe du système d'eau chaude sanitaire

Ventilation

- Un système appelé « **double flux** » qui permet de **recupérer toute la chaleur contenue dans l'air** avant de **la rejeter à l'extérieur** ; sur ventilation naturelle en été (**fraîcheur de la nuit stockée grâce à l'inertie du bâtiment**).

- Dans les salles à activités variables (bibliothèque, salle polyvalente, salle d'activités...), des **détecteurs de CO²** permettront une aération optimale du bâtiment et une ventilation calculée et mieux adaptée.

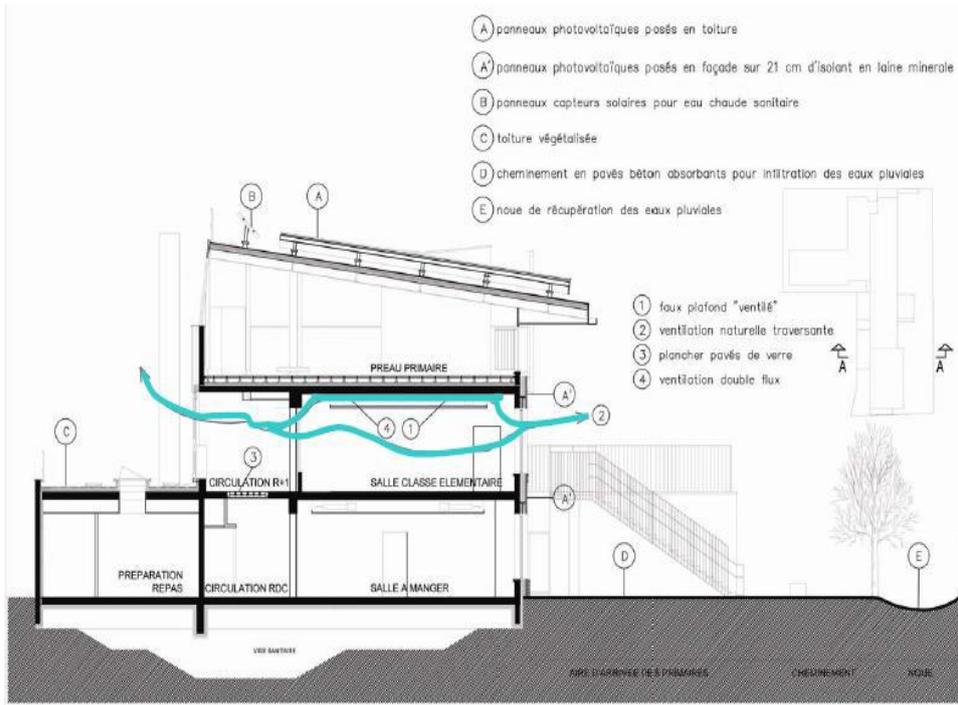
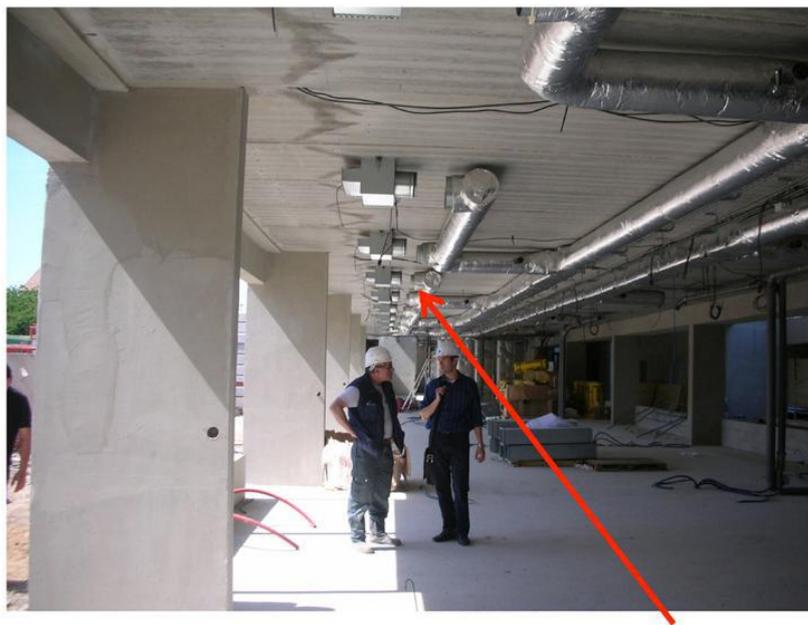


Figure 29 La ventilation à l'école



RESEAUX DE VENTILATIONS DOUBLE FLUX

Figure 30 Mise en place de la ventilation à double flux

Conclusion

L'école Jean-Louis MARQUEZE a été qualifiée comme étant une école écologique, puisqu'elle répond à toutes les exigences du confort, de l'économie et de la qualité environnementale.

Synthèse

Pour notre tentative de concevoir notre propre école primaire avec des caractéristiques qui respectent l'environnement et le contexte immédiat nous avons tiré les points suivants qui



pourront être applicable dans notre cas et qui vont nous aider dans la conception de notre projet :

- Le choix d'une démarche de conception bioclimatique qui prend en compte l'analyse climatique du site et qui étudie l'emplacement et l'orientation de notre école primaire.
- Le choix des matériaux disponibles dans la région et qui respectent l'environnement.
- Apprendre les différentes techniques d'intégration des énergies renouvelables de l'exemple et les appliquer dans notre cas d'étude.



Analyse urbaine de l'aire d'étude

1. Présentation de la commune d'El Kala

1.1 Situation géographique

Elle se situe au centre du parc national d'El Kala

(PNEK), bordée par la mer méditerranéenne au Nord, la commune de Souarekh et Rmel Souk à l'Est, Ain Assal et El Taref au Sud et par la commune Bouteldja et Berrihane à l'Ouest. Une commune de la wilaya d'El Tarf en Algérie. Chef-lieu de daïra, située à 20 km au nord-est d'El Tarf et 480 km à Alger.



Figure 31 Carte de la situation Géographique d'El Kala, source : google image - commune d'El Kala-

1.2 Accessibilité

La commune d'El Kala est très bien accessible grâce au réseau routier qu'il la traverse. On y accède à l'Ouest par la RN84 et aussi par le chemin de wilaya CW118.



Figure 32 Carte de l'accessibilité à la commune d'El Kala source : mémoire de magister PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT ECOTOURISTIQUE AU PARC NATIONAL D'EL KALA, Mr. AKROUM EL HADI

1.3 Climatologie

Avec sa position au front de mer, el KALA l'une des villes les plus pluvieuses en Algérie. Elle appartient au climat méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été.

1.4 Vérification de l'étage climatique

Les précipitations mensuelles :

$$P=140+90+78+38+17+7+70+110+160=950\text{mm}$$

Température moyenne annuelle :

$$T= (T_{\text{max}}+T_{\text{min}})/2$$

$$T=(18.8+13.1)/2=15.95^{\circ}\text{c}$$

L'indice de l'aridité

$$I=P/(T+10)$$

$$I=950/(25,95) \quad I=36.6$$

Conclusion, l'étage climatique d'El kala est Humide.

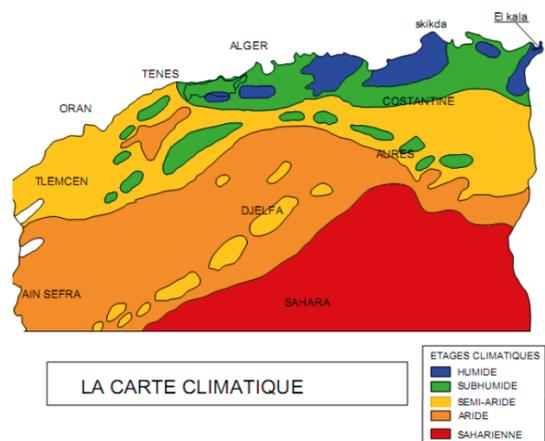


Figure 33 la carte des étages climatique en Algérie source : google image : les étages climatiques en Algérie



2. Caractéristiques climatiques

2.1 L'ensoleillement

La durée d'ensoleillement représente la durée entre le lever et le coucher de soleil

-l'insolation maximale est enregistrée en mois juillet 11h/j

-l'insolation minimale est enregistrée en mois janvier 4.7h/j

La durée aura une influence directe sur le chauffage et de minimiser la consommation énergétique de la maison et d'un autre coté les besoins

2.2 Les précipitations

La moyenne annuelle des précipitations est de 79.19 mm. Les Précipitations en été sont très faibles et ne dépassent pas 10 mm/mois, contrairement en été, les taux de précipitations en hiver sont considérables, on enregistre jusqu'au 190 mm en mois de décembre. On peut bénéficier des précipitations et récupérer ces eaux pluviales pour l'arrosage, les WC ou les Nettoyages.

2.3 La température

On enregistre à El kala des températures moyennes minimales en hiver (4°C à 7°C), et très élevées en été, qui peut aller jusqu'au 43°C, en mois de juillet, donc il faut préparer une stratégie d'isolation thermique efficace en hiver et prend des précautions (protections solaires, ventilation nocturne) pour éviter les risques de surchauffes en Eté.

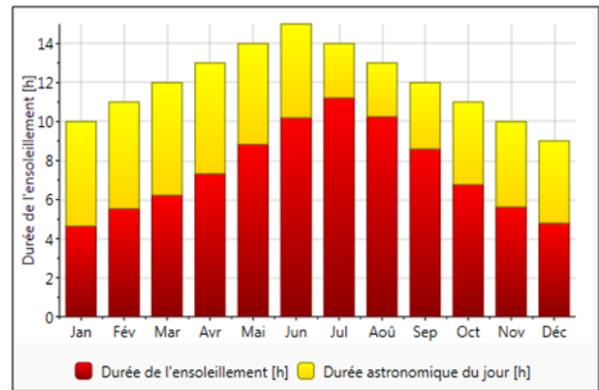


Figure 34 Histogramme de la durée de l'ensoleillement à El Kala en fonction du temps

source : Les données climatiques de la ville d'El Kala travaillées par le logiciel Meteonorm 7

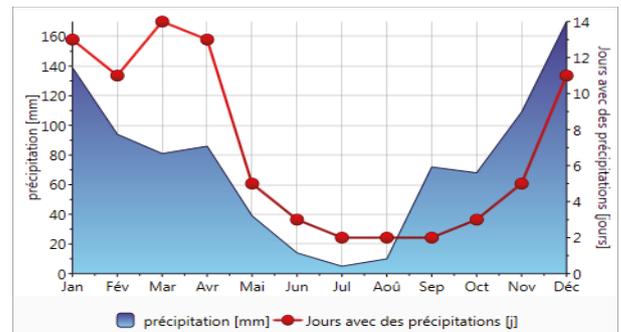


Figure 35 Courbe de la précipitation moyenne et les jours de précipitation à El Kala

source : idem

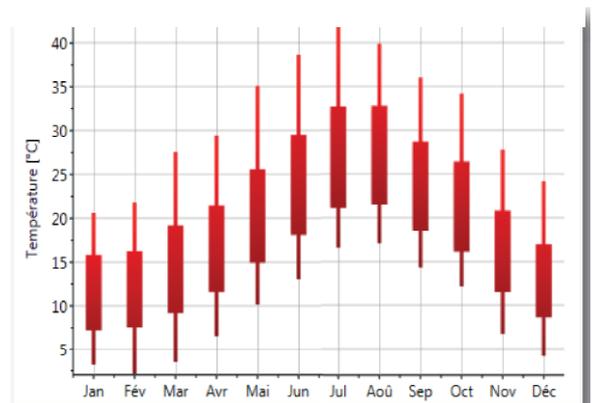


Figure 36 Boursier de la température en fonction du temps à El Kala

source : idem



2.4 L'humidité

Grace à sa position sur le littoral, la mer joue un rôle de condensateur des masses d'air tropical, avec l'évaporation intense du fait de l'ensoleillement il en résulte une humidité atmosphérique élevée qui se transforme au début de printemps. Donc l'humidité relative de l'air est assez constante durant toute l'année et comprise entre 72 % et 78 %.

2.5 Vents

Les vents de la région Nord-Ouest durant la saison hivernale et une partie de la saison estivale. Ils s'orientent le plus souvent du sud-ouest au sud-est ; surtout durant l'été.

	Gh kWh/m ²	Dh kWh/m ²	Bn kWh/m ²	Ta °C	Td °C	FF m/s	
Janvier	71	36	91	11.1	7.7	3.7	
Février	84	40	89	11.7	7.7	4	
Mars	130	60	121	14	9.2	4	
Avril	168	74	146	16.7	11.3	4.2	
Mai	206	76	191	20.3	14.2	3.7	
Juin	223	75	207	24.2	16.3	3.5	
Juillet	245	61	260	26.9	18.6	3.5	
Août	202	74	194	27	19	3.4	
Septembre	156	56	161	23.8	17.7	3.3	
Octobre	115	50	125	21	15.7	3.1	
Novembre	79	33	110	16	11.1	3.5	
Décembre	66	26	110	12.5	8.8	3.8	
Année	1743	660	1804	18.8	13.1	3.6	

Figure 35 Table de la vitesse des vents moyenne à El Kala
source : idem

3. Lecture Diachronique

3.1 Historique d'El kala¹³

El KALA Compte sur l'ensemble de son territoire un nombre considérable de sites historiques qui recèlent d'innombrables vestiges de civilisations éteinte. Le patrimoine préhistoire, attesté par la découverte d'outils lithiques, remonte au paléolithique inférieur (- 1,8 million d'années)

EL KALA est parsemé de sites et de monuments archéologiques et historiques qui demeurent témoins des différentes civilisations qui se sont succédé dans cette région. Ils sont évalués à 164 sites, Parmi eux : le bastion de France, la veille calle, palais Lalla fatima, ancien église d'El-Kala.

3.2. Evolution chronologique¹⁴

PERIODE	TEMOIGNAGES
---------	-------------

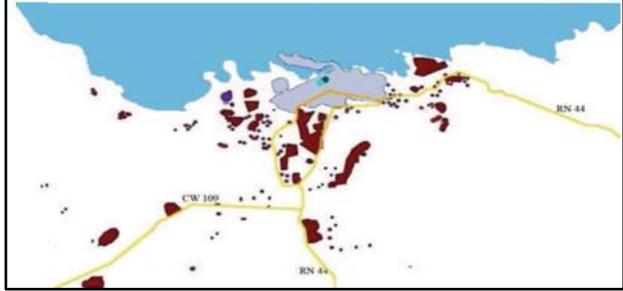
¹³ www.reflexiondz.net/UNE-VILLE-UNE-HISTOIRE-El-Kala-la-ville-du-corail.

¹⁴ Source : mémoire de magister, Dynamique de l'urbanisation dans un espace littoral protégé, le cas El Kala, Hana SALAH-SALAH.

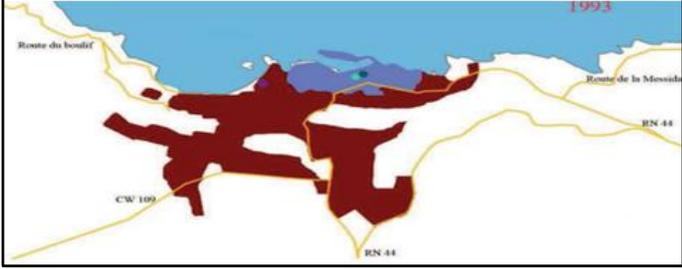
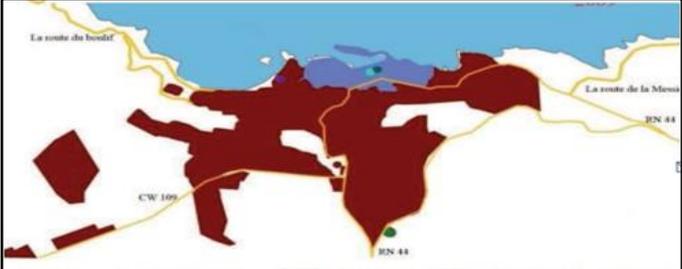


<p><u>PERIODE PALEOTHIQUE</u> - 1,8 million d'an à - 100 000 ans av</p>	
<p><u>PERIODE NEOLITHIQUE</u> 9000 ans av J.-C. a 3000 ans av J.-C</p>	 <p><i>Figure 36 les dolmens de djbel ben gourra</i></p>
<p><u>PERIODE NUMIDE</u> 300 av. J.C. – 46 av. J.C</p>	 <p><i>Figure 37 les pressoirs d'olives</i></p>
<p><u>PERIODE ROMAINE</u> 25 ans av J.C. à 430 El Kala,ex le calle, a vu le jour au période des romains qui revient au III siécles , Elle était durant cette époque un comptoirs de pêcheurs de coraux. Elle s'appelait TUNIZIA.</p>	 <p><i>Figure 38 K'sar LALA FATMA</i></p>
<p><u>PERIODE BYZANTINE</u> - A cette période « le calle » était un comptoir commercial et de passage pour différentes civilisations, - Vers le 9ème siècle Merz-el-Kharez servait à la construction des navires que les khalifes de Kairouan destinaient à ravager les cotes de l'empire byzantine, - À 10ème siècle, il servait de refuge aux navires, grâce à sa presqu'île à la</p>	 <p><i>Figure 39 CAP DE SEGLEB</i></p>



<p>côte, qui en faisait un abri naturel,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vers 1286, ou le commerce et la pêche au corail donnai au port aux breloques une prospérité importante. 	
<p><u>PERIODE OTTOMANE</u> 1516 à 1830</p> <ul style="list-style-type: none"> - c'est la période de transition, après qu'elle était un comptoir commercial et un lieu de pêche des coraux, LE CALLE va être équipé de plusieurs édifices monumentaux et historiques: - Le bastion de France: construit en 1560 suite aux privilèges de l'empire ottoman - Le fort moulin: un tour de contrôle 	 <p>Figure 40 FORT DE MOULIN</p>
<p><u>PERIODE COLONIALE</u> de 1830 à 1962</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'arrivée des français donna à « la calle » une autre dimension avec la construction des différents édifices: un fort, une église qui a marqué la façade maritime, logements collectifs, hôtel et d'autres équipements d'accompagnement. - La ville donc prend sa forme définitive et qui y resta dans cette situation jusqu'après. l'indépendance. - Ce fondement était fait selon un aménagement urbain d'une trame en damier. 	 <p>Figure 41 L'église SAINT CYPRIEN</p>  <p>carte 1 Carte de la commune d'El Kala pendant la période coloniale</p>
<p><u>PERIODE postcoloniale</u> <u>e</u></p>	<p>1972 une croissance discontinue : pole de croissance: le tissu colonial devient le pôle de croissance L'axe de croissance: la voirie devient de plus en plus l'élément générateur de la croissance de la ville.</p>  <p>carte 2 Carte de la commune d'El Kala en 1972</p>



	<p>1993 Une croissance digitée : pole de croissance: le tissu coloniale et les agrégats des maisons rurale.</p> <p>- Axe de croissance, l'extension suite les axes qui tentent de se frayer un tracé dans l'espace naturel accessible (non forestier).</p>	 <p><i>carte 3 Carte de la commune d'El Kala en 1993</i></p>
	<p>2003 : type de croissance digitée (forme organique), développement dans les trois directions (Est, Ouest, Sud), extension non maitrisée, pôle de croissance : le tissu colonial, axe de croissance: deux directions, barrière de croissance: la bande littorale, les terrains agricoles, le PNEK.</p>	 <p><i>carte 4 Carte de la ville d'El Kala en 2003</i></p>

4. Etude Synchronique

4.1 Analyse urbaine

4.1.1 Étude des zones

Cette analyse consiste à étudier la commune d'El Kala dans son contexte urbain et morphologique afin de saisir son état actuel. Elle a pour objectif d'appréhender les différentes composantes du tissu urbain de la commune pour pouvoir sélectionner le nombre des équipements et des activités qui s'y déroulent et les besoins qui manquent.

