

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

**Université de Blida 1**

**Institut d'Architecture et d'Urbanisme**

**Mémoire de MASTER 2**  
**Architecture et Bioclimatique**



**PROJET**

**GROUPEMENT SCOLAIRE**  
**« Eco-quartier El-Djamila – AIN BENIAN »**

**THEME**

Evaluation de l'éclairage naturel dans le confort visuel  
au sein d'un groupement scolaire.

**Réalisé par :**

AIT HAMOU Malek

LARBAOUI M<sup>ed</sup> Abdeslam Abderaouf

**Encadreurs :**

M<sup>me</sup> BOUNAIRA. A

M<sup>me</sup> RAHMANI. Z

M<sup>me</sup> SAKKI. H

**Responsable du Master :**

M<sup>me</sup> MAACHI.I

Année universitaire

2017/2018

# REMERCIEMENTS

*Ce mémoire est le résultat d'un travail de recherche de cinq années universitaires d'apprentissage, qui se sont avérées être une véritable expérience de vie et une base solide de préparation pour le monde professionnel nous attendant à l'avenir.*

*Tout d'abord nous tenons à remercier nos maîtres d'apprentissage, M<sup>me</sup>. BOUNAIRA, M<sup>me</sup> SAKKI & M<sup>me</sup> RAHMANI, pour leur suivi régulier et personnalisé, adapté à notre besoin d'architectes apprentis. Nous les remercions pour l'aide, l'échange, l'accompagnement, l'orientation et le temps consacré à notre égard durant toute l'année universitaire.*

*Nous tenons également à remercier nos parents, en premier lieu de croire en nous, et toute personne ayant participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.*

*AIT HAMOU Malek  
LARBAOUI Raouf*

# DEDICACES

En espérant que ce travail soit un témoignage de mes respects :

**A mes parents**, sans eux je ne serais jamais là où je suis aujourd'hui.

Depuis ma naissance, ils ne cessent jamais de me soutenir, de m'encourager, de créer toute sorte de confort dans ma vie.

En espérant qu'ils seront fiers de moi aujourd'hui.

**A mon frère, à ma sœur**, qui m'ont soutenu par tous les moyens.

**A ma grand-mère**, qui a toujours été fière de moi.

**A toute ma famille.**

Ainsi à mon enseignant de mathématiques au collège **M<sup>r</sup> Mekhaldi**, qui avait prédit que je serais architecte il y'a 10 ans.

**A mes enseignants.**

**A mes amis.**

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, je vous remercie infiniment.

*AIT HAMOU Malek*

# DEDICACES

En espérant que ce travail soit un témoignage de mes respects :

**A mes chers parents**, rien de tout ceci n'aurait été possible sans vous

Ma modeste réussite est avant tout la vôtre. Merci pour le soutien, encouragements et tant de choses que je ne pourrais citer en quelques lignes, en espérant vous rendre fiers aujourd'hui.

**A mon petit frère, à ma petite sœur**, j'espère que ce modeste travail sera suivi de magnifiques projets et de réussites pour vous deux.

**A ma grand-mère paternel**, décédée il y a quelques mois, que Dieu t'accueille dans son vaste paradis Inchallah. J'aurais tellement aimé partager cette réussite avec toi.

**A mon grand-père**, merci d'avoir cru en moi.

**A ma grand-mère maternel**, ma plus grande source de motivations et de joies. Merci de me faire sentir aussi important et aussi fort.

**A toute ma famille.**

**A mes enseignants.**

**A mes amis.**

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, je vous remercie infiniment.

*LARBAOUI Raouf*

## Résumé

Le but de notre recherche est de concevoir un groupement scolaire, suivant les paramètres d'un éco-quartier à AIN BENIAN. Nous avons tenté d'optimiser le confort visuel dans un bâtiment scolaire, en se basant sur la lumière naturelle comme source unique, et cela à travers deux paramètres : orientation et ouvertures.

Les résultats ont montré que, grâce aux normes de références du ministère, on peut dimensionner une fenêtre adéquate pour attirer le plus grand taux d'éclairage nécessaire dans une classe de cours. Grâce aux mêmes normes nous avons pu adapter le nombre de fenêtres adéquates pour assurer un confort visuel au sein d'une classe de cours.

Nous avons constaté que le taux d'éclairage dans la classe de cours varient selon la superficie de cette dernière et selon l'orientation.

Mots clefs : Groupement scolaire – Eco-quartier – Confort visuel – Lumière naturelle

## Abstract

The purpose of our research is to design a school group (or a school complex), following the parameters of an eco-district/neighborhood in ain benian. We have tried to optimize visual comfort in a school building, relying on natural lighting as the unique light source. This has been done through two main parameters: orientation and opening.

The results have shown that thanks to the minister norms, we can adequately size a window to attract the highest luminosity rate needed in a classroom. Thanks to the same norms, we have adapted the most suitable windows' number to ensure the visual comfort inside a classroom.

We have come to the conclusion that the amount of light in a classroom varies according to both the surface and the orientation of the latter.

Key words: school group/school complex - eco-district/neighborhood- visual comfort - natural light/lightening

## ملخص

الغرض من بحثنا هو تصميم مجمع مدرسي، باتباع معالم المنطقة البيئية في عين بنيان. لقد حاولنا تحسين الراحة البصرية في مبنى مدرسي، استناداً إلى الضوء الطبيعي كمصدر وحيد، من خلال معلمين: التوجيه والفتحات.

وأظهرت النتائج أنه، استناداً بمعايير وزارية، يمكننا أن نصمم نافذة مناسبة لجذب أعلى مستوى من الإضاءة المطلوبة. وبفضل نفس المعايير، تمكنا من تكيف عدد النوافذ لضمان الراحة البصرية داخل قسم.

وجدنا أن معدل الإضاءة في القسم طبعاً يختلف حسب مساحة هذا الأخير ووفقاً للتوجيه.

كلمات البحث: مجمع مدرسي – حي إيكولوجي - الراحة البصرية - الضوء الطبيعي

## Présentation de l'Atelier BioConcept

Aujourd'hui, la conception des bâtiments, l'architecture et le projet urbain, considérés comme l'art de bâtir, ne peuvent ignorer la problématique environnementale. Dans un contexte global de réchauffement climatique, l'architecte est appelé plus que jamais de tenir compte des trois grands domaines qui définissent l'environnement : l'espace, les ressources et les conditions de vie. Dans ce sens, la compréhension des phénomènes physiques de base liés au climat est indissociable du processus de conception de tout projet architectural ou urbain.

Dans le cadre de l'atelier BioConcept, inscrit dans le Master « ArchiBio » qui regroupe deux années de formation complémentaires, la réflexion ne s'est pas limitée à l'étude des relations entre l'extérieur et l'intérieur d'un bâtiment. La morphologie « intime » de ce dernier est elle-même impliquée. Une approche par le *développement durable urbain* à travers la conception d'un *Eco-quartier* pendant la première année de formation a permis de mieux appréhender la relation qui existe entre le bâtiment et son environnement naturel et artificiel. Cette approche a permis une meilleure insertion architecturale dans un contexte urbain complexe.

Durant la seconde année de formation, il a été question d'appliquer les concepts d'architecture bioclimatique sur la base d'une philosophie de relations entre nature et architecture à l'échelle du bâtiment. L'enjeu était d'intégrer des dispositifs architecturaux qui trouvent leur pertinence dans le juste équilibre entre leur performance et leur participation à la composition du projet. Contrairement aux dispositifs techniques, dont la seule fonction est contenue dans leur appellation et qui sont souvent plaqués sur l'architecture, ont été favorisés les dispositifs architecturaux dits « de contrôle des ambiances » ceux qui, au-delà de leur valeur technique, renferment également une valeur d'usage et une valeur esthétique, et font à ce titre partie intégrante de l'architecture. Néanmoins, les évaluations environnementales qui viennent consolider cette démarche laissent voir que le recours aux dispositifs techniques est dans la majorité de situations reste inévitable afin d'atteindre un niveau de performance énergétique adéquat.

Les projets qui ont été conçus dans le cadre de cet atelier témoignent de la difficulté et de la complexité de l'exercice qui est de prendre en compte réellement la problématique environnementale dans la conception architecturale. Quoi qu'il en soit, l'objectif pédagogique de l'atelier vise justement à mieux comprendre cette complexité. De l'architecture bioclimatique au développement urbain durable, en passant par les questions énergétiques et environnementales, il a été question de saisir l'évolution de cette problématique en tenant compte du changement d'échelle et des enjeux qui gravitent autour.