Pour cela et afin de faciliter la tâche on a pu deviser la commune en 10 zones selon les différentes typologies et on a choisi que ces 6 zones :



Zone	Equipements	vocations	Surface
<p>zone 1</p> 	<p>Habitations, église, poste de police, hôtel, mosquée, écoles, prison, jardin public, boutiques, protection civil, APC, gendarmerie, BNA, commissariat.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentielle, - Administrative - Commerciale, - Service, - Touristique, - Religieuse. 	27.42 Ha
<p>Zone 3</p> 	<p>Habitations, centre de santé, Hôpital, aire sportive, équipement touristique, coopérative, château d'eau.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentielle, - Commerciale, - Santé, - Touristique, - loisir, - service. 	38.42Ha
<p>Zone 4</p> 	<p>Habitations, centre de santé, caserne militaire, complexe touristique, réservoir, mosquée, hangar, terrain du sport, CEM, écoles, centre de culture, boutiques.</p>	<p>Résidentielle,</p> <ul style="list-style-type: none"> - service. - Santé, - Touristique, - Militaire, - Loisir, - Commerciale, - Culturelle. 	68.80 Ha
<p>Zone 5</p> 	<p>Habitations, écoles, camp de vacances, hôtel, BUNGALOW, boutiques.</p>	<p>Résidentielle,</p> <ul style="list-style-type: none"> - Touristique, - service. - Commerciale. 	26.01 Ha
<p>Zone 9</p> 	<p>Habitations, maison de jeunes, centre de santé, centre commercial, bidon ville, boutiques, station de pompage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentielle, - Commerciale. - Santé, - Service. - Culturelle. 	52.16 Ha
<p>Zone 10</p> 	<p>Habitations, boutiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Résidentielle, - Commerciale. 	48.35 Ha

Source : auteur.



4.1.2 Etude des ilots

L'îlot C'est la plus petite unité de l'espace urbain, entièrement délimité par des voies.

D'après l'analyse typo morphologique qu'on a faite sur ces 6 zones, on trouve des ilots avec variété des formes et des dimensions différentes :

formes	Exemples				
	Zone	Vue aérienne	Equipements	Types de voies	surface
Triangulaire	Zone 5		Habitat Individuel	voie secondaire	206.49m ²
Organique	Zone 4		Habitat Individuel, mosquée, école.	voie secondaire	25723,74 m ²
Quadrilatérale régulier	Zone 1		Ilot de Période Coloniale, Habitat individuel.	Parcours d'implantation	3270,97 m ²
Quadrilatérale Irrégulier	zone 9		Habitat individuel.	Parcours d'implantation	3540,76 m ²
polygone irrégulier	Zone 3		Habitat individuel.	Parcours d'implantation	396,63m ²



Source :auteur

4.1.3 Etude des espaces publics

Le centre-ville d'El Kala est un grand espace public et plusieurs lieux jouent cette fonction du fait de l'attractivité produite par son statut à commencer par le cours du front de mer, joyau de cette ville, les kiosques, cafés et divers commerces situés sur les artères ou placettes principales créent ces espaces avec une dynamique qui fait de ce centre un lieu où converge toute la population même celle issue des communes ou wilayas limitrophes. En revanche l'intérieur de la commune souffre d'un manque énorme des espaces publics et de mal gérance et même les espaces existants sont des surfaces abandonnées, non aménagées avec un manque total des éléments de loisir.

Par exemple, le jardin de la porte Est n'est plus un point de rencontre pour les gens qui le fréquente cause du son manque de mobilité et d'entretien en le comparant avec la placette du 5 juillet nouvellement crée qui attire beaucoup de monde notamment ceux qui viennent à l'hôpital qui se trouve juste à côté. La corniche est l'endroit public par excellence qui représente la commune d'El Kala avec la cour sur tout avec leur proximité de la mer et les équipements de service.



4.2 Analyse du bâtiment

a. Typologie du bâti existant

Immeubles collectifs		
Petits immeubles collectifs colonial	Immeubles collectifs sur le modèle	Immeubles collectifs sur le modèle post ZHUN
Ils se trouvent au centre-ville, datent de la période Coloniale. Ce sont des immeubles alignés sur la voirie, qui s'adossent les unes aux autres	Ce sont les immeubles construits selon le modèle standard du mouvement moderne, avec un plan sans rue et des espaces vides.	Il s'agit du style architectural qui vient suite à la reconnaissance de l'échec du modèle ZHUN, ils sont venus pour redonner à la rue son rôle vital dans la structuration de la ville ainsi que d'éviter le gaspillage du foncier.
		
Immeubles semi collectif		
Immeubles semi-collectifs sur le modèle post-ZHUN	Cette typologie est très rare dans la ville d'El-Kala on la trouve comme logements de fonctions, son principe consiste à superposer des logements mais en séparant l'accès de chacun	

maisons individuelles basses		
Type 1	Type 2	Type 3
Ce sont des maisons coloniales unifamiliales, avec un seul niveau couverture en tuiles et et directement alignées avec le trottoir trouvent au centre-ville. (sans recul)	On les trouve également dans les programmes évolutifs, avec un toit terrasse, et un petit recul en guise de jardin.	Ce sont des de maisons rurales basses se rencontrent dans les extensions de la ville sous forme d'extensions rurales que l'urbanisation a atteinte
		
Maisons individuel à étages		
Immeuble individuel	Ce sont des maisons qui occupent des parcelles de lotissements, elles s'élèvent sur plusieurs étages R+2, R+3, R+4...etc., chaque étage est séparé de l'autre.	



maisons individuelles basses		
Type 1	Type 2	Type 3
<p>Ce sont des maisons coloniales unifamiliales, avec un seul niveau couverture en tuiles et directement alignées avec le trottoir trouvent au centre-ville. (sans recul)</p>	<p>On les trouve également dans les programmes évolutifs, avec un toit terrasse, et un petit recul en guise de jardin.</p>	<p>Ce sont des de maisons rurales basses se rencontrent dans les extensions de la ville sous forme d'extensions rurale que l'urbanisation a atteinte</p>
		
Maisons individuel à étages		
<p>Immeuble individuel</p>	<p>Ce sont des maisons qui occupent des parcelles de lotissements, elles s'élèvent sur plusieurs étages R+2, R+3, R+4...etc., chaque étage est séparé de l'autre.</p>	

b. Typologie des façades du bâti existant

Périodes	Analyse des façades			
	Typologie	Eléments architectoniques		
		Porte	Fenêtre	Revêtement
Période coloniale	Individuel colonial			
	Les façades extérieures simples avec une absence du côté artistique, des façades simples sans ornementation			<p>Une multiple couche de crépi Puis enduit afin de résister à l'humidité puis une peinture qui souvent blanche</p>
	Semi-collectif colonial	Des portes doubles volets en bois avec une simple décoration	Barreaudage aux fenêtres de RDC	
	Des façades simples avec des ouvertures rectangulaires un manque presque totale d'ornement et de décoration une combinaison entre la couleur blanche et bleu	Système Structurel		
	Mur	Toiture	matériaux	
	Des murs épais de pierre détaillée de 50 à 70 cm qui jouent comme un élément porteur	Toiture souvent inclinée en tuile	 pierre  Fer forgé  Tuile	
	Collectif colonial			



Périodes	Analyse des façades			
Période Postcoloniale	Typologie	Elements architectoniques		
		Porte	Fenêtre	Revêtement
	Individuel récent	Une porte simple en une ou Deux volets avec Absences de décorations	Fenêtre simple rectangulaire en aluminium ou bois avec ou sans	
	-RDC : commerce ou garage -Etages : habitations avec des balcons -ouvertures : variantes			Une couche d'enduit ciment ou d'enduit plâtre
	Semi-collectif Récent			
	Une typologie destinée Juste aux habitations Absences d'ornementations et des décorations	Systeme Structurel		
		Mur	Toiture	Matériaux
	Collectif récent	Des murs en briques De 20 à 30 cm Qui jouent le rôle d'une cloison	Toiture souvent inclinée en tuile ou plâtre avec ou sans plâtre	
	axe de symétrie pour faire des bâtis similaires, absences des ornementations des décorations avec des ouvertures différentes, et la présence des balcons et une terrasse inaccessible, la plupart des logements sont F4 et F5	intérieure et enveloppe extérieure avec lame d'air 	-toiture souvent plat avec une terrasse non accessible  Brique  Béton armée	

Source : Auteur



Synthèse :

L'intervention sur le tissu urbain fût après l'arrivée des français en 1837 avec un urbanisme militaire ce qui a donné lieu à une ville faisant face à la mer et un petit port protégé par une presqu'île. Pour mieux contrôler la ville il fût dressé un fort au sud et un campement militaire au nord (source PDAU).

1. Analyse socioéconomique

1. Population et évolution démographique

Depuis l'indépendance, la population de la commune d'El-kala ne cesse d'accroître avec un rythme de 2.51% par année. Cette région comptait **10041** personnes au recensement général de la population et de l'habitat de 1966. en 2003, la population résidente est estimée à plus de **28411** habitants (soit un dédoublement de la population chaque dix ans).

Tableau 1 Evolution de la population de la commune d'El Kala de 1966 à 2008 (source:

Année	1966	1977	1987	1998	2008
Population	10041	13037	19572	24793	28411

Tableau 2 Taux d'accroissement annuel moyen de la commune d'El Kala (%) (1966-2008) (source:

Période	1966-1977	1977-1987	1987-1998	1998-2008	1966-2008
Taux (%)	2.44	4.10	2.12	1.4	2.50

2. Les aspects économiques de la commune

Le secteur économique local d'El Kala est très peu développé en comparant aux atouts et richesses naturels et environnementaux que la commune dispose. Grâce à sa situation côtière, la pêche et le tourisme sont les activités les plus pratiquées par la population kaloise, mais comme des activités informelles qui constituent au moins 50 % de l'ensemble des activités exercées.

Les activités formelles

* Le secteur tertiaire:

Représenté par l'ensemble des activités professionnelles de service (commerce, administration transport, informatique, etc.). Elles représentent 80% des activités formelles exercées à la commune. Ce secteur est dominé par l'administration, constituée essentiellement par des petites et moyennes entreprises publiques et privées.

* L'industrie :

L'industrie est peu trouvée dans la commune. Elle est timidement présente par l'exploitation de certains types de bois disponibles à profusion dans les maquis



que renferme le P.N.E.K, pour développer une production locale de pipes où la commune compte 2 unités artisanales (pipes et articles de cigarette et transformation du corail à l'arrêt).

*** Le commerce :**

Grâce à sa situation stratégique et le réseau routier abondant (94 Km) qui la relie à d'autres communes, la ville d'El -Kala est une capitale économique pour l'ensemble de la wilaya d'El-Tarf. Elle tient le monopole du commerce de gros de la wilaya.

*** Le tourisme :**

La ville possède des richesses inestimables constituée par son littoral parsemé de plages et de criques naturelles, des paysages forestier et des parcs archéologiques d'une beauté saisissante appelant à la découverte, la baignade et le repos.

Cependant le secteur touristique est dans un très mauvais état étant donné que sa production est toujours confrontée au manque d'infrastructures et au manque d'entretien des hôtels existants. Et de surcroît, les prix restent très onéreux (comparé aux pays voisins : Tunisie et Maroc).

En outre, le tourisme dans cette commune littorale est essentiellement saisonnier et balnéaire, le reste de l'année, le nombre de visiteurs et de touristes diminue de manière significative, car en dehors du tourisme balnéaire, aucun autre type d'activité touristique ne vient exploiter les diverses ressources de cette région.

*** La pêche:**

La pêche est une des activités les plus pratiquées à la commune, grâce au littoral et l'actuel port de pêche qu'elle dispose¹⁵. En revanche, la production halieutique et corallienne reste trop minime et pas suffisante en comparant aux richesses généreuses de la région.

Ce secteur a toujours souffert d'un manque des matériels et des moyens modernisés. Il est encore pratiqué avec des moyens très archaïques et des techniques traditionnels.

¹⁵ Un autre nouveau port est en cours de réalisation.



Type de production	Genre de poisson	Quantité en (tonnes)
Production halieutique	Poisson bleu	610
	Poisson blanc	130
	Crustacés	12
	Squale espadon	20
Production de corail	-----	2.1

Tableau 3 la production halieutique et corallienne à l'an 2000.

Les activités informelles

Il désigne l'ensemble des activités productrices de biens et services qui échappent au regard ou à la régulation de l'État.

Comme toutes les grandes agglomérations du pays, El Kala souffre d'un taux élevé de chômage avec un peu d'opportunité d'emploi, ce qui pousse la jeunesse à se débrouiller avec ce genre d'activités.

Ces activités sont liées à la saison estivale et concernent essentiellement deux secteurs : l'hébergement chez le privé et le commerce (l'artisanat et la restauration). Ce phénomène pallie à l'insuffisance des capacités d'absorption de la demande des estivants et des touristes.

5 Evaluation énergétique

5.1 Les indicateurs d'évaluation

Sont des outils d'étude pour évaluer le tissu urbain prenant en charge la répartition du parcellaire au sol, l'occupation des parcelles et la hauteur globale du tissu tridimensionnel,

Ils sont chargés pour étudier le rapport entre morphologie urbaine, microclimat urbain et consommation énergétique des bâtiments.

Ils sont présentés par ces Cinq indicateurs :



5.1.1 La densité d'occupation du bâti

C'est le rapport entre la superficie des constructions implantées sur un terrain et la surface totale de la portion urbaine considérée.

Elle est obtenue par l'équation suivante :

Avec :

- Ap**: surface de plancher du bâtiment i,
- As** : surface totale,
- i** : nombre de bâtiments au sol.

$$Ds = \sum_{i=1}^{i=n} Ap_i / As$$

5.1.2 La minéralisation

C'est la répartition des surfaces minérales dans le tissu urbain. Elle fait référence à la distribution de tous les aménagements urbains à l'exception des végétaux et des aménagements d'eau (parcs végétaux, pelouses, massifs plantés, buissons, jardins, arbres, étendues d'eau, bassins... etc.), et leur rapport avec la surface urbaine totale

Elle est obtenue par l'équation suivante :

Avec :

- S totale: surface totale de la portion urbaine
- Si végétale: surface affectée aux espaces verts,
- Si eau: surface affectée aux espaces d'eau.

$$M = [S_{totale} - (\sum_{i=1}^{i=n} S_{i\text{végétales}} + \sum_{i=1}^{i=n} S_{i\text{eau}})] / S_{totale}$$

5.1.3 La rugosité du tissu urbain

Est caractérisée par la hauteur moyenne de la canopée urbaine, constituée par les surfaces bâties, les surfaces végétales verticales et horizontales, et les surfaces non bâties.

Elle est obtenue par l'équation suivante :

Avec :

- Ai**: surface hors-œuvre du bâtiment i,
- Hi**: hauteur du bâtiment i,
- Aj**: surface de l'espace extérieur j.

$$Rm = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_i * h_i}{\sum_{i=1}^{i=n} A_i + \sum_{j=1}^{j=n} A_j} [m]$$

5.1.4 La compacité

Cet indicateur évalue la surface de l'enveloppe extérieure d'un bâtiment qui est exposée aux effets climatiques extérieurs.

Elle est obtenue par l'équation suivante :

$$C_f = \sum_i^N \frac{A_{\text{ext},i}}{V_i^{\frac{2}{3}}}$$



Avec : $\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{A}_{ext} : \text{la surface extérieure d'enveloppe non contiguë d'un bâtiment,} \\ \mathbf{V} : \text{le volume du bâtiment,} \\ \mathbf{N} : \text{le nombre des bâtiments du projet.} \end{array} \right.$

6.1.5 Le prospect

Il exprime le rapport entre la hauteur moyenne de l'espace et sa largeur. Il dépend des dimensions horizontales et verticales de l'espace.

Il est évalué par l'équation suivante :

Avec : $\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{H}_m : \text{hauteur moyenne de l'espace.} \\ \mathbf{L}_p : \text{plus petite largeur de l'espace ou de la rue.} \end{array} \right.$

$$Pe = H_m / L_p$$

5.2 applications

En prenant les dimensions, formes et la répartition des parcelles, on a appliqué ces indicateurs sur les ilots choisis pour évaluer le tissu urbain des zones étudiées. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

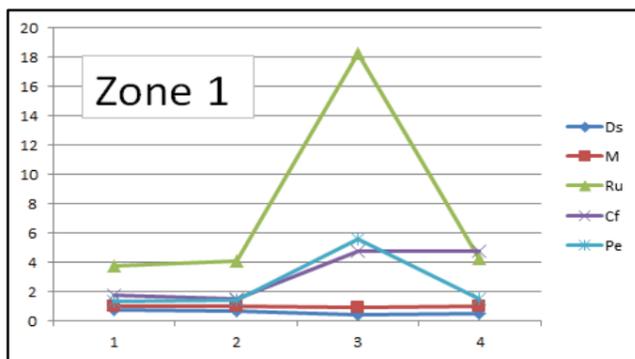
zone	Ilots	La densité	La minéralisation	La Rugosité	La compacité	Le prospect
Zone 1	1	0.77	1.00	3.73	1.78	1.33
	2	0.65	1.00	4.06	1.55	1.40
	3	0.39	0.96	18.28	4.80	5.58
	4	0.47	1.00	4.28	4.78	1.47
Zone 3	1	0.24	0.24	2.52	7.22	0.85
	2	0.41	0.41	1.73	5.87	0.79
	3	0.00	0.00	2.92	6.78	1.26
	4	0.21	0.39	2.63	5.86	1.25
Zone 4	1	0.24	1.00	6.13	7.76	2.20
	2	0.21	0.79	10.64	15.03	2.53
	3	0.10	0.10	/	/	0.00
	4	0.18	0.18	4.09	7.92	1.32
Zone 5	1	0.00	0.00	/	/	0.00
	2	0.45	0.94	8.69	7.36	0.69
	3	0.50	0.50	5.29	7.62	0.98
	4	0.76	0.66	10.89	7.79	4.12
Zone 9	1	0.66	0.82	3.05	6.43	0.84
	2	0.40	0.84	3.26	4.95	1.54
	3	0.38	1.00	11.15	11.50	4.18
	4	0.54	0.71	3.89	10.31	1.31
Zone 10	1	0.22	1.00	2.09	4.81	0.78
	2	0.37	1.00	4.87	8.02	1.55
	3	0.00	0.82	/	/	0.00
	4	0.35	1.00	9.47	8.95	2.61

Source : auteur

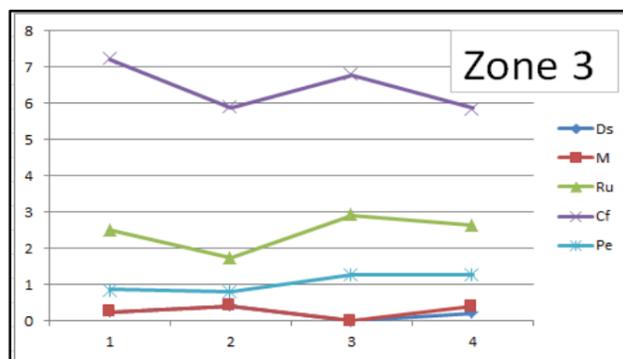


Afin de saisir les éléments qui jouent dans le rapport entre la morphologie urbaine, microclimat urbain et consommation énergétique des bâtiments, les résultats sont suivants :

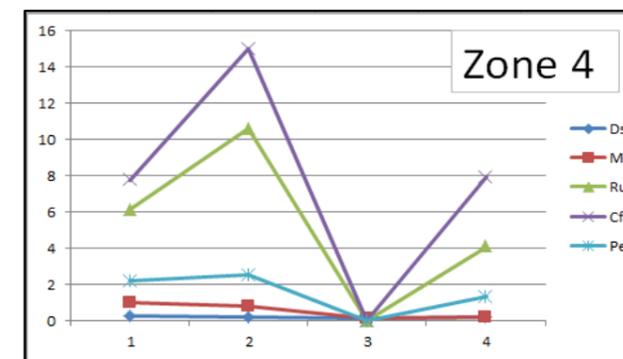
:



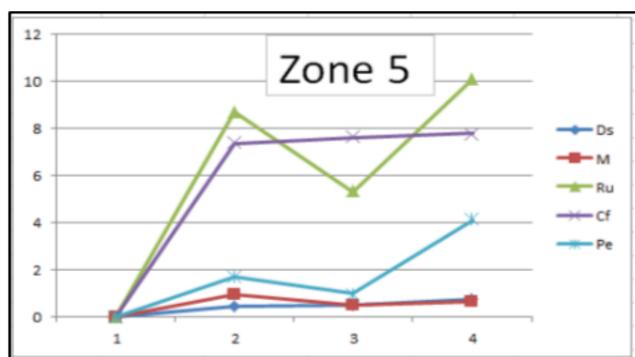
- rugosité et prospect élevé dans l'îlot 4 est dus à son gabarit élevé et les voies étroites (tissu ancien).
- Densité et Compacité fortes (≈ 1) : manque des espaces verts non bâtis.
- Compacité élevée dans l'îlot 3 et 4 est expliquée



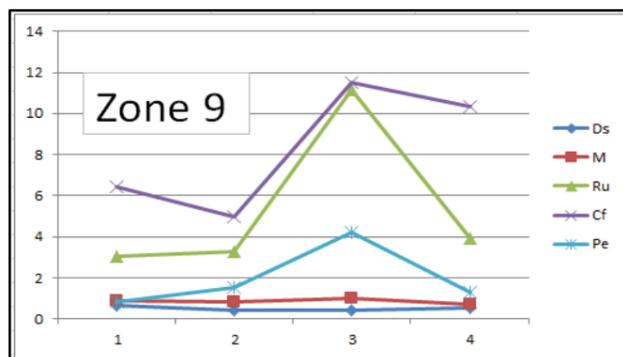
- Fortes valeurs de compacité, rugosité, prospect et minéralisation en revanche une faible densité sont expliqués par une occupation non totale des parcelles par des bâtis séparés avec hauteur ainsi le manque de la végétation.



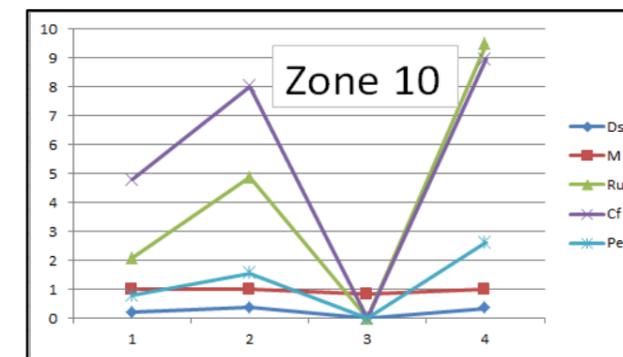
- Basses compacité et rugosité dans îlot 3 est expliquées par la présence d'un tissu compact et l'absence des façades exposées.
- Forte minéralisation dans l'îlot 1 est liée à la forte densité.



- Des faibles valeurs pour tous les indicateurs dans l'îlot 1 sont expliquées par l'absence du bâti et la présence de la végétation.
- Fortes valeurs de compacité rugosité et prospect dans l'îlot 4 sont expliquées par la présence de l'habitat collectif à plusieurs étages et façades libres.



- Une faible densité dans l'îlot 3 en revanche une forte compacité cela est expliqué par la présence d'une densité verticale avec un nombre élevé des façades exposées.



- Des faibles valeurs pour tous les indicateurs à par la minéralisation dans l'îlot 3 est expliquées par l'absence du bâti.
- Forte minéralisation pour tous les îlots malgré la surface non bâtie est expliquée par les espaces abandonnés.



Synthèse

El Kala est une ville méditerranéenne de l'extrême Nord Est d'Algérie. Elle appartient à la zone Humide dont le climat contribue massivement à ses caractéristiques socioéconomique.

Elle s'est développée à partir d'un tissu colonial bien urbanisé après qu'elle était juste un comptoir commercial de passage. Ce tissu urbain colonial était le pôle de croissance de l'extension à la ville actuelle. Et elle n'a cessé de progresser au fil des années, ce qui explique la diversité des tissus urbains qu'elle dispose. Ces tissus sont fondée par un nombre des équipement répondant aux activités pratiquées dont la vocation majeure est l'administration et le tourisme.

L'analyse élaborée et qui a pris la commune dans ses axes historiques, urbains, environnementaux et socioéconomiques, montre la contribution des différents éléments dans le bilan énergétique du bâtiment. Parmi ces facteurs on saisie le microclima et la morphologie des tissus urbains.

Conclusion

Dans une perspective de développement durable, la réduction de la consommation énergétique et l'atténuation de l'empreinte écologique s'avèrent incontournables pour l'ingénierie système et la conception des projets.

A partir de Cela, notre conception doit être un trait d'union entre la performance énergétique dans le bâtiment, par l'exploitation des éléments locaux en prenant compte les paramètres climatiques, et la stabilité écologique. Elle tient à mettre en place un quartier écologique à El Kala avec plusieurs équipements de façon coopérative et participative, en conformité avec les exigences écologiques, sociales, économiques et culturelles de l'air d'études et à afin d'enrichir sa vocation éco-touristique.

C'est un vaste programme dont la stratégie adoptée est inscrite dans le cadre d'un développement durable et par la présence de bonnes pratiques sur la planification territoriale, tout en prenant en compte les aspects relatifs au développement économique et social ainsi que l'équilibre environnemental, la diversification des sources d'énergie, la préservation des ressources naturelles et la réduction des besoins de consommation, tout en adoptant dans le bâtiment des techniques performantes en termes d'efficacité énergétique.



Projet urbain : projet d'un éco-quartier à la commune d'El Kala

1. Analyse des documents PDEAU et POS

1.1 Analyse de PDAU d'EL Kala

Jetant à présent un petit regard sur l'outil de planification urbaine de la commune d'El-Kala qui est le PDAU, celui-ci divise l'espace urbain de la ville en quatre secteurs (carte de PDAU de la commune d'El Kala). L'urbanisation dans la ville d'El-Kala, se fait selon un zonage édicté par la PDAU de la ville qui divise la commune d'El Kala en zones¹⁶ qui sont les différentes typologies et des fractions continues du territoire pour lesquelles sont prévus des usages généraux du sol et des échéances d'urbanisation.

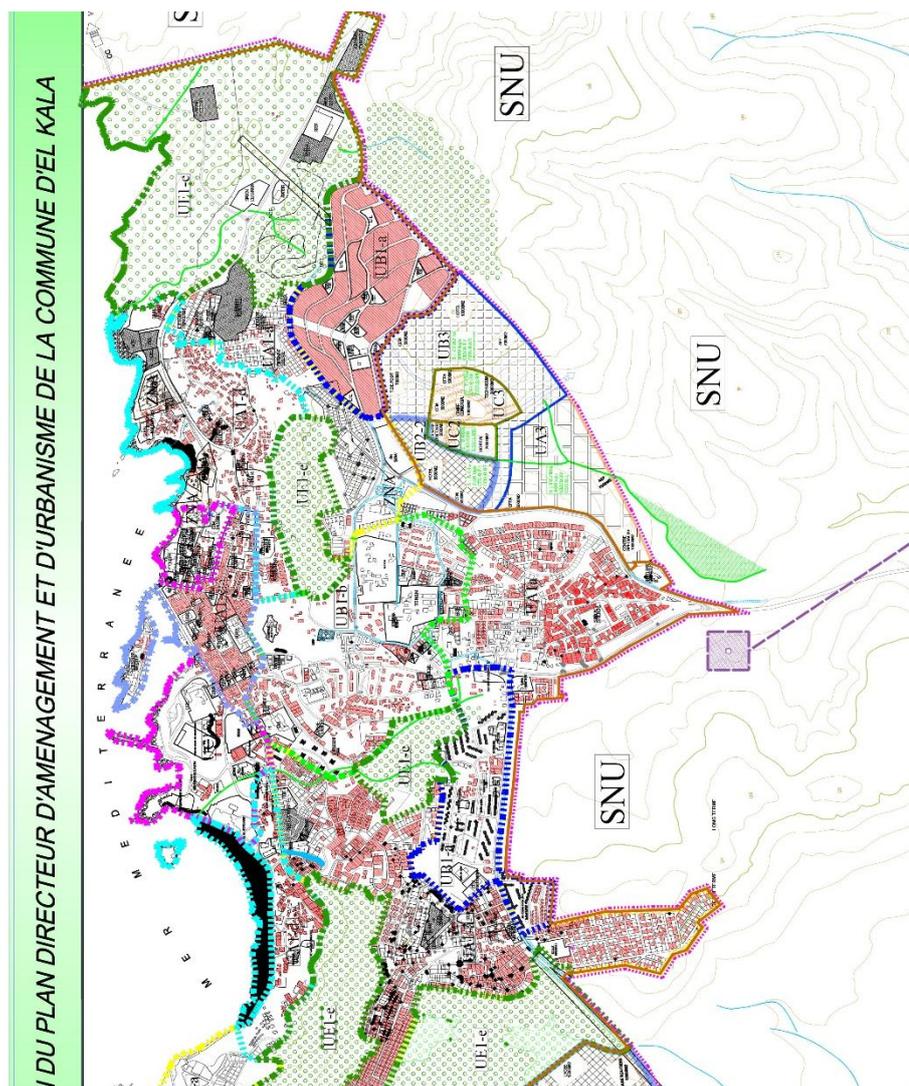


Figure 42 Vue sur le tissu urbain d'El Kala, source : prise par nous même

Ces zones sont définies comme suit :

- (UA) : zone d'habitat individuel.
- (UB) : zone d'habitat collectif.
- (UC) : zone d'équipements.
- (UD) : zone d'activités.
- (UE) : zone de détente et loisirs.

¹⁶ Ref : Loi 04/05 du 14 Août 2004 modifiant et complétant la loi n° 90-29



Carte 5 La carte de PDAU de la commune d'El Kala

Les problèmes de la ville

Après une lecture du PDAU d'El Kala on saisit que la ville souffre des problèmes suivants :

- Manque d'attraction et de loisir qui revient au nombre insuffisant des espaces verts et des aires de jeux.
- Implantation anarchique des habitats individuels dans l'extension de la ville.
- Absence du couvert végétal et du mobilier urbain dans les espaces publics.
- Absence d'hiérarchisation des voies dans l'extension de la ville.
- Absence d'entretien des anciennes façades au centre-ville.
- La concentration des équipements de service dans le noyau historique (éducatifs, sanitaires, administratifs...).
- Absence de prise en charge des bâtisses qui sont en état précaire.



1.1.2 Orientations générales¹⁷

Dans le cadre du développement durable, le territoire communal devra faire l'objet des interventions suivantes :

- La préservation des terres du PNEK (parc national d'El Kala), conformément au décret n° 83-458 du 23/07/1983,
- La défense de la qualité du littoral conformément à la loi n° 02-02 du 5/02/2002.
- La protection, la valorisation et la gestion des plages, conformément à la loi n° 03-02 du 17/02/2003
- La préservation et la revalorisation d'un patrimoine naturel riche par la protection impérative des milieux naturels très sensibles contre tous les agents nuisibles en intégrant les préoccupations environnementales dans le programme et le plan de développement (ordures ménagères, pollution atmosphérique, hygiène.....) et en tenant en compte des risques naturels ou technologiques.
- La protection des milieux naturels par la mise en place d'activités sylvo-pastorales¹⁸, agricoles,
- La protection des terres agricoles
- L'orientation du développement de la bande frontière dans un domaine spécifiquement touristique, en tenant compte de la fragilité du cordon dunaire,
- L'encouragement de l'attractivité culturelle, touristique et commerciale de la commune par la valorisation des potentialités et des richesses de la région,
- La revitalisation de toute la commune qui deviendra une zone d'attrait dans le domaine social et économique (emplois dans les différentes activités, tourisme...).
- Le développement de tous les secteurs économiques et la mise en place des moyens et dispositifs qui permettront une relance de l'emploi et notamment les emplois productifs (industrie, agriculture, pêche et forêts), dans les principes de préservation de l'environnement,
- La garantie du maintien des populations rurales par l'amélioration de leurs conditions de vie avec comme objectifs dans l'immédiat, une meilleure gestion des ressources naturelles et la création de logements, d'équipements éducatifs, de formation, d'action sociale et de santé,
- L'équilibre des espaces urbains, péri-urbains et ruraux sur le plan sociodémographique pour canaliser les extensions, empêcher le gaspillage et prévenir la saturation précoce des terrains.

¹⁷ Le dossier écrit de PDEU d'El Kala.

¹⁸ Source : PAW de la wilaya de Tarf et PAC de la zone intercommunale d'El Kala



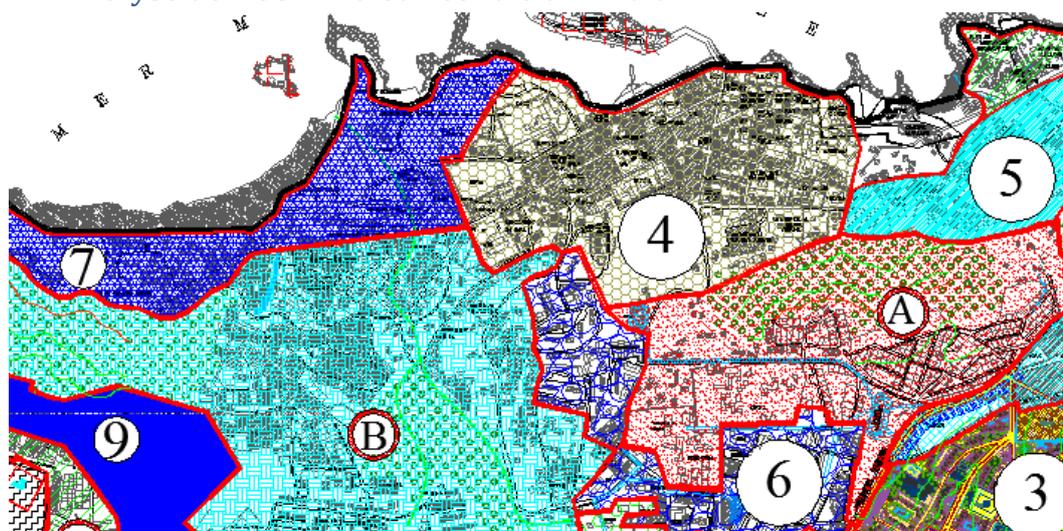
- La maîtrise de l'urbanisation et l'arrêt de la dilapidation de l'espace par l'occupation de toutes les poches vides existantes se situant à l'intérieur du tissu urbain et en optant pour des densités élevées au chef-lieu,
- La redynamisation du chef-lieu en lui assurant tous les atouts faisant de lui un centre urbain polarisateur des personnes, des biens et des services,
- L'assurance d'un bon cadre de vie et d'une autonomie dans la gestion du quotidien de la population de l'agglomération secondaire afin de favoriser sa stabilité.

Synthèse

La lecture du rapport du nouveau PDAU de la ville (révisé en 2003 et en cours d'approbation actuellement) nous laisse apprendre que la commune d'El Kala possède plusieurs zones fragiles et à protéger du à son appartenance au PNEK¹⁹ ce qui fait d'elle un endroit **vulnérablement écologique** à préserver mais on revanche on saisie que l'évolution de la ville était assurée par des extensions non maitrisées avec la présence de différentes typologies non-homogènes.

On note alors, que l'urbanisation dans un espace aussi fragile se fait comme par tous en Algérie avec les mêmes instruments et dans la même perspective qui est celle d'étendre l'espace urbain afin de répondre aux besoins d'une population de plus en plus croissante. On appellera donc pour l'instant cette manière de concevoir l'espace urbain de la ville d'El-Kala comme **urbanisation standard**, c'est-à-dire une urbanisation qui se fait avec les mêmes outils et dans la même logique que n'importe quelle espace urbain en Algérie, sans prendre en compte les spécificités environnementales du milieu naturel protégé.

1.2 Analyse de POS 4 – vieux centre d'El Kala



carte 6 Situation de POS 4_ vieux centre, révision de PDAU 2009.

¹⁹ PNEK : parc national d'El Kala



Superficie : 49,01ha **type de terrain** : en pente

Delimitation

- Nord : par la mer méditerranée,
- Est : POS route de tunis n°5 (POS approuvé),
- Sud-Est : POS A (POS à étudier),
- Sud-Ouest : - POS les cretes n°6,
-POS B (POS à étudier),
- Ouest : POS zone ouest n°7.

L'orientation générale d'aménagement de POS

Dans ce quartier, les interventions²⁰ préconisées consisteront en :

- la démolition des constructions délabrées
- la reconstruction selon des normes et une qualité architecturale,
- la réhabilitation urbaine par l'injection de toutes les commodités nécessaires,
- la diversification d'usage,
- la restructuration des espaces extérieurs,
- la valorisation foncière,
- la construction d'équipements publics, plate-forme de services....

1.3 Programme du projet

D'après l'étude du POS, on constate que le POS n'a planifié aucun plan à l'aire d'étude pour les prochains projets, donc on a trouvé l'utilité de proposer un programme d'un éco-quartier qui obéit l'orientation générale du POS, répond aux exigences de l'environnement immédiat et qui propose des solutions à l'aire d'étude dans le cadre de notre problématique.

Programme	Surface réservée à l'ilot m ²	Surface réservée au bati m ²
Habitat collectif (des bâtiments R+4, R+7)	21580.65	11255.22
Ecole primaire	3615.09	1411.78
Mosquée	3833.61	2120.12
Esplanade	5745.68	/
Aire de jeux	1374.08	/

Tableau 4 programme du projet urbain

²⁰ Le rapport écrit du POS d'El Kala.



2 Projet urbain : Projet d'un éco-quartier à la commune d'El Kala

2.1 Situation et délimitation de site d'intervention

Notre site d'intervention se trouve sur une colline qui donne sur le centre-ville (la ville coloniale) au côté Nord.