**L'équipe pédagogique**

**« Atelier BioConcept »**

# SOMMAIRE

## CHAPITRE INTRODUCTIF

	Introduction générale	14
1.	Motivation du choix de l'objet de recherche	15
2.	Problématique	15
3.	Hypothèse	17
4.	Objectifs	17
5.	Méthodologie de travail	18

## CHAPITRE 1 : ETAT DE L'ART

	Introduction	19
<b>I.</b>	<b>ETAT DE CONAISSANCES LIEES A L'ECO-QUARTIER</b>	<b>19</b>
I.1.	<b>Le développement durable dans le bâtiment</b>	<b>19</b>
I.2.	<b>L'éco-quartier</b>	<b>20</b>
I.2.1.	Définition de l'éco-quartier	20
I.2.2.	Evolution de l'éco-quartier	20
I.2.3.	Objectifs de l'éco-quartier	21
I.2.4.	Engagements de l'éco-quartier	22
I.2.5.	Les chartes d'éco-quartier	24
I.2.6.	Principes de l'éco-quartier	25
I.2.7.	Critères de l'éco-quartier	25
<b>II.</b>	<b>APPROCHE THEMATIQUE : LA NOTION DE CONFORT VISUEL</b>	<b>26</b>
II.1.	Notion de confort en architecture	26
II.2.	Confort visuel	27
II.2.1.	Définition du confort visuel	27
II.2.2.	Paramètres du confort visuel	27
II.3.	La lumière naturelle dans le bâtiment	30
II.3.1.	Définition de la lumière naturelle	30

II.3.2.	Source de la lumière naturelle	30
II.3.3.	Stratégie de la lumière naturelle	31
<b>III.</b>	<b>APPROCHE THEMATIQUE : L'ECOLE</b>	<b>34</b>
III.1.	Définitions	34
III.2.	Evolution de l'école à travers le temps	35
III.3.	Les différentes typologies	35
III.4.	Les exigences du bon fonctionnement	36
III.4.1	Confort	36
III.4.2	Fonctions	37
III.4.3	Sécurité	38
<b>IV.</b>	<b>PROBLEMATIQUE DU CONFORT VISUEL DANS LES ETABLISSEMENT SCOLAIRES ALGERIENS</b>	<b>39</b>
IV.1.	Constat sur l'état actuel	39
IV.2.	Synthèse	40
IV.3.	Recommandations	40
<b>V.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>40</b>

## **CHAPITRE 2 : ELABORATION DU PROJET**

	<b>INTRODUCTION</b>	<b>41</b>
<b>I.</b>	<b>PHASE ANALYTIQUE</b>	<b>41</b>
I.1.	Présentation de la ville	41
I.2.	Situation de la ville	41
I.3.	Situation du site d'intervention	43
I.4.	Accessibilités	44
I.4.1.	Accessibilité de la ville	44
I.4.2.	Accessibilité au site	43
I.5.	Evolution de la ville	46
I.6.	Analyse de l'environnement naturel	48
I.6.1.	Températures	48
I.6.2.	Précipitation	49
I.6.3.	Ensoleillement	49
I.6.4.	Humidité	50
I.6.5.	Vents	50
I.6.6.	Etude morphologique	51

I.7.	Analyse de l'environnement artificiel	52
I.7.1.	Système viaire	52
I.7.2.	Système parcellaire	54
I.7.3.	Bâti avoisinant	56
I.7.4.	Système non-bâti	57
<b>II.</b>	<b>PHASE CONCEPTUELLE</b>	<b>58</b>
II.1.	Conception a l'échelle du quartier	58
II.1.1.	Stratégie d'aménagement de l'Eco-quartier	58
II.1.2.	Vérification du confort de l'Eco-quartier	64
II.1.3.	Démarches bioclimatiques de l'Eco-quartier	67
II.2.	Conception du projet : Groupement scolaire	69
II.2.1.	Présentation du projet	69
II.2.2.	Le choix du projet	69
II.2.3.	Principes organisationnels	70
II.2.4.	Genèse du projet	71
II.2.5.	Approche bioclimatique	74
II.2.6.	Système constructif	77
<b>III.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>78</b>

## **CHAPITRE 3 : EVALUATION ENVIRONNEMENTALE**

	<b>INTRODUCTION</b>	<b>79</b>
<b>I.</b>	<b>PRESENTATION DE LA STD</b>	<b>79</b>
I.1.	Présentation du cas d'étude	79
I.2.	Présentation du logiciel Dialux-evo	80
I.3.	Normes & références	80
<b>II.</b>	<b>SIMULATION</b>	<b>81</b>
II.1.	Processus de simulation d'éclairage avec Dialux-evo	81
II.1.1.	Interface d'accueil du logiciel Dialux-evo	81
II.1.2.	Planification de la pièce	81
II.1.3.	Modélisation de la pièce	81
II.1.4.	Interface lumière du logiciel Dialux-evo	82

II.2.	Processus de simulation d'éclairage avec Dialux-evo du projet	83
II.3.	Méthode de simulation pour une classe de cours	83
II.4.	Exemple de simulation a l'aide du logiciel Dialux-evo	83
II.5.	Résultats des simulations	84
II.6.	Résultats de l'exemple de simulation	84
II.7.	Résultats généraux	84
II.8.	Interprétation des résultats obtenus	84
<b>III.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>85</b>

<b>CONCLUSION GENERALE</b>
----------------------------

<b>86</b>
-----------

# Listes des figures

Figure 01 : Schéma de la démarche méthodologique et structuration du mémoire .....	18
Figure 02 : Les trois piliers du développement durable .....	19
Figure 03 : Schéma de différents types de confort.....	26
Figure 04 : Critères du confort visuel .....	27
Figure 05 : Les trois composantes de la lumière naturelle .....	28
Figure 06 : Les dimensions de l'ouverture .....	32
Figure 07 : L'influence de la forme de l'ouverture.....	32
Figure 08 : Toile tendue intérieure.....	33
Figure 09 : Impact de la végétation .....	33
Figure 10 : Film permanent .....	33
Figure 11 : Auvents .....	33
Figure 12 : Stores.....	33
Figure 13 : Contrôler la lumière .....	33
Figure 14 : Plan de la salle .....	39
Figure 15 : La ville de Ain Benian dans la région .....	41
Figure 16 : La ville de Ain Benian dans la wilaya d'Alger .....	42
Figure 17 : Carte des quartiers d'Ain Benian .....	42
Figure 18 : Localisation du site d'intervention .....	43
Figure 19 : Vue sur le site d'intervention .....	43
Figure 20 : Accessibilité de la ville de Ain Benian.....	44
Figure 21 : Carte des voies et des nœuds d'Ain Benian .....	44
Figure 22 : Localisation des accès au site d'intervention .....	45
Figure 23 : Carte de Ain Benian 1853 .....	46
Figure 24 : Carte de Ain Benian 1869 .....	46
Figure 25 : Carte de Ain Benian 1910 .....	46
Figure 26 : Carte de Ain Benian 1932 .....	47
Figure 27 : Carte de Ain Benian 1962 .....	47
Figure 28 : Carte de Ain Benian après 1962 .....	47
Figure 29 : Situation de la ville par rapport à Alger-centre .....	48
Figure 30 : Hôtel de la ville .....	48
Figure 31 : Plage Ain Benian .....	48
Figure 32 : Tableau montrant les températures moyennes de la ville au cours de l'année .....	48
Figure 33 : Tableau montrant les précipitations moyennes de la ville au cours de l'année .....	49
Figure 34 : Tableau montrant les heures d'ensoleillement de la ville au cours de l'année .....	49
Figure 35 : Tableau montrant le taux d'humidité de de la ville au cours de l'année .....	50
Figure 36 : La rose des vents de Ain Benian au cours de l'année.....	50
Figure 37 : La vitesse des vents de Ain Benian au cours de l'année .....	51
Figure 38 : Situation et caractéristiques du terrain .....	51

Figure 39 : Coupe transversale du terrain (côté Ouest).....	52
Figure 40 : Coupe transversale du terrain (coté Est) .....	52
Figure 41 : Voiries à l'échelle du quartier .....	52
Figure 42 : Environnement immédiat du site d'intervention .....	56
Figure 43 : Environnement immédiat du site d'intervention .....	56
Figure 44 : Carte des éléments non-bâti .....	57
Figure 45 : Schéma de l'élaboration de l'axe articulateur .....	59
Figure 46 : Schéma de détermination des accès au site .....	59
Figure 47 : Vue aérienne du quartier .....	60
Figure 48 : Vue sur le quartier 500 lg.....	60
Figure 49 : Plage l'ilot.....	60
Figure 50 : Vue le port d'El-Djamila .....	60
Figure 51 : Vue sur le boulevard Saidi Rabah .....	60
Figure 52 : Schémas d'organisation des entités de l'éco-quartier .....	61
Figure 53 : Schémas de désignation des voies en 3D de l'éco-quartier .....	61
Figure 54 : Schémas de désignation des voies en 3D de l'éco-quartier.....	61
Figure 55 : Schémas de synthèse des voies de l'éco-quartier .....	62
Figure 56 : Schémas des voies de l'éco-quartier .....	62
Figure 57 : Schémas des voies piétonnes de l'éco-quartier .....	62
Figure 58 : Coupe schématique du grand boulevard de l'éco-quartier .....	63
Figure 59 : Coupe schématique des voies mécaniques de l'éco-quartier.....	63
Figure 60 : Coupe schématique des voies piétonnes de l'éco-quartier .....	63
Figure 61 : Simulation de l'humidité .....	65
Figure 62 : Simulation de l'humidité .....	65
Figure 63 : Simulation de l'humidité .....	65
Figure 64 : Simulation de l'humidité .....	65
Figure 65 : Simulation des températures .....	65
Figure 66 : Simulation des températures .....	65
Figure 67 : Simulation des températures .....	65
Figure 68 : Simulation des températures .....	65
Figure 69 : Simulation des vents .....	66
Figure 70 : Simulation des vents .....	66
Figure 71 : Simulation des vents .....	66
Figure 72 : Simulation des vents .....	66
Figure 73 : Simulation de l'ensoleillement .....	66
Figure 74 : Localisation du site d'intervention dans la région .....	67
Figure 75 : Localisation du site d'intervention .....	67
Figure 76 : Localisation des stations de bus .....	67
Figure 77 : Coupe schématique sur la voie de l'EQ .....	67
Figure 78 : Schéma de récupération des eaux pluviales .....	67
Figure 79 : Plan de mass d'un ilot de l'éco-quartier.....	67