Il est délimité aussi par l'extension de la ville qui revient à la période post coloniale. L'aire d'étude et grâce à sa position et sa morphologie bénéficie d'une vue panoramique sur la mer méditerranéenne

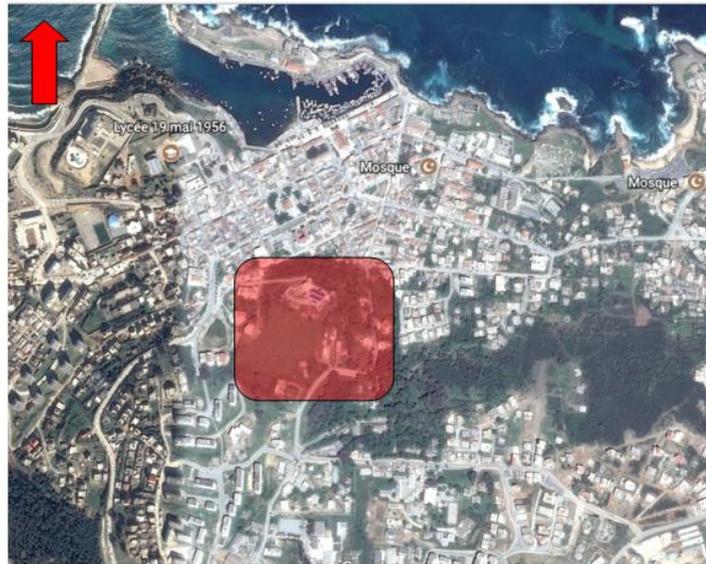


Figure 43 Situation du site d'intervention

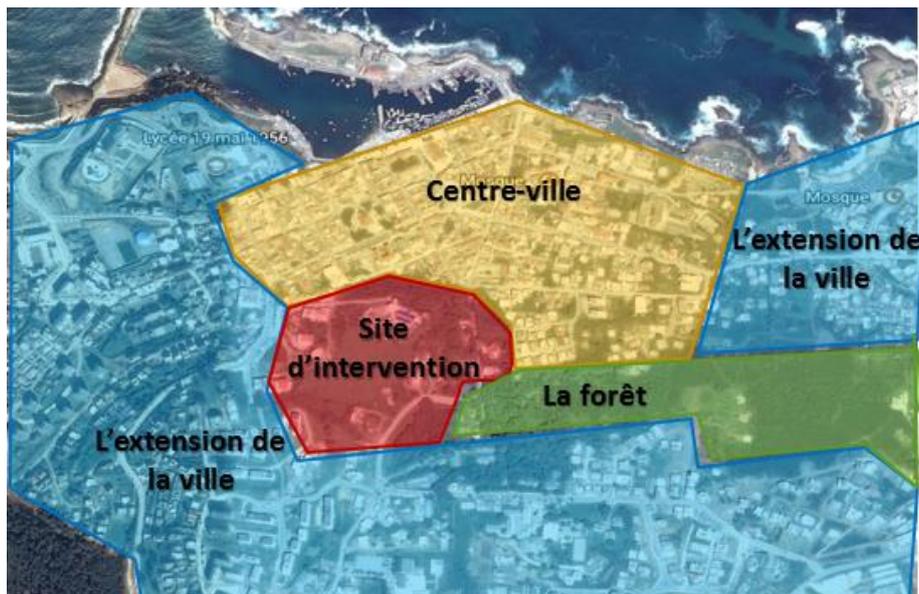


Figure 44 Délimitation du site d'intervention



1. Choix du site d'intervention

- Elle matérialise bien notre problématique par sa situation entre deux typologies différentes.
- Sa situation sur une colline et la nature de sa morphologie renforce la rupture entre les deux entités de la ville
- Elle offre des vues panoramiques sur les paysages d'El Kala (la mer, les montagnes, les forêts...)
- Elle contient un ensemble de ressources naturelles et des atouts environnementaux (la mer, la forêt, la morphologie, l'ensoleillement ...)
- Ce site nous procure une liberté d'expression formelle.
- Sa proximité au centre-ville permet de se servir des équipements commerciaux et administratifs.

2. Principes d'intervention



3.1 Les fondements du projet

- Créer un parcours urbain pour renforcer la fluidité entre les deux parties de la ville.
- Créer une bonne desserte à l'intérieur du quartier pour renforcer l'accessibilité.
- Favoriser la colline et créer des percées visuelles pour bénéficier d'une vue panoramique sur la mer.
- Veiller à diminuer les émissions de CO₂.
- Exploiter le milieu naturel et les richesses locales par l'utilisation des matériaux qui s'adaptent au climat de la ville.
- Diminuer la minéralisation par des espaces verts et bassins d'eau.
- Concevoir des modes d'intégration des énergies renouvelables.



3.2 Traduction des fondements en éléments conceptuels

fondements	Urbain	Architectural	Programmatique	Ambiances
Créer un parcours urbain pour renforcer la fluidité entre les deux parties de la ville	Parcours urbain de liaison de premier ordre mécanique, piéton et fonctionnel, place publique	Définir un gabarit urbain et des orientations architecturales des façades urbaines	Activités urbaines et de services	Qualité des espaces piétons, passages ombragés, extensions en terrasses, espaces pour activités saisonnières (fleurs, artisanat), grandes vitrines
Créer une bonne desserte à l'intérieur du quartier pour renforcer l'accessibilité	Réseau viaire clair et hiérarchisé en direction du parcours et du tissu urbain environnant	Hiérarchie des gabarits, des façades ; orientations plan masse	Logements collectifs, semi-collectifs et individuels ; centre artisanal et commercial, complexe éco-touristique	Consacrer le sentiment d'unité ; organiser les espaces dans une hiérarchie du bruit, de l'activité collective, favoriser la spécificité des espaces par des aménagements personnalisés (petits jardins, placettes,
Favoriser la colline et créer des percées visuelles pour bénéficier d'une vue panoramique sur la mer	Faire de la crête un espace ouvert de percées visuelles, et un point focal pour les dessertes ; aménager le	Développer des volumétries en rapport avec le relief accidenté, souligner la verticalité ; traitement architectonique des espaces de		Organiser les parcours piétons en séquences d'ambiances qui se déclinent verticalement avec le relief ; activités de services et



	quartier en banquettes ;	percées		d'accueil autour de la crête
Veiller à diminuer les émissions de Co2		Limiter la circulation mécanique,	Eviter les activités polluantes	Utiliser le couvert végétal pour les ambiances du quartier
Exploiter le milieu naturel et les richesses locales par l'utilisation des matériaux qui s'adaptent au climat de la ville		Utiliser le liège expansé, le bois, briques de terre		le tourisme se prolonge dans l'ambiance de la forêt
Diminuer la minéralisation par des espaces verts et bassins d'eau		Aménager la carte du couvert végétal		Agrémenter les lieux de rencontres avec la verdure et les plans d'eau
Concevoir des modes d'intégration des énergies renouvelables		Adopter des solutions passives, Intégrer des panneaux photovoltaïques dans les toitures, récupérer les eaux de pluie		

Tableau 5 Traduction des fondements en éléments conceptuels, source : auteur



3.3 Schéma de principe

Etape 1		Etape 2		Etape 3	
commentaires	Schéma	commentaires	Schéma	commentaires	Schéma
Connecter l'aire d'étude aux voies existantes. Adoucir la pente en changement de direction de la voie qui traverse le site.		Créer un parcours urbain avec une largeur de 30 m. Le parcours passe autour du site et se nourrit des voies existantes.		Créer des dessertes intérieures en les épousant avec la morphologie du site pour adoucir les pentes. Connecter ces dessertes au parcours.	

Etape 4		Etape 5		Etape 6	
commentaires	Schéma	commentaires	Schéma	commentaires	Schéma
Définir des ilots par les voies qui les limitent.		Définir les espaces bâtis et les espaces non bâtis des ilots.		Consacrer le milieu de l'éco-quartier aux espaces publics (mosquée, esplanade et aire de jeux). Réserver un ilot pour projeter une école primaire et le reste d'ilots pour l'habitat collectif (avec un gabarit de R+7 pour les immeubles qui donnent sur le parcours, R+4 pour le reste)	 <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p> Esplanade</p> <p> Aire de jeux</p> <p> Mosquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p> Ecole primaire</p> <p> Habitat collectif R+4</p> <p> Habitat collectif R+7</p> </div> </div>

Tableau 6 les étapes du projet urbain

3.3 Système viaire (les voies mécaniques et les voies piétonnes)

Dans notre projet on distingue trois types de voies avec une hiérarchisation qui rassure la bonne accessibilité :

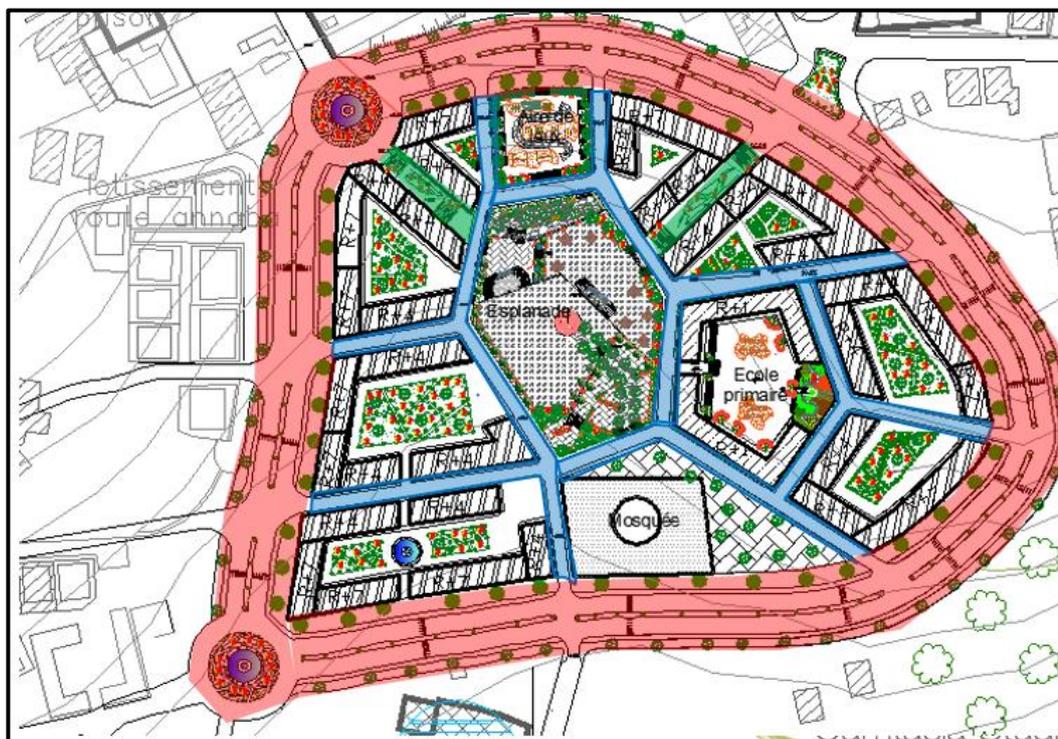


Figure 45 Hiérarchisation des voies dans le projet

- Voies mécaniques
- Voies mécaniques secondaires
- Voies piétonnes

3.3.1 Typologies des voies

Type	Plan (exemple)	coupe
Voie mécanique principale (le parcours urbain, 30 m)		



Tableau 7 typologie des voies dans le projet

3.4 Les espaces publics et l'aspect paysagère

- Faire de la crête un espace ouvert de percées visuelles, et un point focal pour les dessertes.
- Aménager l'esplanade et l'aire de jeux en plusieurs plateformes.

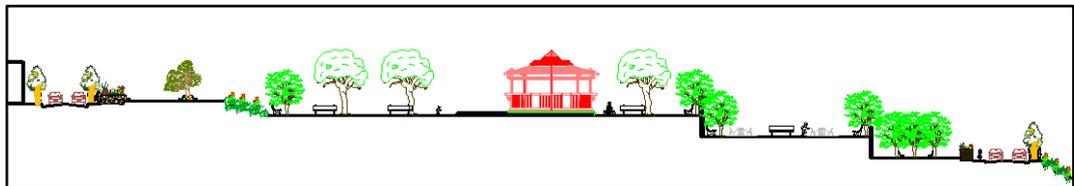


Figure 46 Coupe sur l'esplanade

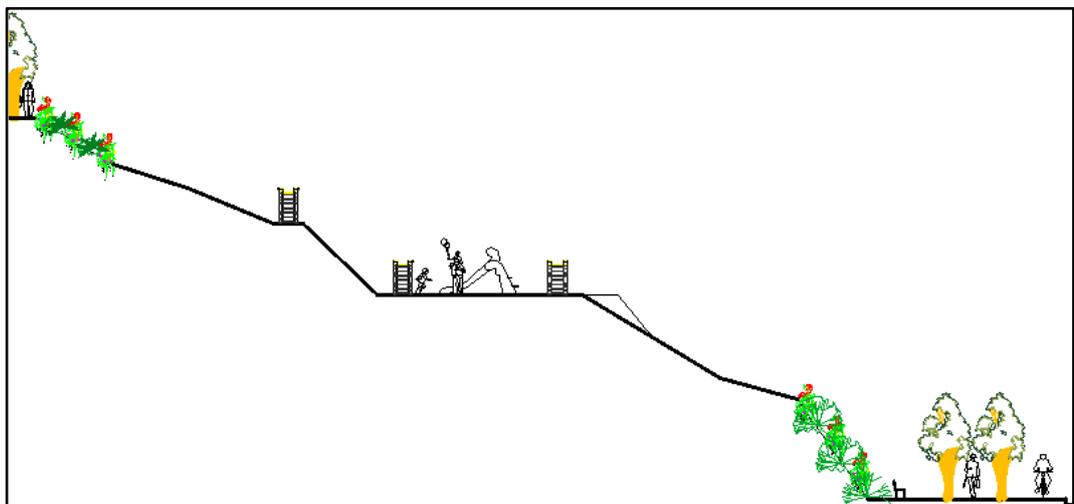
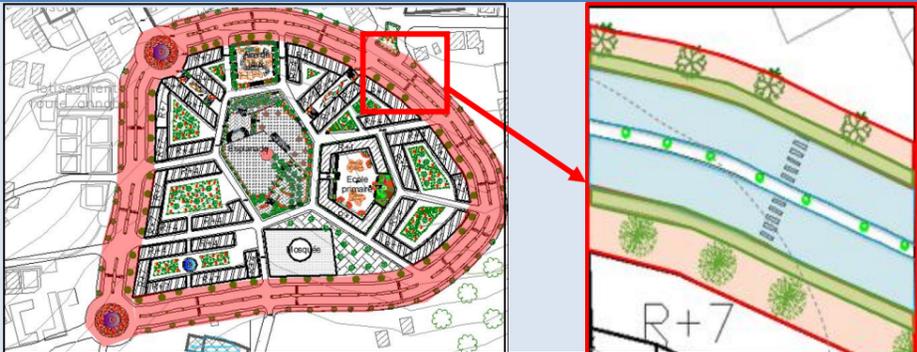
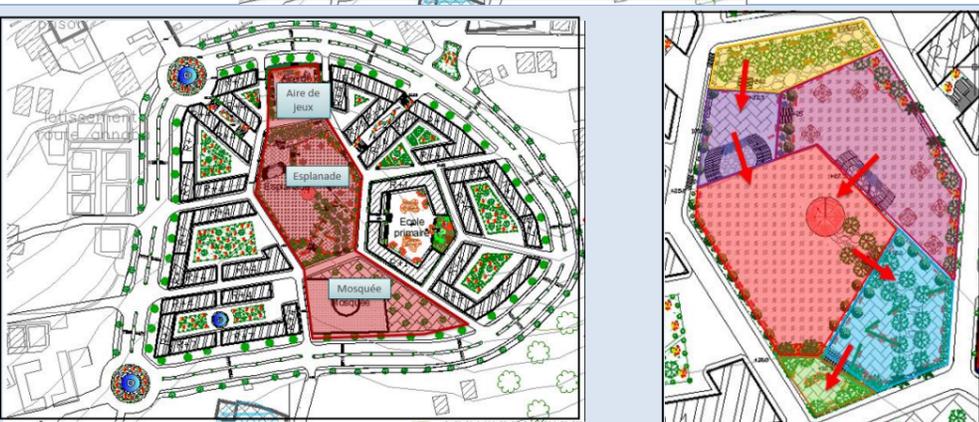


Figure 47 Coupe sur l'aire de jeux



3.5 Vérification des fondements dans le projet

Fondements	Illustrations	Commentaires
<p>1. Créer un parcours urbain pour renforcer la fluidité entre les deux parties de la ville</p>		<p>Avec une large dimension de 30m ; ce parcours aide à animer la vie sociale, faciliter la circulation et assurer la continuité entre les deux pôles de la ville Il contient deux larges trottoirs, 8,5m, avec deux pistes cyclables et deux voies mécaniques, 7 m. Les bâtiments qui délimitent le parcours ont un gabarit de R+7 avec un RDC réservé à l'urbain pour assurer l'animation du parcours par des multiples activités.</p>
<p>2. Créer une bonne desserte à l'intérieur du quartier pour renforcer l'accessibilité</p>		<p>Créer des voies mécaniques pour assurer la circulation internes en les connectant avec le parcours urbain et les voies existantes de l'aire d'étude, ces voies vont ensuite donner la forme des ilots</p>
<p>3. Favoriser la colline et créer des percées visuelles pour bénéficier d'une vue panoramique sur la mer</p>		<p>En libérant le milieu de l'éco-quartier pour les espaces publics : Aire de jeux esplanade et la mosquée Réserver le sommet de la colline pour l'esplanade et l'aménager en plusieurs niveaux en créant des plates-formes.</p>



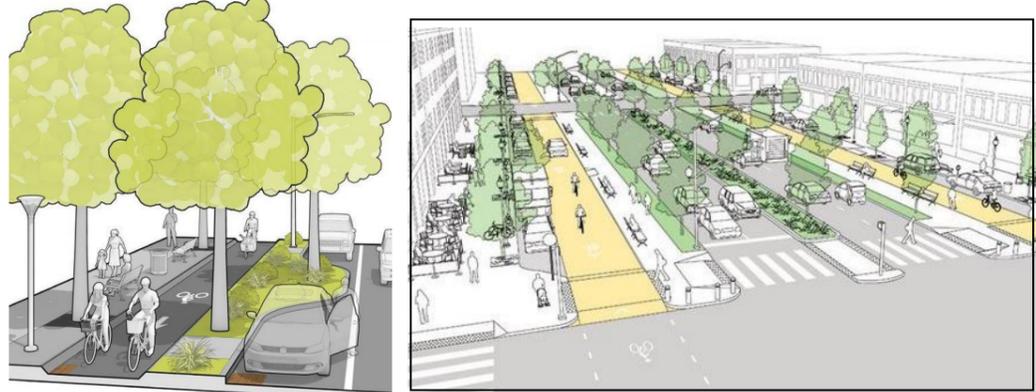
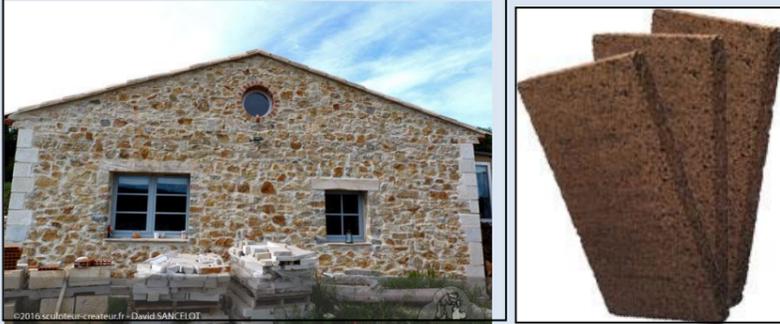
<p>4. Veiller à diminuer les émissions de CO2</p>		<p>Par le recours aux transports doux, le vélo par exemple, en créant des pistes cyclables le long du parcours à fin de partager la culture de l'utilisation des vélos chez les occupants. Elargir les voies mécaniques pour diminuer le problème de l'embouteillage Et donc les émissions résultantes de gaz polluants.</p>
<p>5. Exploiter le milieu naturel et les richesses locales par l'utilisation des matériaux qui s'adaptent au climat de la ville</p>		<p>L'utilisation de la toiture inclinée en tuile. La construction en pierre qui est connue par sa bonne compatibilité avec les zones humides, sa haute conductivité thermique ainsi qu'elle est abondante grâce à la carrière qui se trouve à la région. L'utilisation de liège expansé dans l'isolation des planchers qui présente la particularité d'être insensible à l'humidité et perméable en même temps aussi c'est un matériau local et se trouve avec une quantité abondante dans les forêts d'El Kala, il sert à la fois à l'isolation thermique et à l'isolation phonétique.</p>
<p>6. Diminuer la minéralisation par des espaces verts et bassins d'eau</p>		<p>En aménageant l'esplanade et l'aire de jeux avec un nombre important de végétation et des chutes d'eau. L'aménagement des cœurs d'îlots. La ponctuation des arbres le long du parcours L'aménagement des deux ronds-points par deux fontaines et de la végétation.</p>
<p>7. Concevoir les modes d'intégration des énergies renouvelables dans le bâtiment</p>		<p>Éclairage public alimenté par des panneaux photovoltaïques. Proposer des systèmes de récupération des eaux pluviales dans les espaces publics et les bâtiments. Proposer l'intégration des panneaux solaires thermiques et photovoltaïques dans le bâtiment.</p>

Tableau 8 vérification des fondements dans le projet urbain



Projet architectural : projet d'une école primaire écologique

1. Introduction

D'après l'architecte Allemand **Oswald Ungers** « Le projet est façonné par l'enchaînement d'arguments, la mise en ordre de conception, l'évolution de critère. Bref par l'entrelacement de multiples éléments (.....) le projet est le fruit de processus de décomposition mentale ».