Figure 80 : Plan de mass de l'éco-quartier .....	68
Figure 81 : Localisation de la parcelle dédiée au groupement scolaire .....	69
Figure 82 : Caractéristiques de la parcelle.....	69
Figure 83 : Schéma d'organisation général .....	70
Figure 84 : Schéma d'organisation RDC .....	70
Figure 85 : Schéma d'organisation niveau 1 .....	70
Figure 86 : Schéma d'organisation niveau 2 .....	70
Figure 87 : Schéma d'affectation du bâti et non-bâti.....	71
Figure 88 : Schéma du bâti .....	71
Figure 89 : Œuf brisé (Cocon) .....	71
Figure 90 : Schéma de détermination de la géométrie utilisé pour la fragmentation .....	71
Figure 91 : Schéma de détermination de la fragmentation .....	71
Figure 92 : Schéma de détermination de la fragmentation .....	72
Figure 93 : Schéma de détermination de différents accès .....	72
Figure 94 : Schéma de l'élément central (administration) .....	72
Figure 95 : Schéma synthèse générale .....	72
Figure 96 : Schéma de détermination de la géométrie utilisé pour la fragmentation de la façade EST .....	73
Figure 97 : Schéma synthèse de la forme de la façade EST .....	73
Figure 98 : Adaptation des ouvertures sur de la façade EST .....	73
Figure 99 : Schéma de détermination de la géométrie utilisé pour la fragmentation de la façade OUEST .....	73
Figure 100 : Schéma synthèse de la forme de la façade OUEST .....	74
Figure 101 : Adaptation des ouvertures sur de la façade OUEST .....	74
Figure 102 : Plan de masse de l'EQ.....	74
Figure 103 : Vu en 3D Sud du projet .....	75
Figure 104 : Vu en plan du projet.....	75
Figure 105 : Vu en 3D du projet.....	75
Figure 106 : Vu en 3D du projet.....	75
Figure 107 : Circuit d'écoulement des eaux pluviales sur le projet.....	76
Figure 108 : Les fenêtres des salles de classes.....	76
Figure 108 : Vue en 3D sur la bibliothèque.....	76
Figure 109 : Système de bardage adapté.....	76
Figure 110 : Matériaux utilisés dans l'aménagements extérieurs .....	77
Figure 111 : Plancher caisson .....	77
Figure 112 : Plan de structure du projet.....	77
Figure 113 : Schémas du cas d'études de simulation.....	79
Figure 114 : Interface du logiciel dialux-evo.....	81
Figure 115 : Interface du logiciel dialux-evo.....	81
Figure 116 : Interface du logiciel dialux-evo.....	81
Figure 117 : Interface du logiciel dialux-evo.....	81
Figure 118 : Interface du logiciel dialux-evo.....	81
Figure 119 : Interface du logiciel dialux-evo.....	81

Figure 120 : Interface du logiciel dialux-evo.....	82
Figure 121 : Interface du logiciel dialux-evo.....	82
Figure 122 : Résultat du logiciel dialux-evo.....	82
Figure 123 : Résultat du logiciel dialux-evo.....	82
Figure 124 : Exemple de modélisation et aménagement d'une classe de préscolaire.....	83
Figure 125 : Exemple de modélisation et aménagement d'une classe de primaire.....	83
Figure 126 : Interface du logiciel Dialux-evo.....	83
Figure 127 : Interface du logiciel Dialux-evo.....	83
Figure 128 : Taux d'éclairage moyen de classe, en fonction de temps.....	84
Figure 129 : Résultats de taux d'éclairage moyen des classes, en fonction de temps .....	84
Figure 130 : Résultats de taux d'éclairage moyen des classes, en fonction de temps .....	84

## Liste des tableaux

Tableau 01 : Evolution des éco-quartier à travers le temps .....	20
Tableau 02 : Principes de l'éco-quartier .....	25
Tableau 03 : Différents types de protection.....	33
Tableau 04 : Définitions glossaires du champ « Ecole ».....	34
Tableau 05 : Exigences de confort de l'école .....	37
Tableau 06 : Exigences fonctionnelles de l'école .....	38
Tableau 07 : Exigences de sécurité de l'école .....	38
Tableau 08 : Graphe de niveau d'éclairage moyen par heure dans la salle .....	39
Tableau 09 : Les atouts de la ville de Ain Benian .....	48
Tableau 10 : Statuts des voiries à l'échelle du quartier.....	53
Tableau 11 : Définition des systèmes viaires à l'échelle du quartier .....	54
Tableau 12 : Définition du système parcellaire à l'échelle du quartier .....	55
Tableau 13 : Définition des manques de la ville .....	56
Tableau 14 : Définition du programme de l'éco-quartier .....	58
Tableau 15 : Surfaces des entités bâties de l'éco-quartier .....	68
Tableau 16 : Schéma d'organisation des espaces du groupement scolaire .....	70
Tableau 17 : Taux d'éclairage moyen de classe, en fonction de temps .....	84

## INTRODUCTION GENERALE

L'architecture est l'art d'imaginer, de concevoir et de réaliser des édifices. L'architecture introduit aussi l'art dans la plupart des constructions que l'humanité a pu réaliser qu'elles soient habitables ou utilitaires, monumentales ou vernaculaires, religieuses ou militaires, etc.

L'architecture actuelle ajoute à une conception technique de la construction, des objectifs esthétiques, sociaux et environnementaux liés à la fonction du bâtiment et à son intégration dans son environnement.

La conception architecturale dans le cadre du développement durable exige une considération et une valorisation de plus en plus importante d'éléments naturels. Dans ce contexte, la lumière naturelle se présente comme un matériau à part entière qui allie à la fois technicité et art. Génératrice de confort pour les occupants au premier lieu, l'utilisation de la lumière naturelle est aujourd'hui plus que jamais plébiscitée par les acteurs du bâtiment mais aussi de l'urbain. En effet, dans un contexte global de réchauffement climatique que le phénomène d'urbanisation tend à accentuer, l'utilisation de l'éclairage naturel est devenue une condition *sine qua non* de tout projet architectural qui aspire à la durabilité.

Ce travail est essentiellement axé sur la notion de confort sous le prisme de l'éclairage naturel. Dans un souci de maîtrise et de pertinence, nous nous limitons à l'importance de l'éclairage naturel dans les établissements éducatifs. Dans ce secteur, les enjeux liés à la lumière naturelle sont nombreux notamment en ce qui concerne la performance en éclairage naturel en termes de quantité et de qualité. Si la maîtrise de ces éléments est aujourd'hui observée de par le monde, leur utilisation dans le contexte algérien fait à ce jour défaut.

En effet, après l'indépendance, l'Algérie a connu une urbanisation accélérée et une croissance démographique très élevée, qui a causé des problèmes sociaux dans tous les domaines : le secteur éducatif n'y échappe pas.

L'Etat algérien a essayé de répondre aux exigences démographiques en créant grand nombre d'établissements éducatifs sans prendre en considération le caractère social, les besoins et les normes de ces établissements. Le nombre des élèves et étudiants est souvent démesuré, les bâtiments sont peu ensoleillés, emplacement inadéquats....

Les conséquences de cela :

- Un rendement assez faible des élèves.
- Conception architecturale qui ne prend pas en charge le confort visuel

Donc, notre souci est l'intégration de la lumière naturelle au niveau de notre projet, afin de rendre vivable l'intérieure de nos espaces.

## **1. MOTIVATION DU CHOIX DE L'OBJET DE RECHERCHE**

Nous pouvons constater d'une part l'urgence et la nécessité de (re)considérer l'architecture dans le secteur de l'éducation en Algérie. En effet, la forte proportion de jeunes dans de la population algérienne (L'Algérie est le 2<sup>em</sup> pays le plus jeune au Maghreb, derrière la Mauritanie, avec une moyenne des âges qui s'élève à 27,3 ans en 2014 selon le site d'informations américain Global Post, 2014) exige une prise en charge et une formation de qualité qui doit commencer par l'offre d'un environnement de formation de qualité. Or, la notion de confort semble être complètement occultée dans le processus de conception des équipements éducatifs.

D'autre part, l'éducation joue un rôle déterminant dans le développement des sociétés : *« L'éducation est un moyen de donner aux enfants comme aux adultes la possibilité de devenir participants actifs de la transformation des sociétés dans lesquelles ils vivent »*<sup>1</sup>. L'importance de l'école dans la relation humaine et son rôle d'éducation et d'intégration devient dès lors incontestable. En effet, L'école à une grande importance dans les sociétés modernes qui lui accordent un rôle d'agent de socialisation - c'est le partenaire majeur de la préparation des acteurs de demain.

A partir de ce constat, nous avons choisi de nous intéresser aux groupements scolaires qui représentent un maillon déterminant dans la formation de toute société.

## **2. PROBLEMATIQUE**

L'Algérie fait partie des pays en développement dont le rendement des élèves reste relativement faible. En dépit des efforts engagés en vue d'améliorer en partie la qualité des apprentissages, les résultats des enquêtes internationales et nationales révèlent de faibles rendement des acquis. Il est important de faire attention à l'environnement physique à l'école et tous les biens appartenant à l'école.

Depuis une vingtaine d'années, les systèmes d'enseignement de très nombreux pays sont engagés dans des transformations profondes de leurs politiques éducatives. Dans la foulée d'une promotion

---

<sup>1</sup> Organisation des Nations Unis, 2017

de l'autonomie des établissements scolaires. L'éducation doit se transformer "radicalement" pour relever les défis auxquels l'humanité est confrontée, particulièrement en matière d'environnement, estime un rapport de l'Unesco.

Intégrer l'environnement dans les programmes scolaires. "En matière d'environnement, il faut changer notre manière de regarder l'éducation"<sup>2</sup>, porte-parole de l'Unesco à Paris. L'organisation insiste sur la nécessité d'une "alphabétisation écologique", c'est-à-dire une intégration de l'apprentissage des problématiques environnementales dans les systèmes éducatifs.

Les programmes scolaires de la moitié des pays du monde ne mentionnent pas explicitement le changement climatique dans leur contenu, souligne le rapport intitulé "L'éducation au service des peuples et de la planète".

Après le logement, les écoles sont les lieux de vie que les enfants fréquentent le plus. Or, la qualité de l'air intérieur et le confort des salles de classe dans les établissements scolaires présentent des caractéristiques spécifiques qui pourraient avoir une incidence sur la santé, l'absentéisme et les capacités d'apprentissage des enfants.

Une enquête portant sur l'impact de l'environnement scolaire sur les enfants a révélé que la qualité des conditions d'éclairage naturel dans les salles de classe a un impact majeur sur les performances scolaires des élèves. Au vu de ces résultats, on est convaincu qu'au-delà de l'efficacité énergétique, l'amélioration de l'éclairage naturel doit devenir une priorité pour les pouvoirs publics.

Une étude menée en France par l'Université Pierre-et-Marie-Curie & l'Institut national de la santé et de la recherche médicale), a révélé que l'importance de la surface vitrée (déterminée par le ratio entre la surface des vitrages et la surface au sol) d'une salle de classe a un impact majeur sur les performances des élèves. Les scientifiques en ont conclu que les élèves travaillant dans des salles dotées de plus grandes fenêtres obtenaient des résultats 15% supérieurs aux tests de mathématiques et de logique, en raison de l'abondance de lumière naturelle et d'un sentiment « de confinement » réduit.

Pour assurer un confort visuel optimal, il faut veiller à ce que la lumière soit suffisante et de bonne qualité, et qu'elle soit réglable en fonction des besoins. La lumière du jour bien exploitée est

---

<sup>2</sup> D'après « Nihan Koseleci Blanchy »,

irremplaçable. Rien n'est comparable ni ne procure un tel sentiment de bien-être que la lumière du jour.

Nous partons du postulat que l'architecture peut contribuer à améliorer le rendement des élèves à travers une conception spécifique bioclimatique adaptée, qui répond aux normes du confort visuel, pour cela les questions qui se posent :

- **Comment optimiser le confort visuel dans un bâtiment scolaire à travers la lumière naturelle ?**
- **Quelle stratégie à suivre pour assurer le confort visuel ?**

### **3. HYPOTHESE**

Afin de répondre à la problématique posée, nous avons émis les hypothèses suivantes :

- L'architecture en elle-même ne peut pas participer au développement de la performance des élèves, mais elle peut y contribuer en apportant un degré de confort visuel.
- L'orientation assure un apport de lumière naturelle dans les classes.
- Les orientations Est et Sud assurent un meilleur apport en lumière naturelle dans les classes.
- La luminance peut être gérée par le ratio, le type et le nombre d'ouvertures.

### **4. OBJECTIFS**

Les objectifs de notre travail sont les suivants :

- Concevoir un groupement scolaire qui s'inscrit dans une logique d'Eco quartier et qui s'adapte au contexte urbain du site.
- Assurer le confort visuel des usagers de manière naturelle en utilisant le moins possible l'éclairage artificiel.

## 5. METHODOLOGIE DU TRAVAIL

La méthodologie suivie dans l'élaboration de ce travail s'articule autour de trois phases distinctes mais complémentaires qui se présentent sous forme de trois chapitres :

1. **Chapitre 1 Compréhension des concepts relatifs au thème de recherche :** qui a pour objectif de mieux cerner le thème de recherche à travers les concepts de « confort visuel » et « éclairage naturel » et l'importance de leur prise en compte dans la conception des établissements scolaires. Cette partie du travail est élaborée sur la base d'une recherche bibliographique.
2. **Chapitre 2 Conception urbaine et architecturale :** cette partie illustre dans un premier temps la stratégie urbaine adoptée dans la conception d'un Eco-quartier à Ain Benian (Ouest d'Alger). La démarche suivie s'appuie à la fois sur la dimension bioclimatique mais aussi écologique à l'échelle urbaine, et cela dans le cadre d'un développement urbain durable. Après avoir abouti à un aménagement urbain adéquat, nous passerons à la conception du projet de groupement scolaire en tenant compte des acquis et recommandations du premier chapitre.
3. **Chapitre 3 les simulations :** dans ce chapitre nous passons à la simulation du taux d'ensoleillement sur les différentes façades pour créer des ouvertures adéquates pour le confort visuel **dans les classes** à l'aide des logiciels DIALUX & 3DS Max.

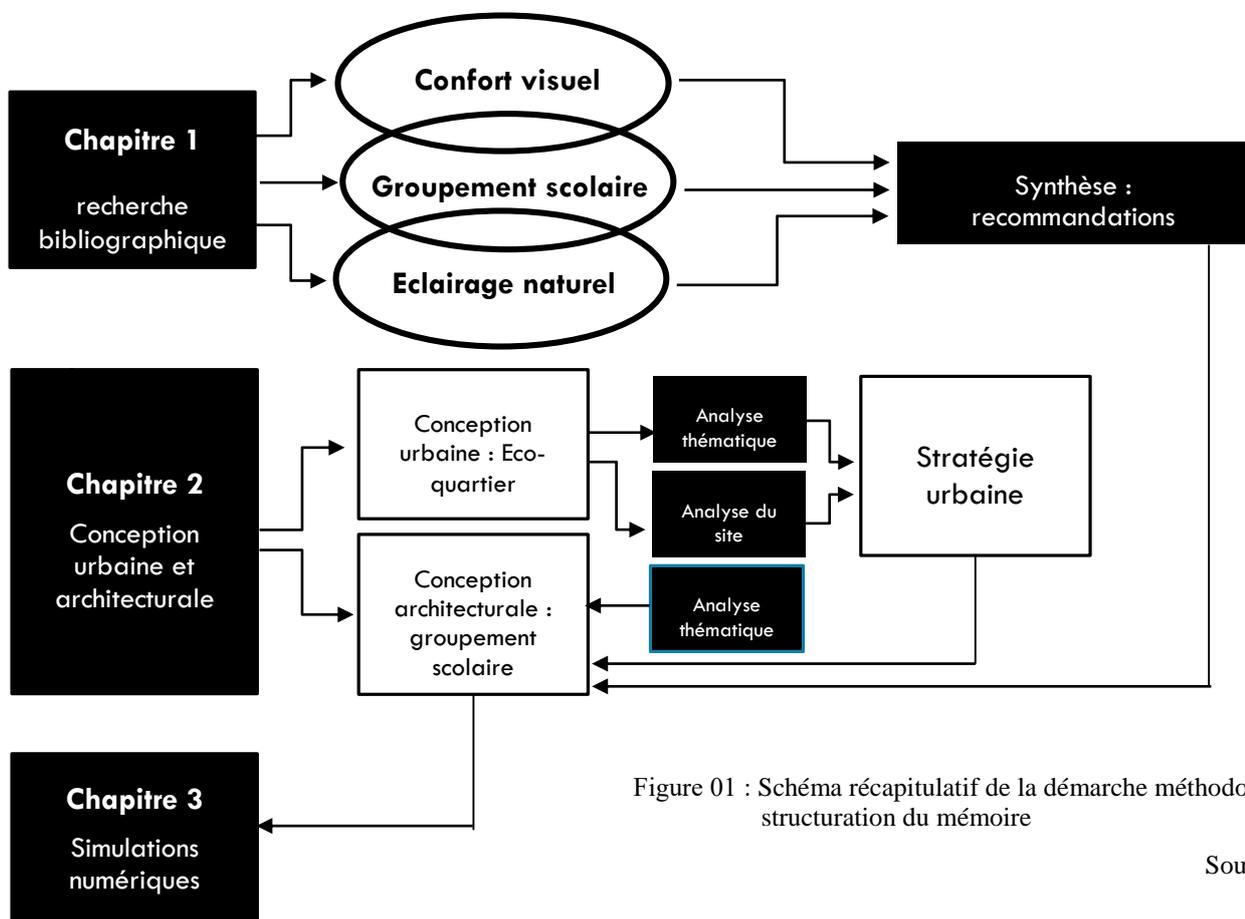


Figure 01 : Schéma récapitulatif de la démarche méthodologique et structuration du mémoire