- ✓ Le projet architectural n'est qu'une étape du processus de réflexion sur la conception et la production architecturale, c'est une sorte de composition à l'intérieur d'une autre plus grande qu'est le projet urbain.
- ✓ L'édifice architectural reflète la synthèse et la prise de décision vis-à-vis de références théoriques, formelles et constructives, ainsi le projet doit être pensé dans son contexte, organisé par rapport aux exigences du programme, et inscrit dans une théorie.

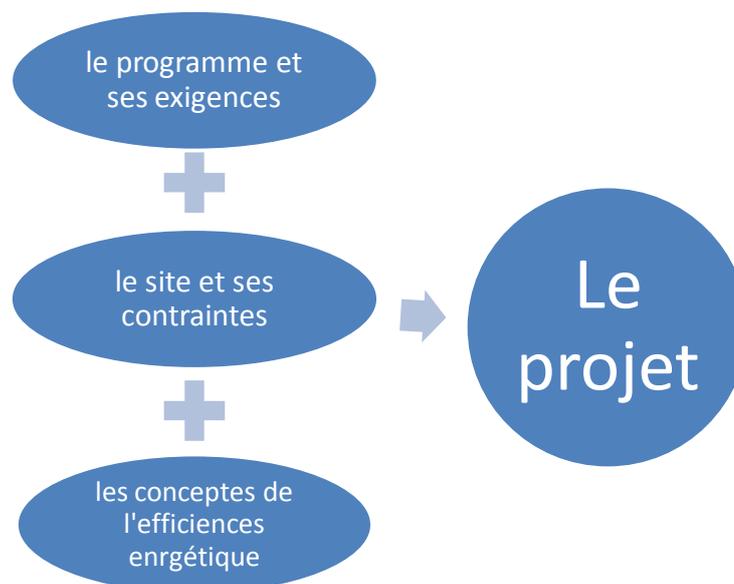
Cette phase comportera trois étapes :

- la démarche conceptuelle
- la genèse du projet
- la description du projet

1.1 La démarche conceptuelle

Notre conception architecturale s'est élaborée à partir d'une réflexion basée sur des concepts et des principes architecturaux dans le cadre de l'efficacité énergétique. Cette démarche nous a aidé à choisir les bonnes orientations, afin d'éviter la gratuité des gestes et assurer une formalisation d'un ensemble architectural cohérent qui essaie de répondre aux différentes contraintes.

Notre projet s'est appuyé sur un travail intellectuel qui a pris en considération ces trois dimensions :



2 Situation du projet par rapport à l'éco-quartier et orientation

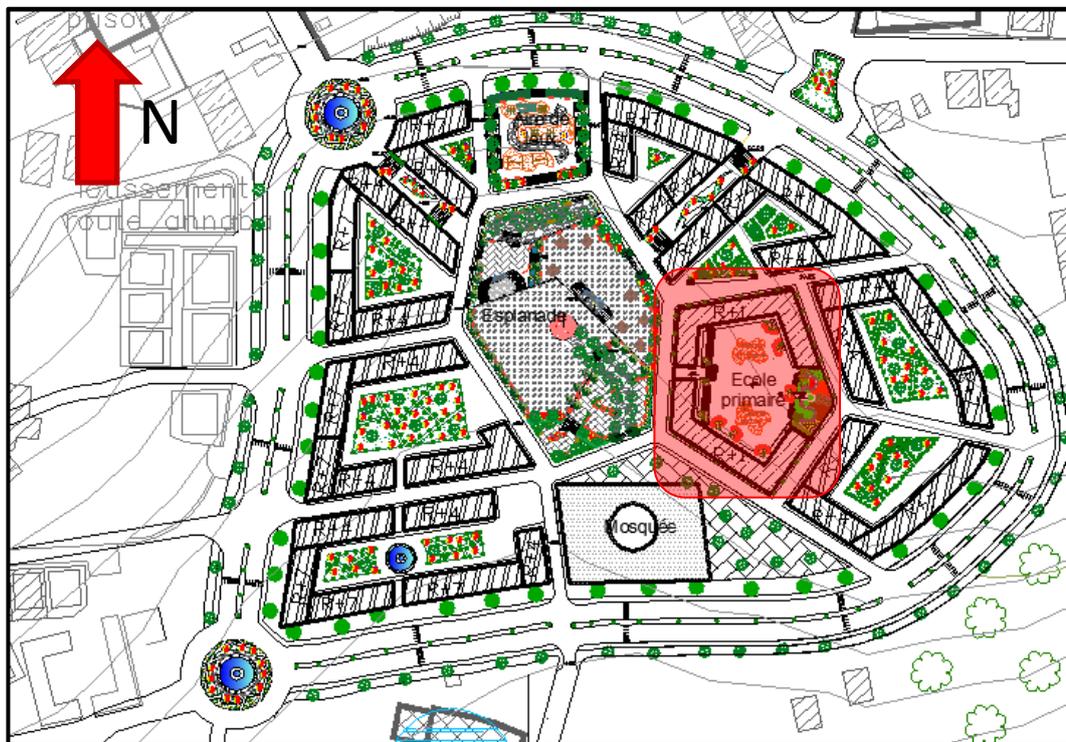


Figure 48 Situation du projet architectural par rapport à l'éco-quartier

3 Description du projet

Notre projet est une école primaire écologique à basse consommation énergétique. C'est un équipement public éducatif dont la fonction est l'éducation et l'apprentissage.

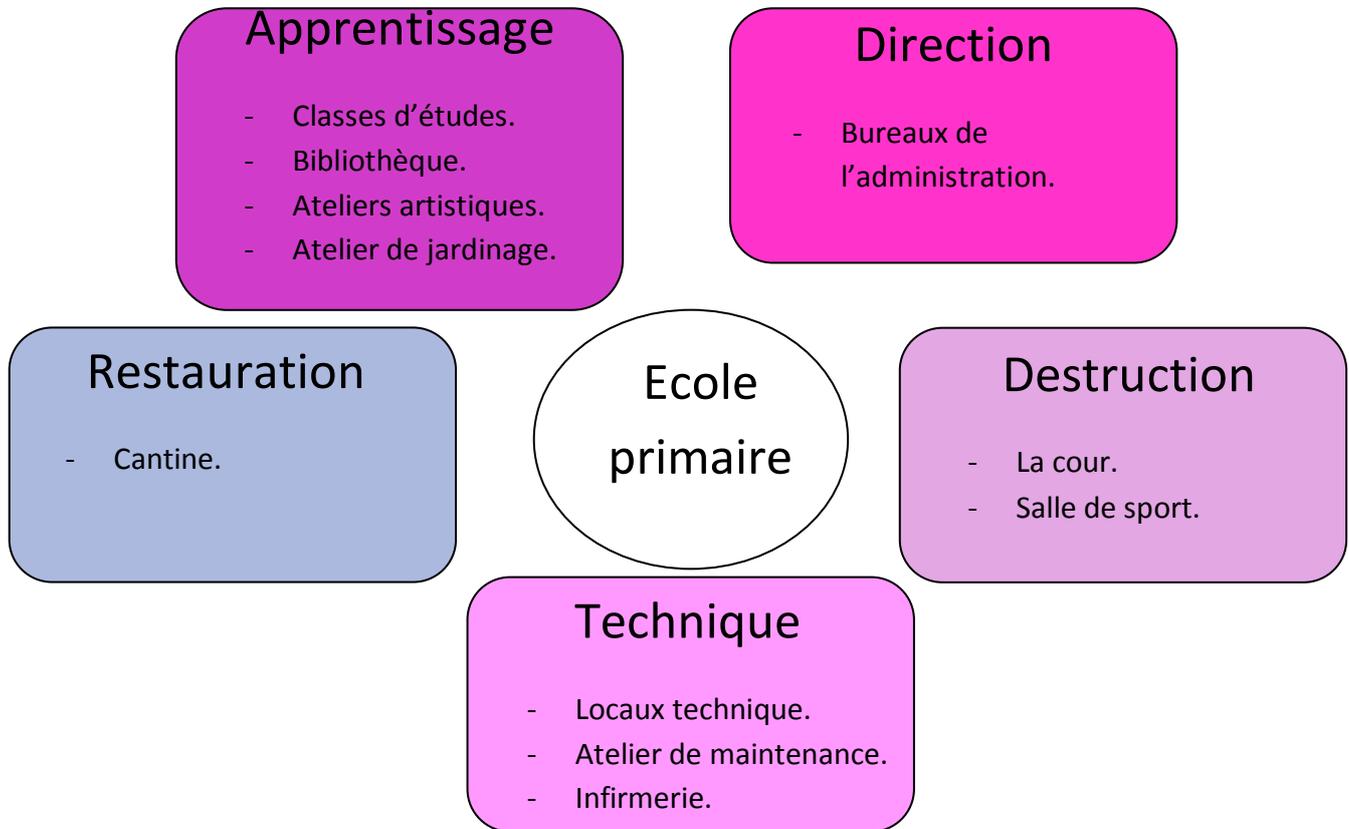
Son gabarit est à R+1 avec un entre sol.

4 Motivation du choix

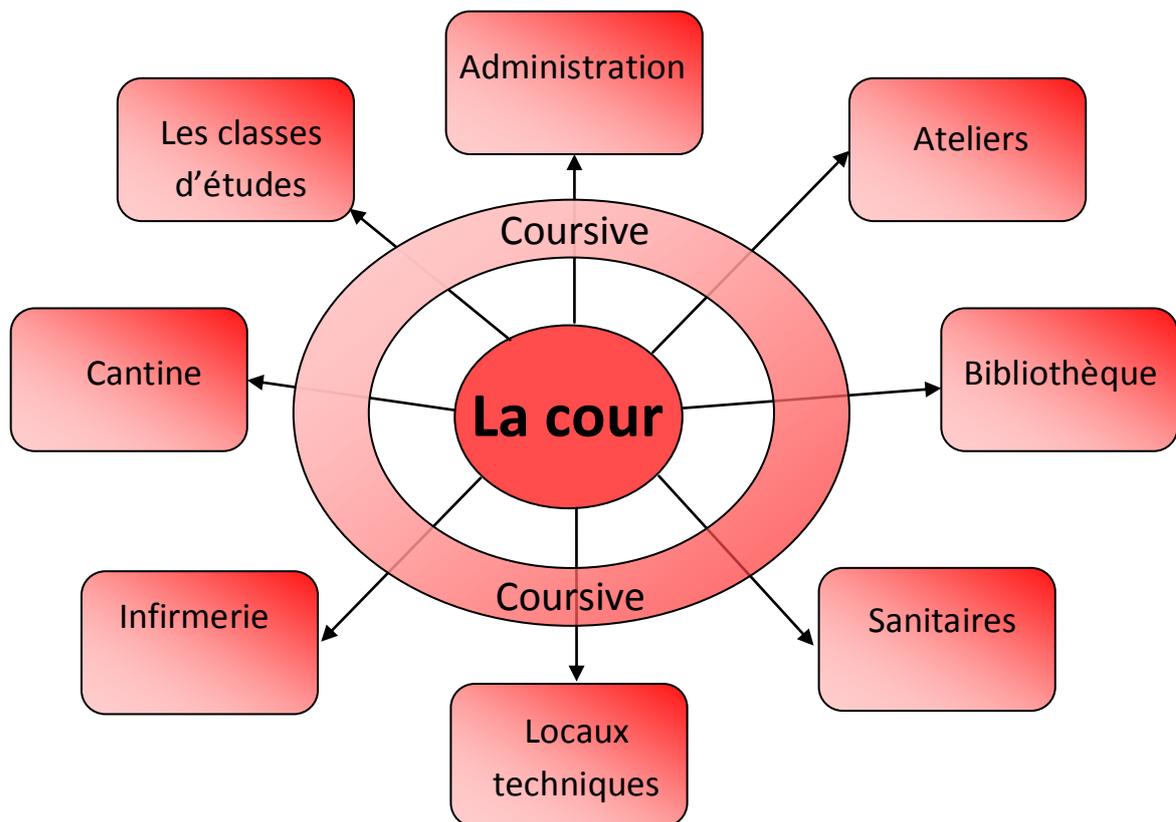
- Faire de notre projet une référence à l'intégration de l'Efficiace énergétique dans les équipements publics, puisque l'école primaire est représentative de l'équipement dans notre éco-quartier.
- Viser un équipement public qui est à la charge de l'état pour montrer au pouvoir public qu'il est aussi possible et faisable de construire un équipement public, école primaire, tout en souciant de la consommation énergétique.
- Eduquer l'élève, futur citoyen, à la culture écologique et le sensibiliser par le fait qu'il se trouve dans une école pilote dans l'efficiace énergétique.



5 Les entités du projet



6 Organisation générale du projet





7 Programme du projet

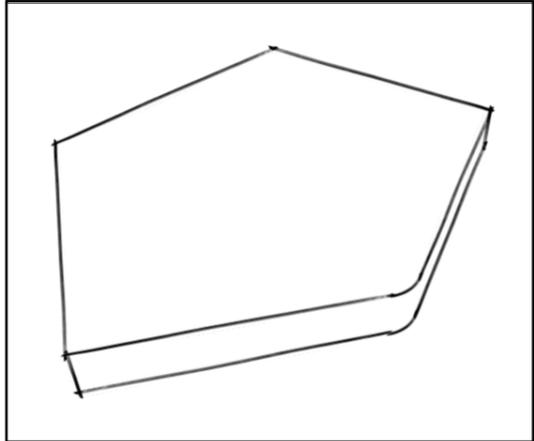
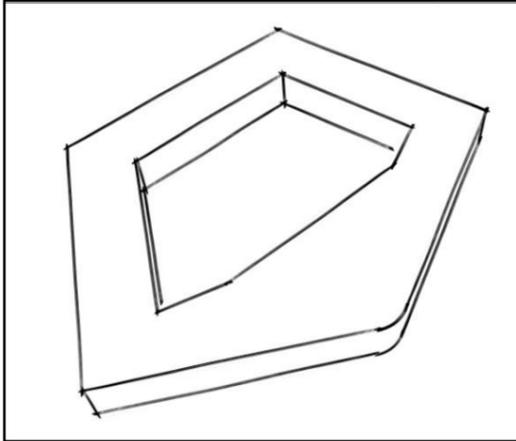
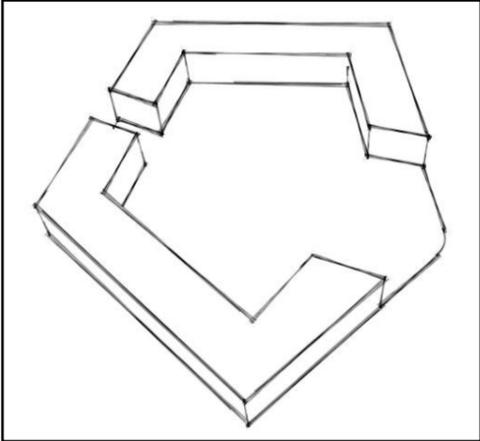
En se basant sur la grille des équipements et en prenant en compte le programme éducatif des écoles primaires en Algérie et le besoin d'espaces, on a établi un programme quantitatif et qualitatif qui s'inscrit dans la surface de notre projet.

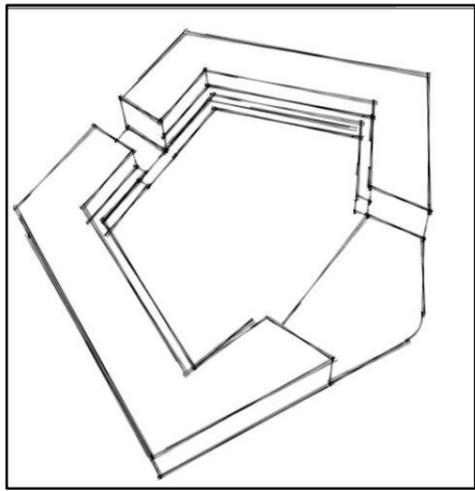
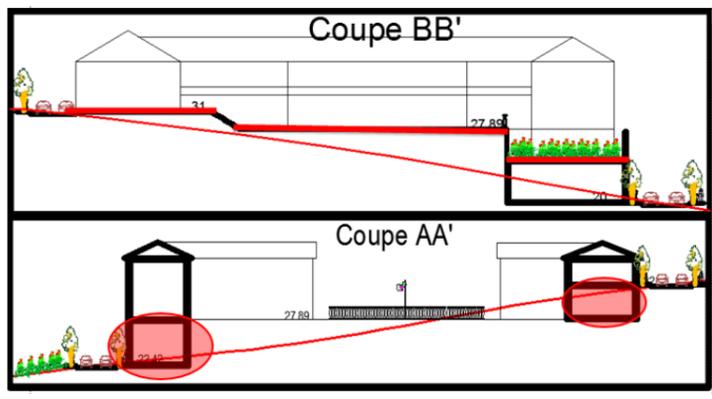
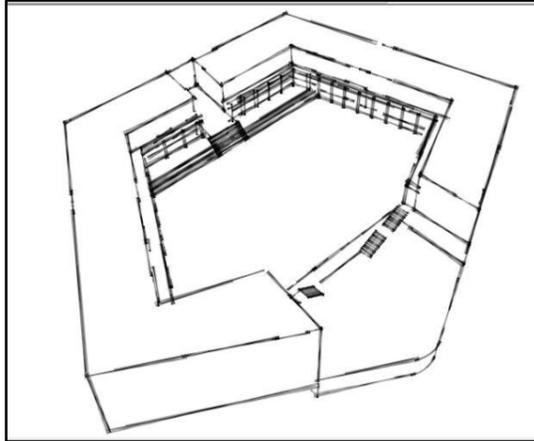
Espace		Nombre	Surface
Administration	Surveillance	1	16.38
	Réception		14
	Conseiller psychologique		16.21
	Bureau de directeur		13.88
	Bureau de secrétaire		15.4
	Bureau d'économe		16
	Salle des profs		38.66
	Sanitaires		15.65
Classes d'études		19	Surface moyenne : 64.66
Atelier de musique		1	106
Atelier de dessin		1	83.8
Bibliothèque	Salle de lecture	1	167
	Dépôt	1	59.8
Cantine	Salle à manger	1	192.62
	Cuisine	1	39.21
Infirmierie		1	55.6
Salle de sport		1	13.8
Atelier de jardinage		1	280
Auditorium	Salle de spectacles	1	134.63
	Contrôle technique		33.07
	Dépôt		27.7
Local gardien	Bureau de sécurité	1	31.27
	chambre		20.10
	sanitaire		5.45
Local technique		1	80.41
Atelier de maintenance		1	84.15
Sanitaires		3	61.85
			61.85
			74.31



8 Les étapes du projet

Dans cette partie, nous essayerons de décrire les différentes étapes par lesquelles notre travail d'élaboration et de conception est passé afin d'aboutir au projet architectural.

Etape 1		Etape 2		Etape 3	
Commentaires	Schémas	commentaires	schémas	Commentaires	schémas
Alignement par rapport à les voies qui délimitent l'ilot.		Evider la cour avec une largeur de 8 pour le bâti.		Libérer une partie pour créer un atelier de jardinage en plein air. Libérer l'entrée de l'ilot.	

Etape 4		Etape 5		Etape 6	
Commentaires	schémas	Commentaires	schémas	commentaires	schémas
Créer des coursives avec un décalage de 2 m pour assurer la circulation horizontale et l'accessibilité aux espaces.		Créer 3 plates-formes pour épouser la morphologie du terrain, avec des escaliers pour assurer la circulation verticale et des gradins. La création de ces 3 plates-formes résultent des entres soles.		Obtenir le volume final en intégrant les escaliers entre les différents niveaux et les pilotis pour porter la coursive.	

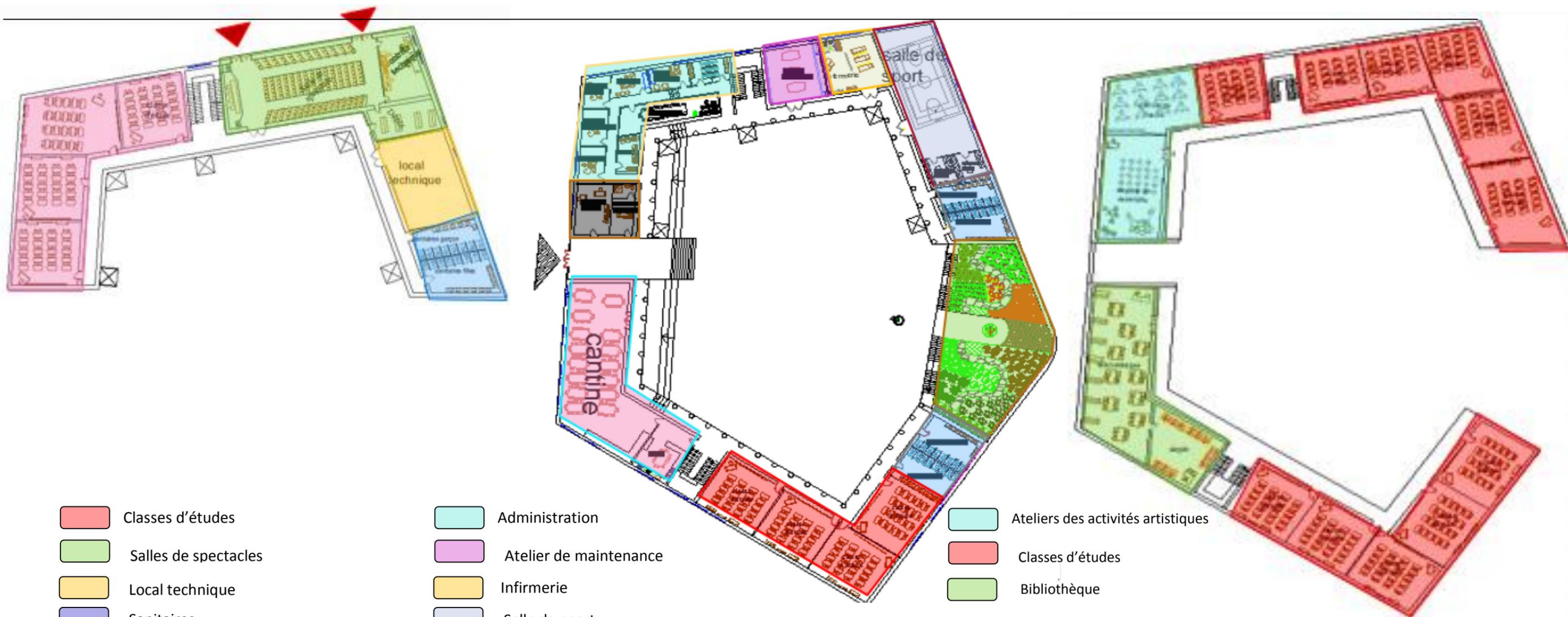


9 Organisation spatiale

Plan entre sol

Plan RDC

Plan 1^{er} étage



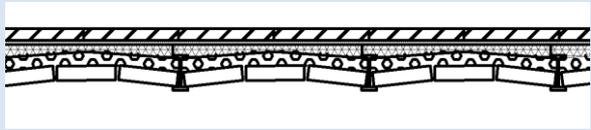
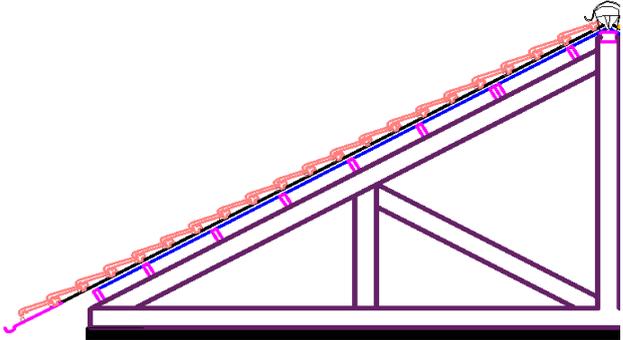
- Classes d'études
- Salles de spectacles
- Local technique
- Sanitaires

- Administration
- Atelier de maintenance
- Infirmerie
- Salle de sport
- Sanitaires
- Atelier de jardinage
- Salles d'études
- Cantine
- Maison de l'agent de sécurité

- Ateliers des activités artistiques
- Classes d'études
- Bibliothèque

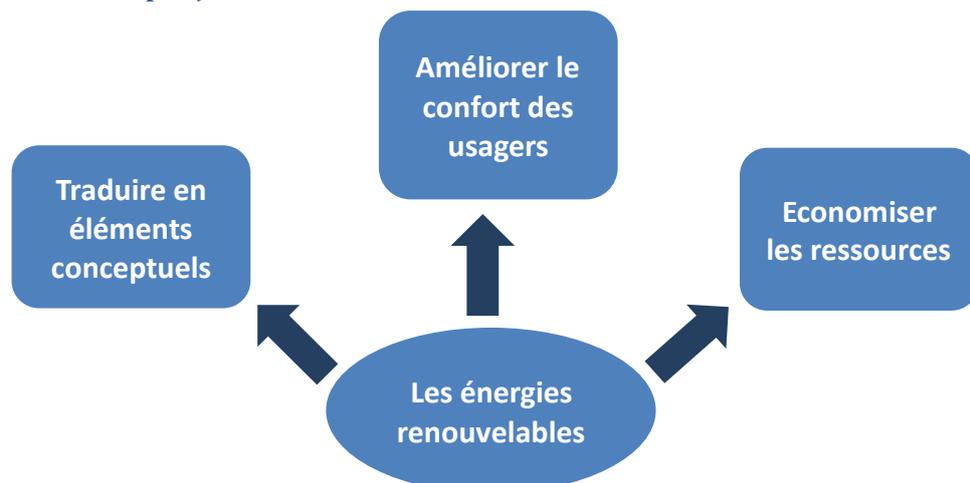


9. Système constructif

Éléments		Descriptions	Illustrations
Mur	Mur extérieur	Mur porteur. Matériaux : la pierre de tailles. Épaisseur : 50 cm.	
	Mur intérieur	Cloisons. Matériaux : la brique. Épaisseur : 10 cm.	
Plancher		Plancher en voutains. Matériaux : La brique, mortiers, sable, des poutrelles métalliques (IPE 400). Isolation : liège expansé (10cm)	
Toiture		Toiture inclinée. Matériau : la tuile rouge. Inclinaison : 30°. Structure : ossature en bois.	

10. Les modes d'intégration des solutions actives dans le projet

10.1 Principe d'intégration des énergies renouvelables dans le projet





10.2 Intégration des panneaux photovoltaïque sur la façade

Concevoir un système d'ouverture manuel arqué avec un angle de 15 degré assuré par **un roulement** qui est un dispositif destiné à guider un assemblage en rotation, c'est-à-dire à permettre à une pièce de tourner par rapport à une autre selon un axe de rotation défini fixé dans le mur par deux tige. Le panneau lorsque il s'ouvre il suit un chemin en arc grâce à une roue sur un système coulissant assuré par une cornière et un amortisseur de 10 cm qui tient les vibrations pour protéger les panneaux.

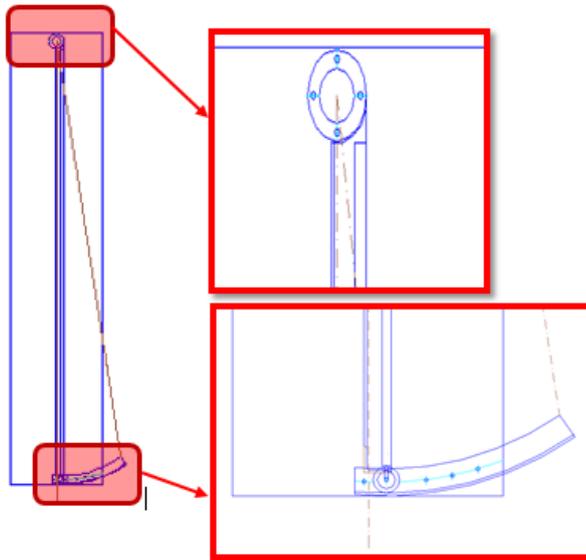


Figure 51 Schéma explicatif de principe d'intégration de panneau Photovoltaïque sur la façade



Figure 49 Exemple d'un roulement



Figure 50 Exemple d'un amortisseur



Figure 52 Intégration des panneaux photovoltaïques sur la façade Sud-Est



10.3 Intégration des panneaux thermique sur la toiture

- Concevoir les toitures de côté SUD, Sud-est et Sud- Ouest avec des capteurs solaires thermiques commandés et fabriqués sur mesures.
- Placer les capteurs thermiques directement sur la ferme en bois de la toiture.
- Concevoir un système d'entretien pour les panneaux thermiques en plaçant une échelle mobile sur la toiture, fixée entre le faitage et la sablière et on assure la mobilité de cette échelle par des roues sur un chemin glissant supérieur et inférieur.

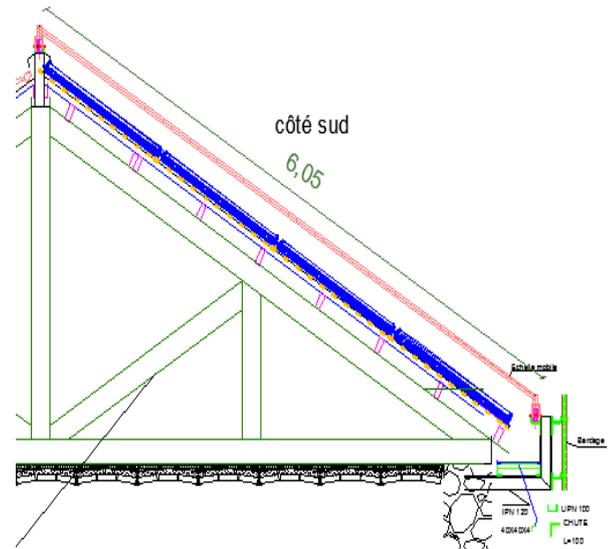
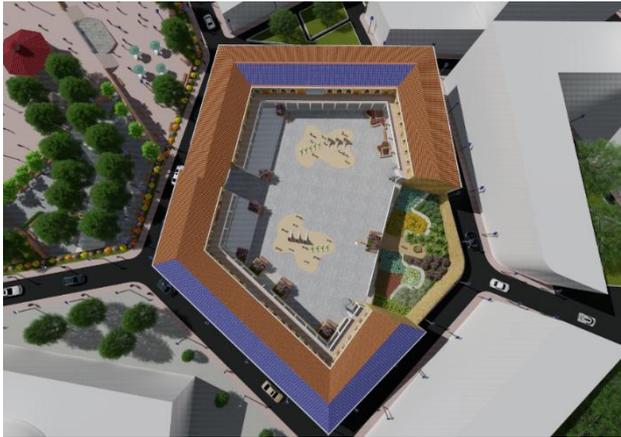


Figure 54 Intégration des panneaux thermique sur la toiture

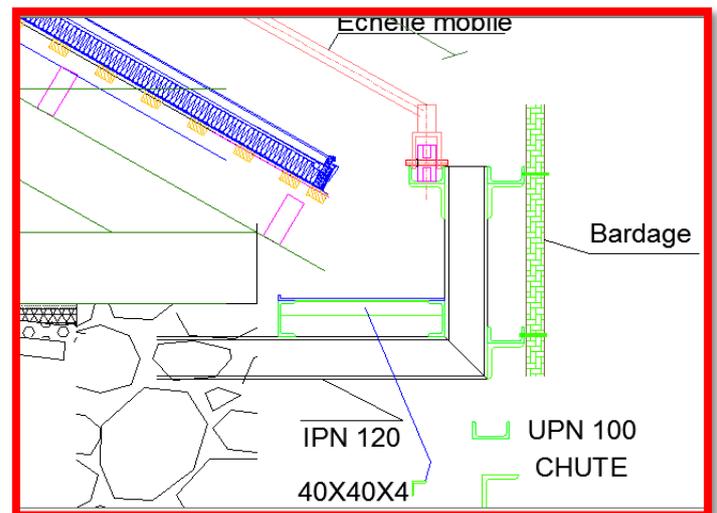


Figure 53 Coupe explicative de principe d'intégration de panneau sur la toiture

Figure 55 Exemple d'Echelle mobile sur la toiture



10.4 Intégration de puits canadien

- Intégrer un puits canadien dans les salles de l'entre sol.
- enterrer les collecteurs sous la cour.
- Protéger les bornes de prises d'aires en les aménageant avec des pots

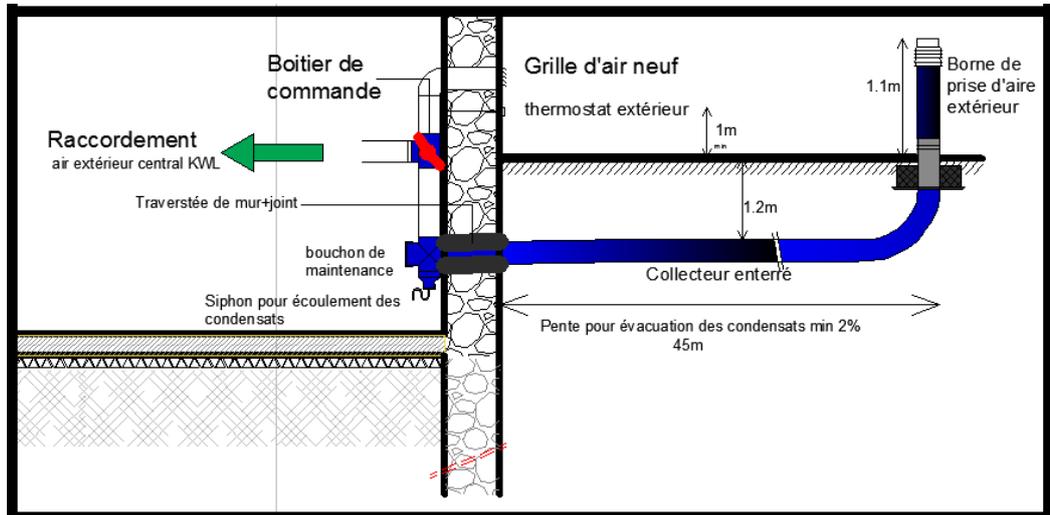


Figure 56 Coupe explicative de l'intégration de puits canadien dans notre projet

de fleurs et des bancs.

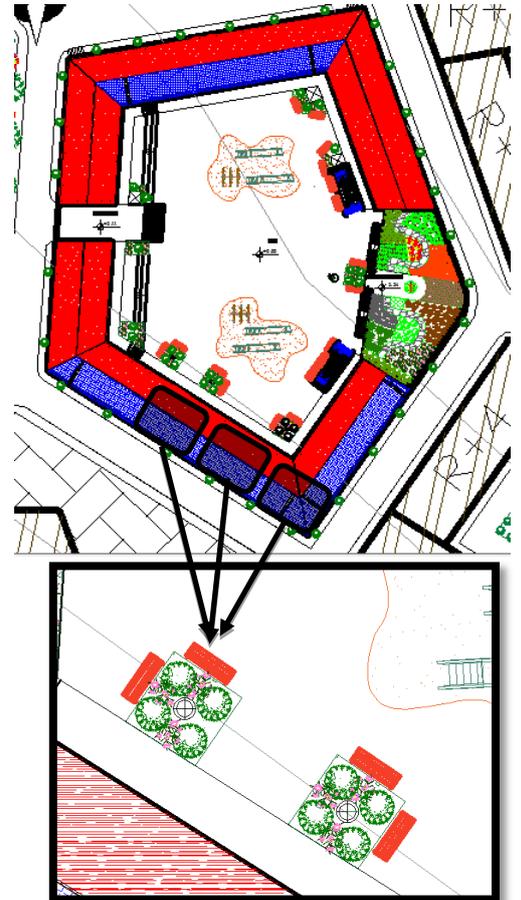


Figure 58 La borne de prise d'aire extérieur

Figure 57 L'enterrement des collecteurs



Figure 59 L'intégration de puits canadien dans le projet

11. Rythme des façades

11.1 Façades extérieures

- S'inspirer de la ville coloniale (centre-ville) et définir les ouvertures par des arcs plein cintre. Délimiter les arcs avec des **claveaux**²¹.



Claveau

²¹ Un claveau est une pierre taillée en biseau (forme de coin tronqué par la pointe) constituant un élément de couverture d'un arc, d'une plate-bande ou d'une voûte.



- Intégrer des panneaux solaires photovoltaïques sur les façades avec un mode d'inclinaison (voire Les modes d'intégration des solutions actives



dans le projet).

11.2 Façades intérieures



Vérification énergétique : la simulation thermique dynamique

Pourquoi la simulation thermique dynamique ?²²

La simulation thermique dynamique permet de faire « vivre virtuellement » le bâtiment sur une année entière, afin d'étudier son comportement prévisionnel pour des résultats proches de la réalité. La simulation thermique dynamique simule au pas de temps horaire le métabolisme du bâtiment en fonction de la météo, de l'occupation des locaux,... Au final, on accède aux températures, aux besoins de chauffage/climatisation, aux apports solaires...heure par heure dans les différentes zones prédéfinies du bâtiment. La STD permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, le comportement des usagers, la stratégie de régulation et de mener les études de sensibilités afférentes. La STD permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) afin de valider les concepts et solutions techniques retenues.

Une STD est nécessaire en phase de conception d'un projet de construction, afin de valider les objectifs de faible consommation. Elle l'est aussi dans l'existant quand il s'agit d'établir une stratégie de rénovation. Dans ce dernier cas, on réalise une série de STD pour tester différentes solutions techniques à tout niveau (enveloppe, ventilation, chauffage, vitrage, équipement...).

Les outils disponibles sur le marché sont nombreux, les plus répandus sont : **COMFIE-PLEADES**, ECOTECT, TRANSYS, TAS, ...

²² Cours de Mme RAHMANI K.K sur la maîtrise d'un logiciel de simulation thermique dynamique, Master 1 Architecture et Efficience Energétique, 2015-2016.