Source : Auteurs

## INTRODUCTION

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

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

### **1. ETAT DE CONNAISSANCES LIEES A L'ECO-QUARTIER**

#### **1.1. LE DEVELOPPEMENT DURABLE DANS LE BATIMENT**

Le développement durable dans le bâtiment est défini autrement : Le bâtiment durable, c'est avant tout un bâtiment respectueux de l'environnement, il s'agit d'un bâtiment dont l'impact sur l'environnement est faible tout en assurant un environnement intérieur sain et confortable.

Construire durable signifie notamment : utiliser des matériaux recyclables pour préserver les ressources naturelles, optimiser l'inertie thermique des bâtiments, intégrer des sources d'énergies renouvelables dès la conception du bâtiment.<sup>3</sup>

Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs.<sup>4</sup>

Le développement durable permet de promouvoir, par l'action collective et dans la durée, un développement économique, environnemental et social centré sur l'intérêt, les potentiels, les besoins des populations actuelles tout en garantissant la préservation des ressources et le devenir des générations futures. Contrairement à l'éco-quartier, le quartier durable n'a pas de chartes.

Le quartier durable est un territoire urbain qui intègre les principes du développement durable, de la mixité sociale, de la mixité fonctionnelle et de la gouvernance.

Le bâtiment durable se définit comme « une construction répondant adéquatement aux besoins de ses occupants, qui génère un impact environnemental limité et dont les coûts de construction et d'exploitation sont raisonnables »

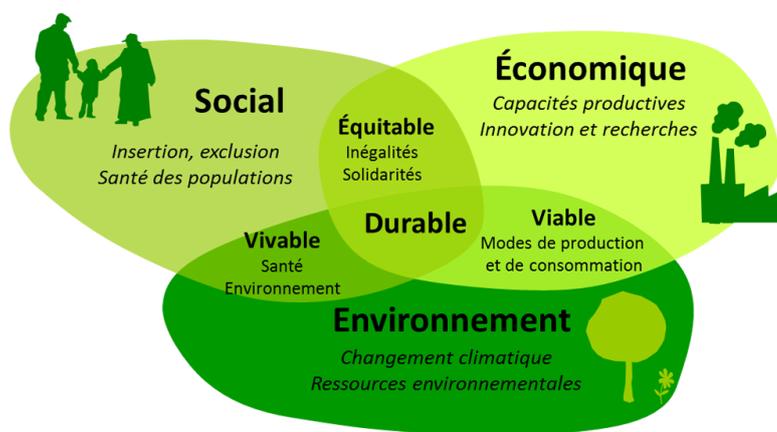


Figure 02 : Les trois piliers du développement durable  
Source : Site web de la fédération française de Canoë-Kayak

<sup>3</sup> PROMOTELEC-Services

<sup>4</sup> Rapport Brundtland 1987

## **2.1.L'ECO-QUARTIER**

La notion d'éco-quartier représente un concept intéressant qui cherche à dépasser la vision moderniste et fonctionnelle de la ville. Le terme "éco-quartier" s'est progressivement imposé dans le cadre des réflexions sur "l'urbanisme durable", avec pour objectif de modifier l'aménagement et l'habitat des villes en raison de l'urgence écologique.

### **2.1.1. DEFINITION DE L'ECO-QUARTIER**

Un éco-quartier est un quartier urbain qui s'inscrit dans une perspective de développement durable : il doit réduire au maximum l'impact sur l'environnement, favoriser le développement économique, la qualité de vie, la mixité et l'intégration sociale.

Il s'agit de construire un quartier en prenant en considération un grand nombre de problématiques sociales, économiques et environnementales dans l'urbanisme, la conception et l'architecture de ce quartier.

L'objectif de l'éco quartier est également d'entraîner le reste de la ville dans une dynamique de développement durable (généralisation des bonnes pratiques à toute la ville).

C'est l'application des principes du développement durable à l'échelle d'un quartier

Le terme « éco-quartier » a parfois été distingué du « quartier durable ». La première relève davantage de l'écologie alors que le second comprend aussi les dimensions économiques, sociales et participatives (en supposant la mise en œuvre d'une démarche de développement durable).

La confusion est relativement importante et fréquente, mais, à la suite des orientations données par Jean-Louis Borloo, ministre d'état, le terme « éco-quartier » l'a emporté et il est utilisé aujourd'hui indifféremment pour les deux types de projets.

### **2.1.2. EVOLUTION DE L'ECO-QUARTIER**

D'un point de vue chronologique, Boutaud (2009) distingue trois générations d'éco-quartiers, à savoir :

<b>Les proto-quartiers</b>	<b>Les quartiers prototypes</b>	<b>Les quartiers types</b>
Apparus dans les années 60 à l'initiative de militants écologistes, ils diffèrent des projets actuels par leurs petites tailles, souvent à caractère résidentiel et par leur dissémination loin des villes. Ces opérations ont été observées principalement dans les pays germaniques	Ce sont des opérations portées par des initiatives publiques, réalisées à la fin des années 80 et au début des années 90. Ils sont peu nombreux et circonscrits aux pays du nord de l'Europe et aux pays germaniques (Fribourg, Malmö, Helsinki, Stockholm par exemple).	Ce sont des opérations développées depuis la fin des années 1990 jusqu'à aujourd'hui. Ces quartiers ne dérogent pas au cadre réglementaire de l'urbanisme classique et moderne. Ils sont très nombreux, principalement localisés dans les pays du nord de l'Europe, mais ils apparaissent aussi désormais dans les pays du sud.

Tableau 01 : Evolution des éco-quartier à travers le temps

Source : Auteurs

### **2.1.3. OBJECTIFS D'UN ECO-QUARTIER**

#### **a) Objectifs Environnementales : Réduire l'Empreinte Ecologique**

##### **Construction :**

En général, c'est l'aspect auquel on pense en premier. Il s'agit effectivement d'un élément crucial, dans la mesure où le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie soit 40% des émissions totales de CO2. L'objectif est de créer ou de rénover des bâtiments respectant au mieux l'environnement. Il s'agit de les doter des technologies adéquates mais aussi de les intégrer au maximum dans un environnement local en utilisant les ressources disponibles.

##### **Transport et accessibilité :**

La prise en compte de la mobilité doit faire partie intégrante de la réflexion sur la conception d'un éco-quartier. Les transports représentent en effet environ 30% de la consommation d'énergie et l'une des premières causes de pollution.

Différents moyens d'action complémentaires peuvent être envisagés :

- Développement des transports en commun.
- Limitation du nombre de places de parking.
- Favoriser les transports doux, marche à pied et vélo en développant notamment un réseau efficace de piste cyclable.
- Promotion des véhicules plus propres.

##### **La gestion de l'eau :**

- Idéalement, l'approvisionnement en eau potable de qualité doit se faire le plus localement possible. Ceci implique la présence de nappes phréatiques non polluées.
- La récupération des eaux de pluie peut être organisée, de même que l'assainissement et le recyclage des eaux usées.
- L'utilisation doit par ailleurs évidemment être la plus rationnelle possible.

##### **Végétation et Biodiversité :**

- Diminution de la pollution atmosphérique.
- Maintien de la biodiversité.
- Qualité de vie et de bien être pour l'ensemble des habitants.

##### **Economie de bouclage des flux :**

Le recyclage et la valorisation de la biomasse issue des déchets ménagers (compostage) peut permettre d'augmenter le cycle de vie des produits et ainsi de réduire l'empreinte écologique. Le quartier est une entité particulièrement adaptée à ce type d'action, parfois difficiles à mettre en place de façon individuelle ou au contraire à l'échelle beaucoup plus importante.

#### **b) L'objectif Social :**

Les Phalanstères imaginés par Fourier au 18e siècle, leur but n'était pas seulement l'efficacité écologique mais bien une certaine harmonie sociale.