1. Les avantages de la simulation thermique dynamique

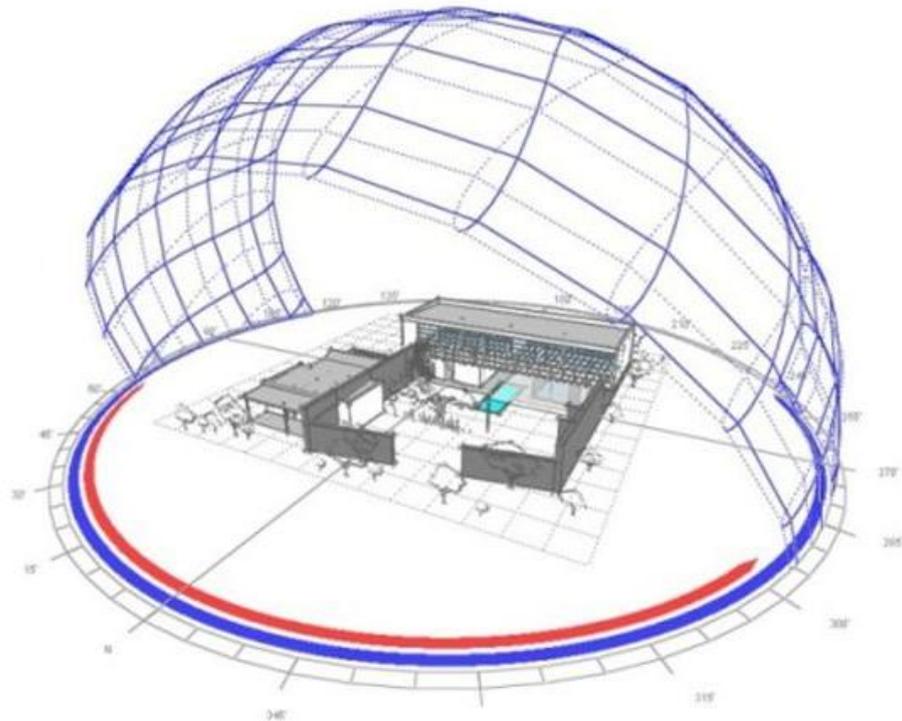
-Prise en compte de l'inertie thermique du bâtiment (capacité des murs à stocker et déstocker de l'énergie).

-Calcul du bilan thermique heure par heure.

-Meilleure représentation du confort d'été, des besoins réels de chauffage.

-Les apports gratuits en hiver sont modélisables donc optimisés.

-Les surchauffes estivales peuvent être évitées.





-On obtient le détail des pertes de l'enveloppe et les consommations par système de ventilation, chauffage, refroidissement....

-Il permette de s'affranchir de l'inconnue concernant l'occupation, pour se concentrer plutôt sur le bâti.

- Ils permettent l'étude de confort d'été et mi- saison (températures atteintes après une semaine chaude).

2. Le logiciel choisi

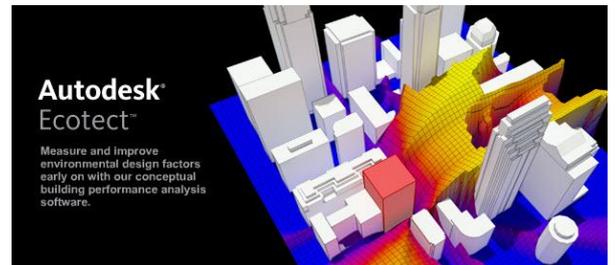
Le logiciel utilisé pour réaliser cette étude est **Ecotect** : c'est un logiciel spécialisé dans la simulation thermique dynamique, il est connu par ses résultats fiables avec un certificat de groupe éditorial multinational **Elsevier**²³.

2.1 Présentation de logiciel Ecotect²⁴

C'est un logiciel de simulation complet qui associe un modeleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. ECOTECT est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. ECOTECT a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design. Le logiciel répond à ceci en fournissant la

Figure 60 l'affiche de logiciel Ecotect

rétroaction visuelle et analytique, guidant progressivement le processus de conception en attendant que les informations plus détaillées soient disponible. Ses sorties étendus rendent également la validation finale de conception beaucoup plus simple en se connectant par interface à Radiance, EnergyPlus et à beaucoup d'autres outils plus spécialisés.



ECOTECT est bon pour enseigner au débutant les concepts importants nécessaires pour la conception efficace de bâtiment.

2.2 Avantages

- Prise en main assez rapide,
- Résultats très visuels (parfaits pour communiquer avec des architectes),
- Bon outil pour la phase esquisse et pour bien orienter la conception,

²³ Elsevier B.V. « est un groupe éditorial, filiale de la multinationale néerlandaise RELX Group. Elsevier, créée en tant que Elsevier's Uitgeversmaatschappij en 1880 par Jacobus George Robbers, est l'un des plus gros éditeurs mondiaux de littérature scientifique ». (source : Wikipédia.com)

²⁴ Source : <http://logiciels.i3er.org/ecotect>



- Nombreuses sorties vers des logiciels plus performants...

2.3 Inconvénients

- Pas de calcul d'équilibre thermique (radiation et convection à chaque pas de temps),
- Pas de ventilation naturelle ni de multizones,
- Très faibles possibilités en chauffage, ventilation et air conditionné...

3. Le processus de la simulation

3.1 Implantation du projet

- Entrer les données climatique de la région, l'orientation, et la situation du projet.
- Modélisation de la 3D du projet.

3.2 La saisie des différents paramètres du projet

- Définir les scénarios de l'occupation de l'espace
- Saisir les différents éléments du projet, les matériaux utilisés, la composition des parois, la taille des ouvertures...
- Définir les zones d'étude.

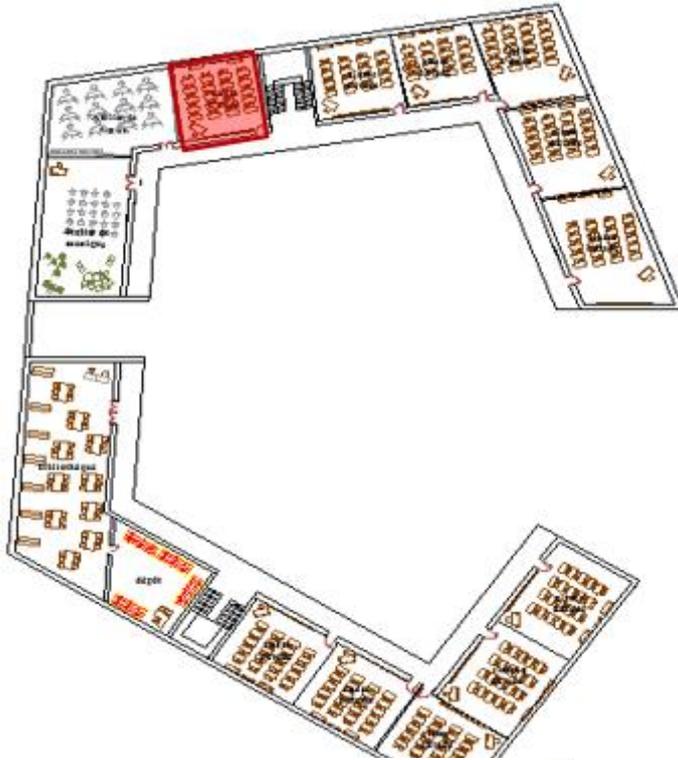
3.3 Analyse des résultats

Sortir avec une synthèse.

Les espaces choisis pour la simulation et les scénarios d'occupation

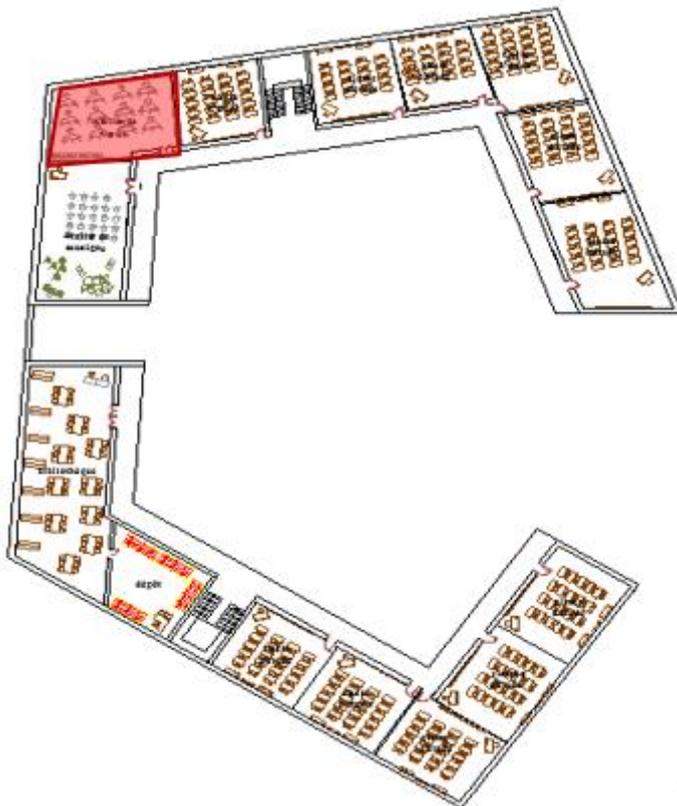


3.4 Classe d'étude



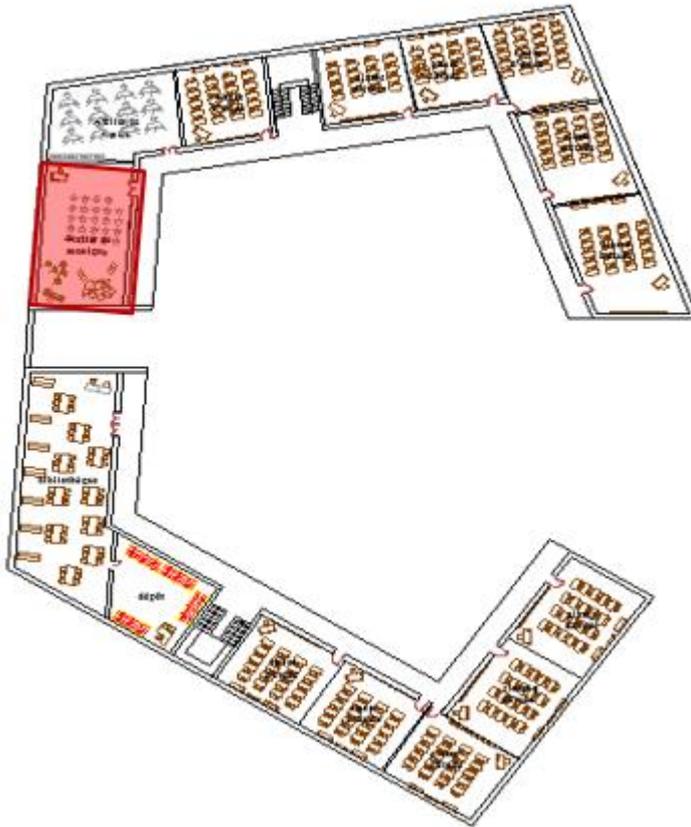
- **Capacité d'occupation** : 25 personnes (24 élèves+ un enseignant).
- **Occupation journalière** : de 8h à 16h.
- **Occupation annuelle** : 9 mois/ an (de septembre- juin).
- **Les matériaux utilisés** : la pierre pour les murs extérieurs, et la brique pour les parois intérieures.
- **La surface des ouvertures** :
Fenêtres = 5.4 m² (1.8 m² x 3)
Porte = 1.9 m².
- **La surface des parois** :
27 m² en brique
73.24 m² en pierre (80.4 – 7.3)
- **La surface de la salle** : 55.66 m².

3.5 Atelier de dessin





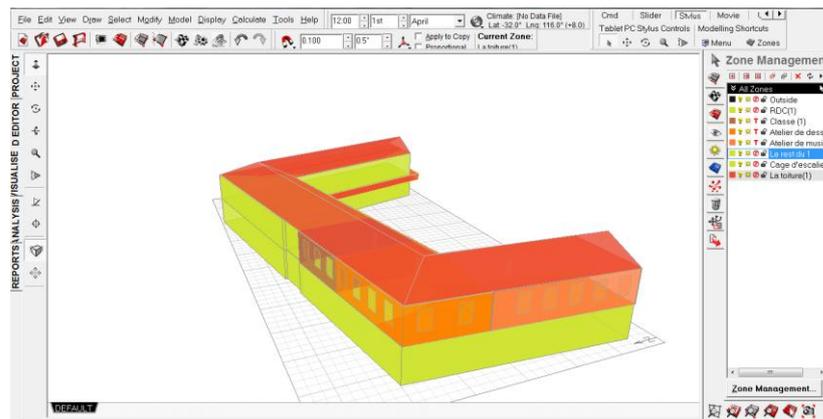
3.6 Atelier de musique

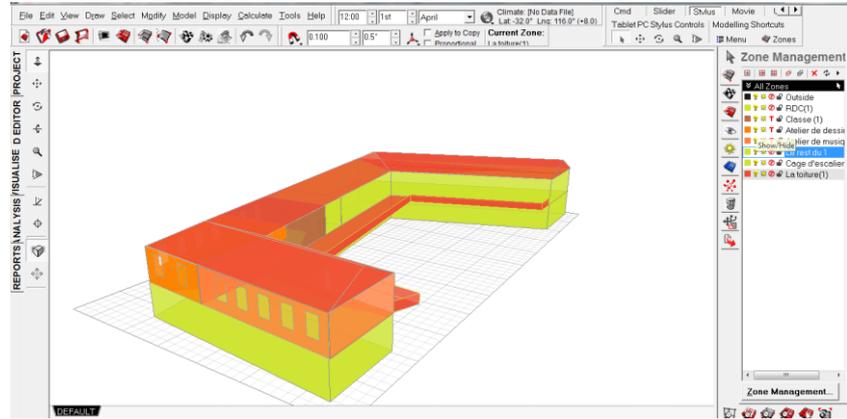


La Procédure de notre simulation thermique dynamique

1. Modélisation du projet

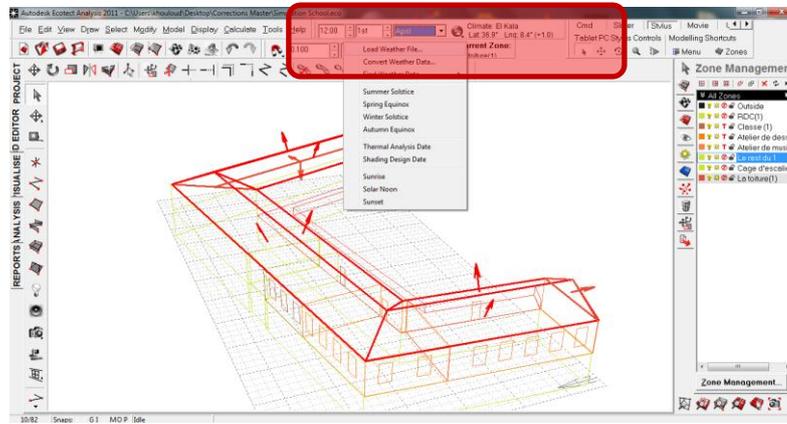
Faire monter le volume de notre projet dans le logiciel Ecotect.





2. La Saisie des données climatiques et géographiques du site

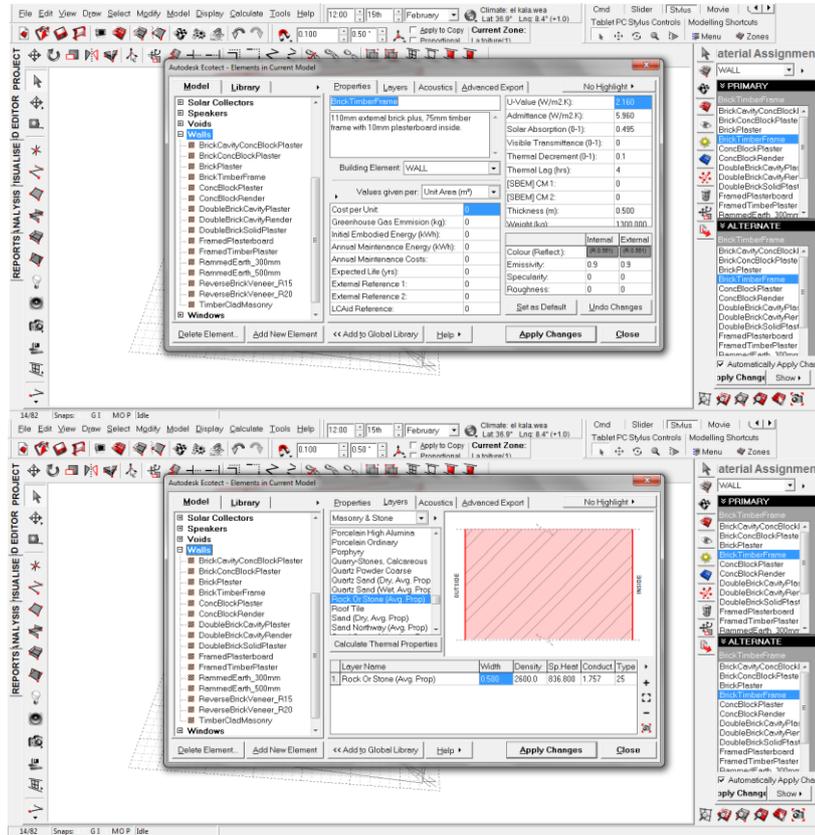
Entrer la localisation du projet et saisir les données climatiques et géographiques générées par Meteonorm 7 sous forme de EPW, et cela par la création d'une station.



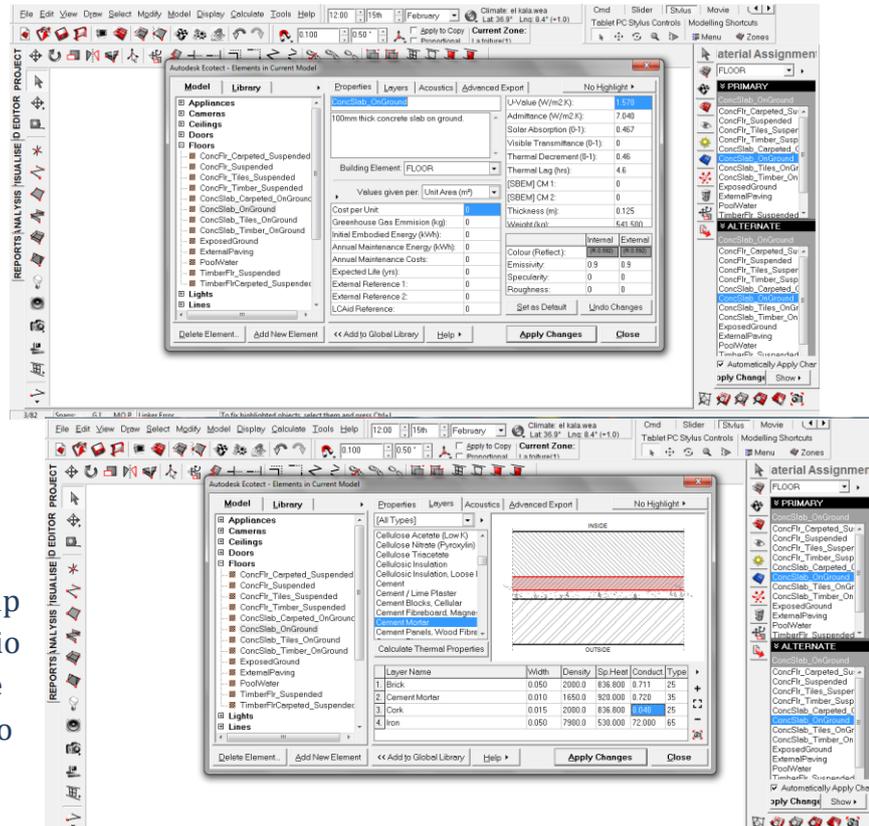


3. Définition des caractéristiques des éléments constructifs

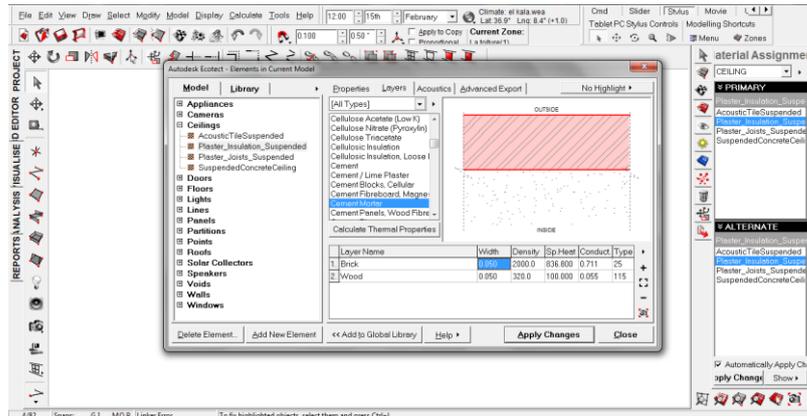
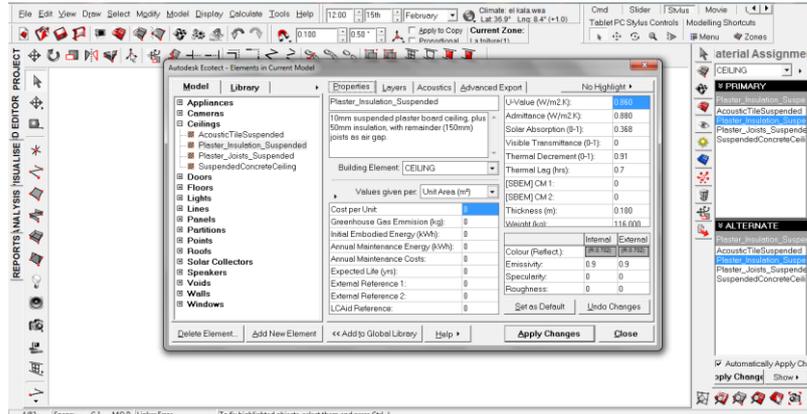
3.1 La composition des murs