##### **La mixité :**

Dans nos villes, la ségrégation géographique est particulièrement marquée. Si elle existe entre les villes, c'est à l'échelle du quartier qu'elle est probablement la plus frappante. Un écoquartier devrait donc assurer une mixité à la fois socio-économique, générationnelle et culturelle. Une pluralité de logement est indispensable.

### **La participation au cœur du processus :**

La conception d'un éco-quartier fait également sens au niveau social dans la mesure où il s'agit d'une démarche participative.

L'objectif est tout simplement d'anticiper les problèmes, de comprendre les attentes et les éventuelles réticences, afin de proposer un projet le plus pertinent possible et le plus adapté au territoire. Par ailleurs, la participation du citoyen au projet ne peut que mieux lui faire comprendre les enjeux et entraîner une plus forte adhésion de sa part. Les habitants deviennent ainsi concepteurs, du moins en partie, de leur propre espace de vie.

#### **c) L'objectif économique :**

##### **Une opportunité économique :**

La conception d'éco quartier est une opportunité économique non négligeable. En effet, les exigences en termes de développement durable constituent un potentiel économique, dans la mesure où elles nécessitent à la fois la création de nouveaux emplois, une recherche appliquée efficace afin d'utiliser les technologies les plus appropriées, et éventuellement la création de nouvelles entreprises dans le domaine.

##### **Relocalisation de l'économie:**

La problématique des transports mais aussi celle de la cohésion sociale dans l'éco-quartier ne peuvent être dissociées de l'aspect économique. Une relocalisation partielle de l'économie est nécessaire pour créer certain équilibre et proximité.

##### **Un cadre idéal pour le développement d'une économie de fonctionnalité :**

Les éco-quartier constituent un cadre idéal pour le développement d'une économie alternative et aussi de fonctionnalité visant à remplacer la vente d'un bien par celui d'un service. Ces formes d'économie conduisent à une moindre consommation et participent donc à une réduction de l'empreinte écologique.

## **2.1.4. ENGAGEMENTS DE L'ECO-QUARTIER**

### **Dimension « Démarche et Processus »**

- Engagement 1 : Réaliser les projets répondant aux besoins de tous en s'appuyant sur les ressources et contraintes du territoire.
- Engagement 2 : Formaliser et mettre en œuvre un processus participatif de pilotage et une gouvernance élargie créant les conditions d'une mobilisation citoyenne
- Engagement 3 : Intégrer la dimension financière tout au long du projet dans une approche en coût global
- Engagement 4 : Prendre en compte les pratiques des usagers et les contraintes des gestionnaires tout au long du projet
- Engagement 5 : Mettre en œuvre, à toutes les étapes du projet et à l'usage, des démarches d'évaluation et d'amélioration continue

### **Dimension « Cadre de Vie et Usages »**

- Engagement 6 : Travailler en priorité sur la ville existante et proposer des formes urbaines adaptées pour lutter contre l'étalement urbain
- Engagement 7 : Mettre en œuvre les conditions du vivre-ensemble et de la solidarité
- Engagement 8 : Assurer un cadre de vie sûr et qui intègre les grands enjeux de santé, notamment la qualité de l'air
- Engagement 9 : Mettre en œuvre une qualité urbaine, paysagère et architecturale
- Engagement 10 : Valoriser le patrimoine (naturel et bâti), l'histoire et l'identité du site

### **Dimension « Développement territorial »**

- Engagement 11 : Contribuer à un développement économique local, équilibré et solidaire
- Engagement 12 : Favoriser la diversité des fonctions et leur proximité
- Engagement 13 : Optimiser l'utilisation des ressources et développer les filières locales et les circuits courts
- Engagement 14 : Favoriser les modes actifs, les transports collectifs et les offres alternatives de déplacement
- Engagement 15 : Favoriser la transition numérique vers la ville intelligente

### **Dimension « Environnement et Climat »**

- Engagement 16 : Produire un urbanisme permettant d'anticiper et de s'adapter aux risques et aux changements climatiques
- Engagement 17 : Viser la sobriété énergétique et la diversification des ressources au profit des énergies renouvelables et de récupération
- Engagement 18 : Limiter la production des déchets, développer et consolider des filières de valorisation et de recyclage dans une logique d'économie circulaire
- Engagement 19 : Préserver la ressource en eau et en assurer une gestion qualitative et économe
- Engagement 20 : Préserver et valoriser la biodiversité, les sols et les milieux naturels

## **2.1.5. LES CHARTES D'ECO-QUARTIERS**

### **La Charte Action 21 de 1992**

Pose notamment les éléments fondateurs de la méthode Agenda 21. Elle inspire directement des engagements de la charte des Éco-Quartiers :

- **Le protocole de Kyoto** a été l'élément déclencheur de la refonte de la Réglementation Thermique en France ; c'est donc via la performance des bâtiments dans les Éco-Quartiers que l'on trouve la contribution au protocole de Kyoto.
- **Le protocole de Nagoya** inclut le plan 2010 – 2020 pour la biodiversité et l'adoption d'un « Plan stratégique 2011-2020 de la biodiversité », avec une vision à l'horizon 2050, une conférence mondiale d'étape prévue en 2020 et une évaluation à mi-parcours en 2015. L'engagement 20 lui est dédié

### **La Charte d'Aalborg**

Adoptée le 27 mai 1994, prône la ville comme l'échelle pertinente d'action en faveur du développement durable : « La Ville durable est l'autorité locale proche des problèmes environnementaux des citoyens, qui partage les responsabilités avec les autorités compétentes à tous les niveaux, pour le bien-être de l'homme et de la nature ».

### **L'Accord de Bristol**

Adopté le 7 décembre 2005 instaure l'échange européen de bonnes pratiques et d'exemples notamment en termes de quartiers durables. La double référence à la charte d'Aalborg et à l'accord de Bristol est un « garde-fou » pour ne pas oublier qu'un Éco-Quartier doit être un levier vers la ville durable.

### **La Charte de Leipzig**

Signée par les ministres des États membres le 24 mai 2007, affirme l'importance d'une ville durable et solidaire, préconise de poursuivre les objectifs suivants :

- La création et la préservation d'espaces publics de qualité
- La modernisation des réseaux d'infrastructure et l'augmentation du rendement énergétique
- Une politique d'innovation active dans le domaine de l'éducation et de la formation
- Le renforcement de l'économie locale et une politique locale de marché du travail
- Une politique active d'enseignement et de formation en faveur des enfants et des jeunes
- La mise en place d'un système de transport urbains performant et à la portée de tous

La charte met aussi l'accent sur les disparités et sur l'intérêt particulier à accorder aux quartiers urbains défavorisés :

- Lutte contre les inégalités
- Politique du logement
- Intervention sur les quartiers
- Participation active des habitants

## **2.1.6. PRINCIPES DE L'ECO-QUARTIER**

<b>Habitation</b>	<b>Déplacement</b>	<b>Déchets</b>	<b>Propreté et eau</b>	<b>Végétaux</b>
Construire des logements économes en énergie, utilisant des énergies renouvelables (solaire, éolien, ...)	Marche à pied, vélo, transport en commun doivent être privilégiés et les voitures garées à l'extérieur du quartier	Réduire les quantités de déchets par le réemploi, le recyclage et la valorisation, apprendre les techniques de compostage.	Améliorer la propreté des lieux de façon permanente et récupérer les eaux de pluie.	Améliorer les espaces naturels et le patrimoine végétal qui consomme du CO2 (gaz à effet de serre).

Tableau 02 : Principes de l'éco-quartier

Source : Auteurs

## **2.1.7. CRITERES D'UN ECO-QUARTIER**

Un éco-quartier concilierait autant que possible les différents enjeux environnementaux dans le but de réduire l'impact du bâti sur la nature. Il intègre, en amont de sa conception, de nombreux critères, comme notamment :

- La stratégie énergétique : atteindre un bilan énergétique neutre, c'est à dire que la production et la consommation d'énergie doivent se compenser
  - Le traitement des déchets : collecte des déchets sélective, tri, recyclage, compostage, traitement thermique
  - La gestion de l'eau : traitement écologique des eaux usées, épuration, protection des nappes phréatiques, récupération de l'eau de pluie pour une réutilisation dans le quartier. Peu de surfaces inutilement goudronnées. Maintien sur place des eaux pluviales lors de grosses averses par un bassin par exemple.
  - L'utilisation de matériaux locaux et écologiques pour la construction (écoconception, écoconstruction, éco-matériaux)
  - Le respect des critères de la HQE
  - Orientation des bâtiments en fonction de l'orientation par rapport au soleil
  - La mise en place de systèmes de déplacements propres (transport en commun, transport doux...) Parking collectif qui favorise de covoiturage Critères à intégrer en amont de sa conception
  - Une politique de mixité et d'intégration sociale
  - La participation des citoyens à la vie du quartier
  - La création d'équipements, de commerces, d'infrastructures accessibles à tous.

### 3. APPROCHE THEMATIQUE : RECHERCHE

#### 3.1. NOTION DU CONFORT EN ARCHITECTURE

Le confort est le bien-être matériel résultant des commodités de ce dont on dispose<sup>5</sup>. Il peut être perçu comme un état d'équilibre entre l'être humain et le milieu dans lequel il se trouve à un moment donné. Il crée ainsi un état de bien être propice à l'activité du moment.

L'inconfort au contraire est un état de déséquilibre entre l'être humain et son milieu, donnant lieu à des états de tension et de souffrance. Le confort se devise en deux : Confort physique & Confort psychique.

Le confort n'a pas attendu l'omniprésence technologique pour s'appliquer au bâtiment. Celui-ci a impacté les domaines architecturaux au cours des différentes générations.

Le confort moderne est « un ensemble des dispositions »<sup>6</sup>. Cette définition du confort moderne s'illustre par les travaux contemporains de l'architecte Le Corbusier, qui définit alors l'architecture moderne, marquée par son fonctionnalisme. Le Corbusier décrit une maison comme une « machine à habiter », ou l'architecture doit être l'expression des usages.

On peut distinguer plusieurs types de confort en architecture, tel que :

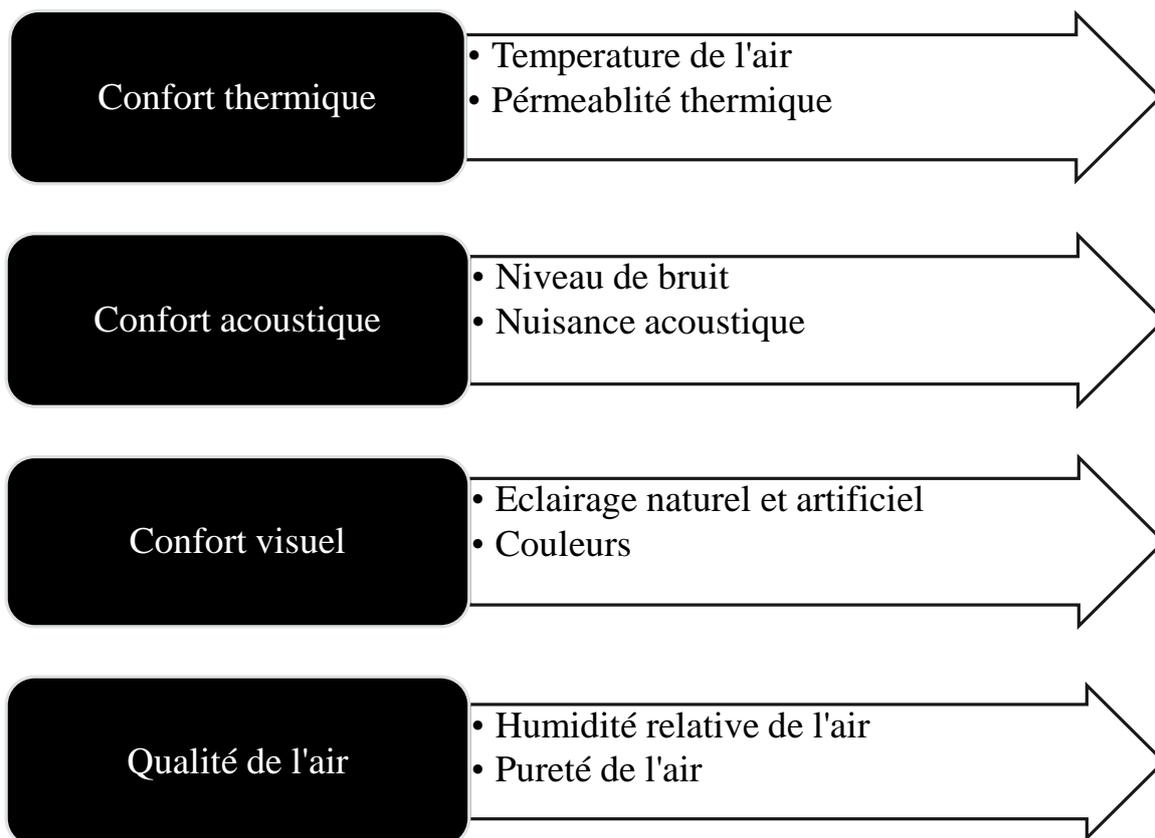


Figure 3 : Schéma de différents types de confort

Source : Auteurs

<sup>5</sup> Larousse

<sup>6</sup> Engrand (2003) rapporte une définition de 1928 du dictionnaire Larousse

## **3.2.LE CONFORT VISUEL**

### **3.2.1. DEFINITION DU CONFORT VISUEL**

Le confort visuel est une notion objective faisant appel à des paramètres quantifiables et mesurables mais aussi a une part de subjectivité liée à un état de bien-être visuel dans un environnement défini.

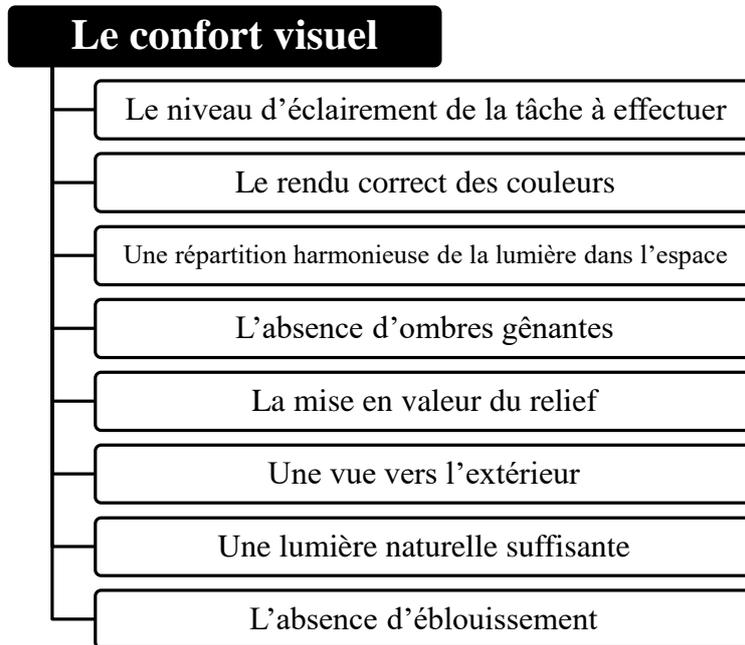


Figure 4 : Critères du confort visuel  
Source : Auteurs

### **3.2.2. PARAMETRES DU CONFORT VISUEL**

Le confort visuel dépend à la fois :

- De paramètres physiques comme l'éclairage, la luminance ...
- De caractéristiques liées à un environnement interne, externe ...
- De caractéristiques propres à la tâche à réaliser comme la lecture, le travail de bureau, la manutention de marchandises ...
- De facteurs physiologiques tels que l'âge ...
- De facteurs psychologiques et sociologiques comme la culture, l'éducation ...

#### **Paramètres physiques du confort visuel**

La luminance, l'éclairage, l'éblouissement et les contrastes sont les plus perceptibles par l'Homme et les représentatifs du confort visuel. À ces paramètres, on associe des valeurs qui garantissent le bon déroulement d'une tâche sans fatigue ni risque d'accident :

- L'éclairage (en lux) est une valeur relativement facile à mesurer (luxmètre)
- La luminance (en candela.m<sup>2</sup> ou cd/m<sup>2</sup>), plus représentative de la perception réelle de l'œil, mais demande du matériel sophistiqué (luminance mètre)
- L'éblouissement (en UGR) qui constitue le paramètre le plus gênant dans la réalisation d'une tâche. Il se mesure avec un luminance mètre visant une direction bien spécifique. Il reste à préciser que l'éblouissement peut être direct ou indirect

Les contrastes, quant à eux, sont responsables d'un manque de distinction de deux zones ou éléments différents.

### Caractéristiques propres à l'environnement

La volumétrie d'un local et les propriétés des parois influencent la qualité de la répartition du flux lumineux. Elles constituent l'environnement immédiat ou éloigné. Le flux lumineux au niveau d'une tâche résulte de la superposition de la lumière naturelle issue d'une ouverture dans une paroi externe verticale ou/et horizontale et la lumière artificielle.

Au niveau de la composante naturelle, on distingue :

- La composante directe issue sans réflexion du soleil ou du ciel de manière générale (réflexion du rayonnement solaire sur la couche nuageuse)
- La composante indirecte réfléchie par des éléments externes comme une surface vitrée d'un immeuble voisin
- La composante indirecte interne issue de la réflexion des deux composantes externes sur les parois internes.