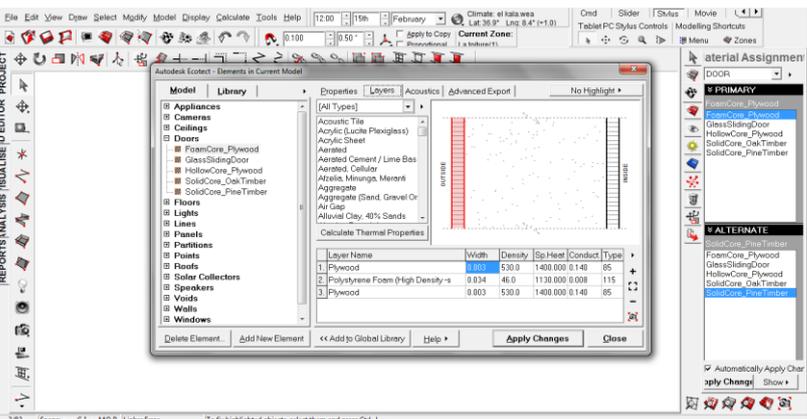
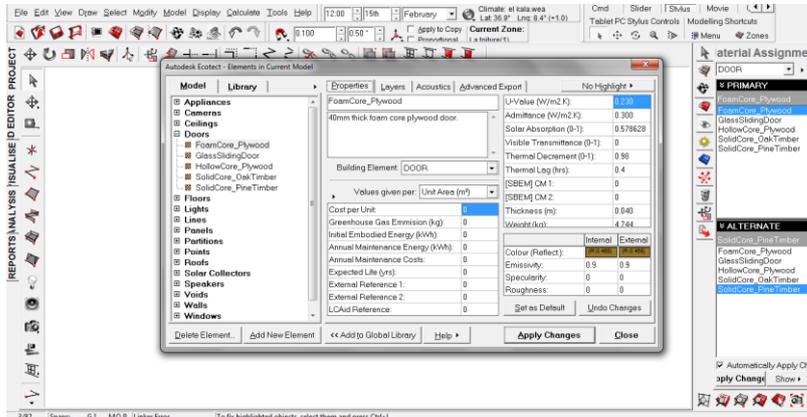
3.2 La composition de plancher



3.3 La composition de plafond

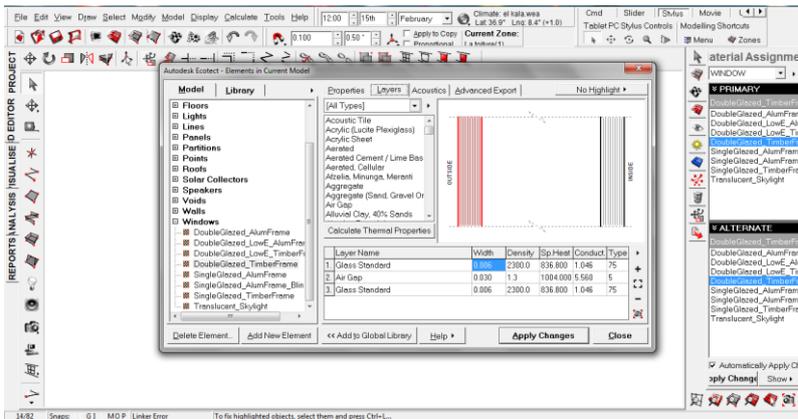
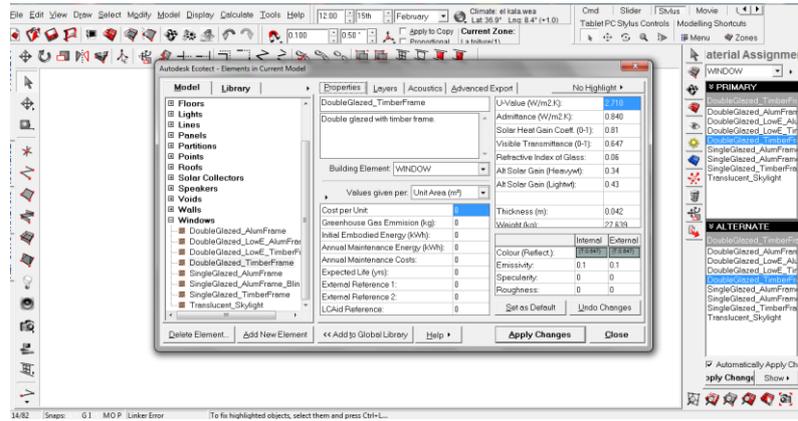


3.4 La composition des portes



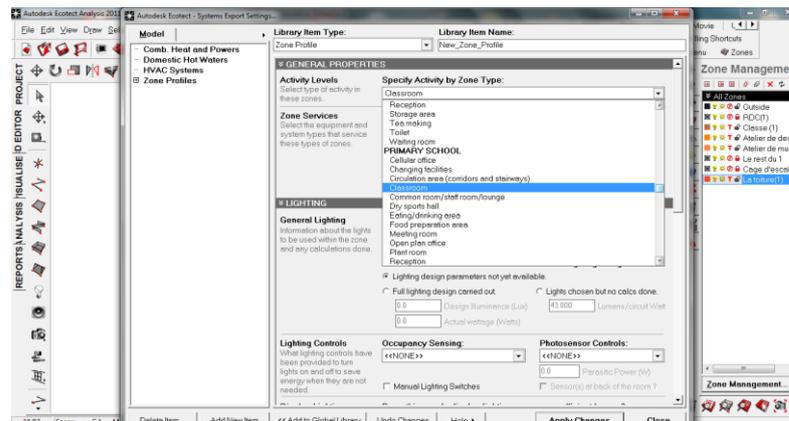


3.5 La composition de la fenêtre

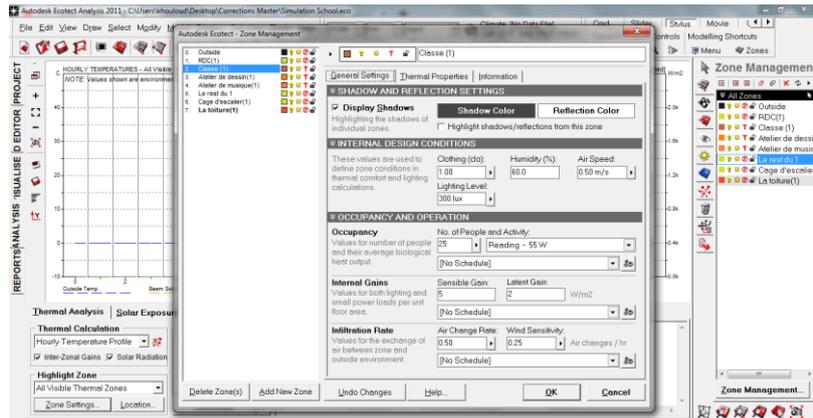


4 Définition des scénarios de l'occupation

Le logiciel Ecotect prend en considération le métabolisme humain des occupants, leurs activités et leurs apports internes. C'est pour cela on a défini les différents scénarios de



l'occupation des espaces.



5 Résultats de la simulation thermique dynamique

Le logiciel Ecotect nous a calculé les besoins en chauffage et en climatisation du projet par mois :

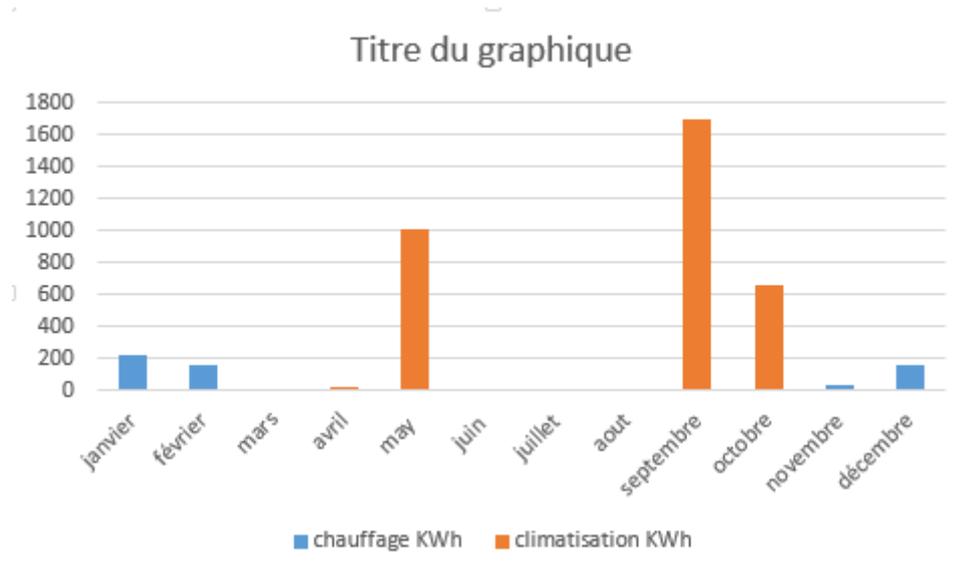
Confort : adabtif- moyenne (± 1.75).

Max chauffage : 10.739 KWh à 8 :00 le 15 février

Max climatisation : 31.289 KWh à 15 :00 le 19 Juin

Mois	Chauffage (Kwh)	Climatisation (Kwh)	Total (KWh)
Janvier	221.938	0.000	221.938
février	159.673	0.000	159.673
Mars	2.327	0.000	48.745
Avril	0.000	20.681	23.008
May	0.000	1012.986	1012.986
Jun			
Juillet			
Aout			
Septembre	0.000	1703.013	1703.013
Octobre	0.000	660.073	660.073
Novembre	30.311	0.000	30.311

Bâtiment non occupé



Décembre	163.329	0.000	163.329
Total	626.323	3396.753	4023.076
Per m²	2.156	11.694	13.85
Surface de plancher m²	290.456		

Figure 61 histogramme des résultats de la simulation: les besoins en chauffage et en climatisation/ mois, source: auteur.

Synthèse de la simulation thermique dynamique

En analysant les résultats de la simulation thermique dynamique de notre projet, on note que :

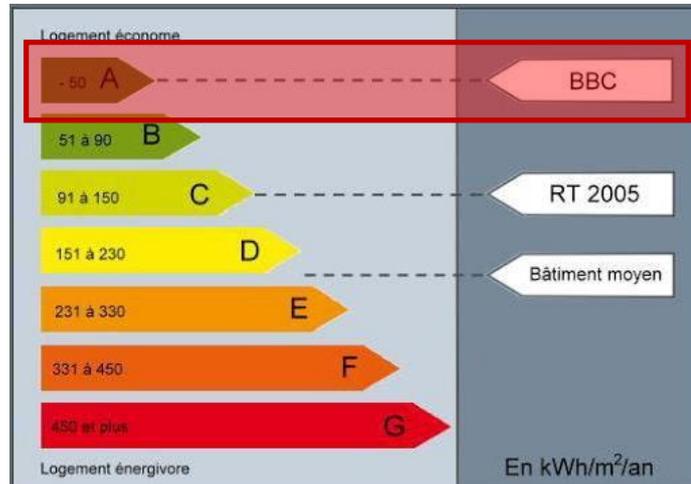
- Les besoins en chauffage sont marqués dans les mois : Janvier, février, Mars, Avril, Novembre et Décembre et leurs valeurs sont variées entre 221.93 kWh et 2.327 kWh.
- Les besoins en climatisation sont marqués dans le reste des mois avec un maximum de 1703.013 kWh et un minimum de 20.681 kWh.
- Les besoins annuels des bâtiments sont de 4023.076 kWh, ceux-ci seront divisés par la surface qui est de 290.456 m² pour obtenir les résultats de 13.85 kWh/m²/an.

Les besoins majeures d'un bâtiment sont généralement ceux du chauffage ainsi que de la climatisation, dans notre cas, ils constituent un chiffre de 13.85 kWh/m. D'autres consommation journalières peuvent s'additionner mais ne devraient pas franchir le cap de 50 kWh/m²/an. De ce fait, on déduira que notre



conception est performante et a répondu aux objectifs énergétiques attendus et nous pouvons donc certifier notre bâtiment à basse consommation **BBC**²⁵.

Le label **BBC** classe notre projet (d'après les résultats saisis) dans l'étiquette énergétique **A**. Cette haute performance énergétique revient à l'utilisation de la pierre, et à sa bonne Inertie thermique et sa faible conductivité.



Conclusion générale

La démarche élaborée dans ce travail présente une alternative urbaine qui se base sur les concepts de l'efficacité énergétique et qui tient à corriger la lisibilité urbaine de la ville d'El Kala et à résorber la rupture urbaine qu'elle connaît.

L'Algérie, ces dernières années, a pris des dispositions sur le plan des textes et s'est engagée à améliorer le cadre de vie pour qu'il se fasse conformément aux mesures de l'efficacité énergétique. Ce qui nous a motivé à prendre en compte ces considérations lors de notre conception. Le choix de la ville d'El Kala était pris principalement parce que cette ville se niche parfaitement dans ce dilemme. Ce qui revient à dire que l'urbanisation dans un espace aussi fragile se fait, comme par tout en Algérie, avec les mêmes instruments et dans la même perspective. C'est celle d'étendre l'espace urbain afin de répondre aux besoins d'une population de plus en plus croissante.

Dans le contexte urbanistique, notre éco-quartier a été intégré à un parcours urbain qui contribue à la résorption de la rupture entre les deux entités par le nombre des activités urbaines qu'il offre.

²⁵ Le sigle BBC signifie « bâtiment basse consommation ». La consommation énergétique globale d'un logement BBC doit être inférieure à 50 kWh d'énergie par an et par m² dans un logement neuf (qualite-logement.org).



En ce qui concerne le contexte énergétique notre conception ne s'est pas limitée à des techniques et à des stratégies standards. En effet, celle-ci s'est focalisée sur des principes reposant sur les concepts de conception bioclimatique, dans ses deux mesures : passive et active, tout en prenant en compte les divers échanges thermiques entre le bâtiment et son environnement. Et ce pour améliorer les conditions de confort et pour réduire les charges liées à la climatisation et au chauffage à fin d'arriver à une école primaire à basse consommation *BBC* et classée dans la *classe énergétique A*.

Pour conclure. Ce travail n'est qu'une prise de conscience et un processus de réflexion qui doit aboutir à une solution quoique discutable et que tout le monde peut développer. Espérant que ce travail a contribué à apporter une attention sur la tendance nouvelle du moment qu'est le *développement durable* et a contribué à sensibiliser et éveiller les esprits en ce qui concerne le secteur de l'énergie et de la préservation de l'environnement dans notre pays.

Ce travail va nous ouvrir la voix devant d'autres perspectives dans le domaine de l'efficacité énergétique dans les établissements scolaires.



Bibliographie

Ouvrages

ALLAIN, Rémy. Morphologie Urbaine, géographie, aménagement et architecture de la ville. Paris : Armand Colin, 2005.

BERNARD, Jaques. Energie solaire, calculs et optimisation. France : ELLIPSES, Aout 2004.

BOUAZOUNI, Omar. Etude socio-économique du PNEK, Projet Régional pour le Développement d'Aires marines et côtières Protégées dans la région de la Méditerranée (MedMPA). El Taref : UNEP, Octobre 2004.

DONTENWILLE, François, HOUCHOT, Alain, ORGANISATION Setec. Concevoir et construire une école primaire, du projet à la réalisation. Paris : Le moniteur, 2013.

EMELIANOLF, Cyria, GALLAND, Jean-Pierre, LACAZE, Jean-Paul, MANESSE, Jaques, NAVARRE, Françoise, SAINT-JULIEN, Thérèse, WACHTER, Serge. Dictionnaire de l'aménagement du territoire, Etat des lieux et prospective. Paris : Belin, mars 2009.

Falk, Antony, Christian, Durschner, Karl-Heinz, Remmersn. Le photovoltaïque pour tous conception et réalisation d'installation. Paris : OObserv'ER , 2010.

RAMADE, Francois. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Paris : DUNOD, octobre 2008.

FRONTIER, Serge, PICHOD-VIALE, Denise, LEPRETRE, Alain, DAVOULT, Dominique, LUCZAK, Christophe. Ecosystèmes structures, fonctionnement, évolution 4^e édition. Paris : DUNOD, Janvier 1991.

GONZALO, Roberto, HABERMANN, Karl. J. Architecture et efficacité énergétique, principe de conception et de construction. Berlin : Birkhauser.



HARBI-HALASSI, Houria. Plan d'Occupation des Sols Vieux centre El Kala. Wilaya El Taref : Direction de l'urbanisme et de la construction, 2009.

HAYET, Nadia. Matériaux et architecture durable. Paris : Dunod.

LARONDE, Rémi. Solutions photovoltaïques dans le bâtiment. Ginger Cated.

MERLIN, Pierre, CHOAY, Françoise. Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement. 2^{ème} édition. Paris : PUF, 2009.

BARBAULT, Robert. Ecologie générale structure et fonctionnement e la biosphère 6^e édition. Paris : DUNOD, juin 2008.

Thèses et rapports de recherches

AKROUM, El hadi. Perspectives de développement écotouristique au parc national d'el kala. Mémoire de magister. Annaba : Université Badji Mokhtar, 2013-2014.

BEN SLAMA, Hanène. Parcours urbains quotidiens L'habitude dans la perception des ambiances. Thèse du doctorat. France : Université pierre MENDES, 2007.

DOUAKH, Mohamed Larbi, FERROUK, Mohamed. Restructuration et requalification de la ville d'El Kala. Mémoire de fin d'études. Alger : EPAU, 2007-2008.

MEZOUARI, Fadila. Le confort thermique dans les ecoles primaires, cas d'études Ecole Ali Ammar à Bordj El Bahri. Mémoire de master. Alger : EPAU, Octobre 2015.

SALAH-SALAH, Hana. Dynamique de l'urbanisation dans un espace littoral protégé, le cas d'El Kala. Mémoire de magister. Annaba : Université Badji Mokhtar.

YOUBI, Ahlem. Politiques publiques et aires protégées paysage –patrimoine, outils de gestion du parc national d'el kala. Mémoire de magister. Annaba : Université Badji Mokhtar, 2008-2009.

Revues et articles scientifiques

OLIVIER, Gilbert. Quelle intégration territoriale des énergies renouvelables participatives ? Etat des lieux et analyse des projets français. Groupement Médiation & Environnement, Étude réalisée pour le compte de l'ADEME, Février 2016.



Sites internet

www.over-blog.com

www.electricite-feront.be

www.energie-cites.eu

www.professionbanlieue.org