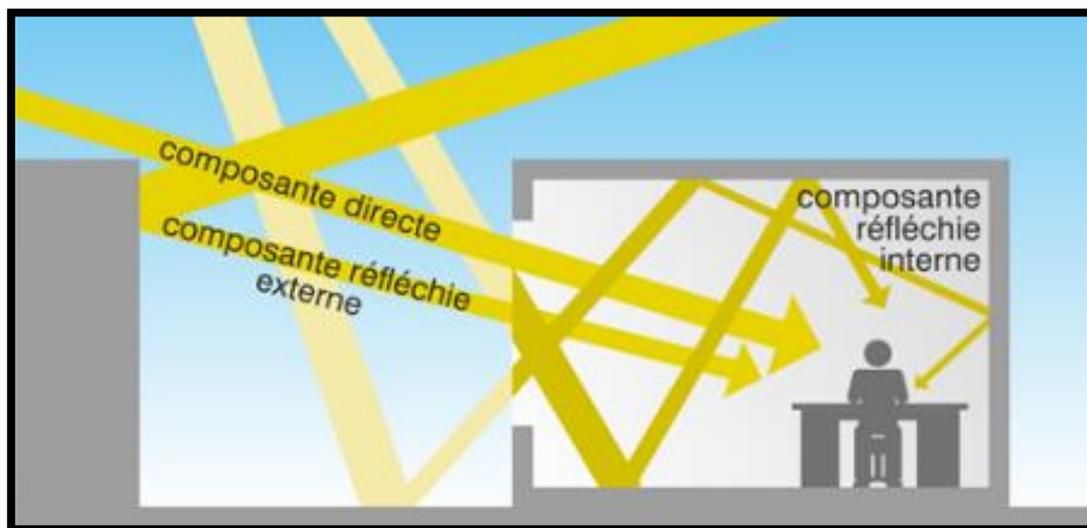


Figure 5 : Les trois composantes de la lumière naturelle (Source : Suzel BALEZ)

Au niveau de la composante artificielle d'un luminaire, on distingue aussi :

- La composante directe depuis le luminaire sur le plan de travail ;
- La composante indirecte résultant des réflexions multiples sur les parois internes du local considéré.

Les paramètres influençant le niveau d'éclairage de la tâche sont directement liés aux paramètres influençant l'éclairage naturel et artificiel :

- La contribution des composantes externes dépendra de la taille, de la forme, de l'orientation, du positionnement de l'ouverture dans la façade, des caractéristiques du vitrage, de la présence ou pas d'une protection solaire et des coefficients de réflexion des parois ;
- Les propriétés des luminaires, leur localisation et leur orientation

### **Caractéristiques propres à la tâche à accomplir**

Pratiquement chaque tâche nécessite un niveau d'éclairage différent. On distinguera les tâches de précision, les tâches liées à un objet en mouvement, ... À noter que plus les contrastes sont faibles plus le niveau d'éclairage doit être important. Mais jusqu'à un certain point ! En effet, un sur éclairage d'une tâche devient aussi inconfortable.

L'éclairage artificiel devra fournir une lumière de qualité en termes de rendu de couleur (Ra) de manière à se rapprocher le plus possible de la lumière naturelle (Ra a un indice 100 pour la lumière naturelle).

### **Facteurs physiologiques**

Nous ne sommes pas égaux devant le confort visuel. Les couleurs ne sont pas perçues de la même manière d'un individu à l'autre. Aussi, les capacités visuelles sont fonction de l'âge des personnes : dans une maison de retraite, par exemple, une lumière plus blanche (Rendu de couleur élevé) permettra plus facilement d'assurer le confort visuel des personnes âgées.

### **Facteurs psychologiques**

Le besoin de lumière se fait souvent ressentir dans les pays scandinaves par exemple. Consciemment ou inconsciemment, les peuplades du nord compensent souvent le manque de lumière et l'uniformité de l'environnement (neige uniforme partout) par des couleurs vives au niveau des maisons.

Le confort visuel se garantit autour de 6 critères :

1. Un éclairage suffisant
2. Un éclairage uniforme
3. L'absence de réflexion
4. L'absence d'éblouissement
5. L'absence d'ombre
6. Un rendu des couleurs suffisant

### **3.3.LA LUMIERE NATURELLE DANS LE BATIMENT**

Les êtres humains possèdent une extraordinaire capacité à s'adapter à leur environnement immédiat. De tous les types d'énergie naturelles que les humains peuvent utiliser, la lumière est la plus importante. La lumière est un élément nécessaire à la vision et fondamentale pour apprécier la forme, la couleur et l'ambiance de l'environnement qui nous entoure dans notre vie quotidienne et nous permet d'exercer nos travaux dans des situations de confort visuel. Elle donne un sentiment de gaieté et de luminosité qui peuvent avoir un impact positif et significatif sur les personnes. L'homme, depuis son existence a essayé de comprendre les phénomènes astronomiques qui l'entourent, comme la nature de la terre, sa distance par rapport au soleil, ainsi que d'autres phénomènes astronomiques. Il a commencé par l'observation de la lumière qui est émise par le soleil, la Lune, les étoiles ...etc, dans le but de comprendre le cycle des journées c'est-à-dire, l'alternance entre le jour et la nuit ainsi que la durée du jour tout au long de l'année (les saisons).

#### **3.3.1. DEFINITION DE LA LUMIERE NATURELLE**

La lumière correspond aux radiations électromagnétiques visibles par l'œil humain, c'est-à-dire aux longueurs d'onde comprises entre 380 et 780 nm. Sans la lumière, nous ne pouvons voir, mais la lumière n'est pas visible en elle-même. Elle ne l'est que grâce aux surfaces qui la réfléchissent. Chaque source de lumière est caractérisée par son spectre d'émission, qui correspond aux différentes longueurs d'ondes dans lesquelles elle émet. Comme le montrent les expériences de Newton ou le phénomène de l'arc-en-ciel, une lumière blanche, qu'elle soit naturelle ou artificielle, est composée de plusieurs radiations colorées ayant chacune sa propre longueur d'onde.

#### **3.3.2. SOURCE DE LA LUMIERE NATURELLE**

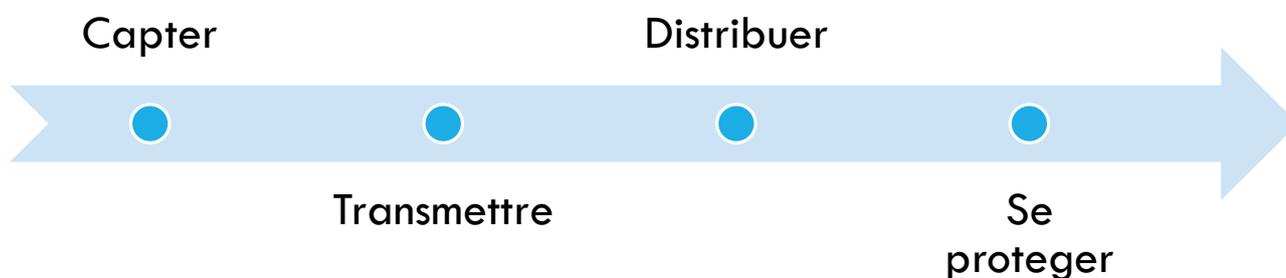
La lumière naturelle, appelée aussi lumière du jour, correspond à l'éclairage direct ou indirect provenant du soleil. Cette lumière blanche possède un spectre complet et continu, c'est-à-dire qu'elle émet dans toutes les longueurs d'onde du spectre visible.

Sa richesse provient de sa variabilité continue d'intensité, de direction et de teinte au fil des heures et des saisons. Outre les phénomènes liés aux mouvements de rotation de la terre, les modifications du spectre d'émission de la lumière du jour sont liées aux conditions atmosphériques et météorologiques, aux interactions avec les particules de l'atmosphère.

La lumière du jour, par sa richesse et son universalité, constitue notre lumière de référence. Elle nous donne des repères temporels et spatiaux et c'est grâce à elle que nous attribuons leurs couleurs aux objets.

### **3.3.3. STRATEGIE DE LA LUMIERE NATURELLE**

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera aussi à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel.



#### **Capter**

Capter la lumière du jour consiste à la recueillir dans le but d'éclairer naturellement un bâtiment, ce qui nécessite de tenir compte de :

- L'influence du type de ciel : composée de la lumière directe du soleil et la lumière diffuse du ciel.
- L'influence du moment de l'année : de l'été à l'hiver le niveau d'éclairement à proximité de la fenêtre diminue progressivement.
- L'influence de l'heure : la répartition lumineuse varie fortement d'une heure à l'autre et d'un point à l'autre.
- L'influence de l'orientation de l'ouverture
- L'influence de l'inclinaison de l'ouverture
- L'influence de l'environnement physique : bâtiments voisins, type de sol, végétation ...

#### **Transmettre**

Transmettre la lumière du jour consiste à favoriser sa pénétration à l'intérieur d'un local. La pénétration de la lumière dans un espace peut être influencée par les caractéristiques de l'ouverture telles que ses dimensions, sa forme sa position et le matériau de transmission utilisé ainsi que par les dimensions du local et son aménagement intérieur.

La pénétration de la lumière dans un bâtiment produit des effets de lumière très différents en fonction de l'emplacement, l'orientation, l'inclinaison, la taille et le type des vitrages.

- Caractéristiques de la fenêtre
- Dimensions de la fenêtre
- Forme de l'ouverture

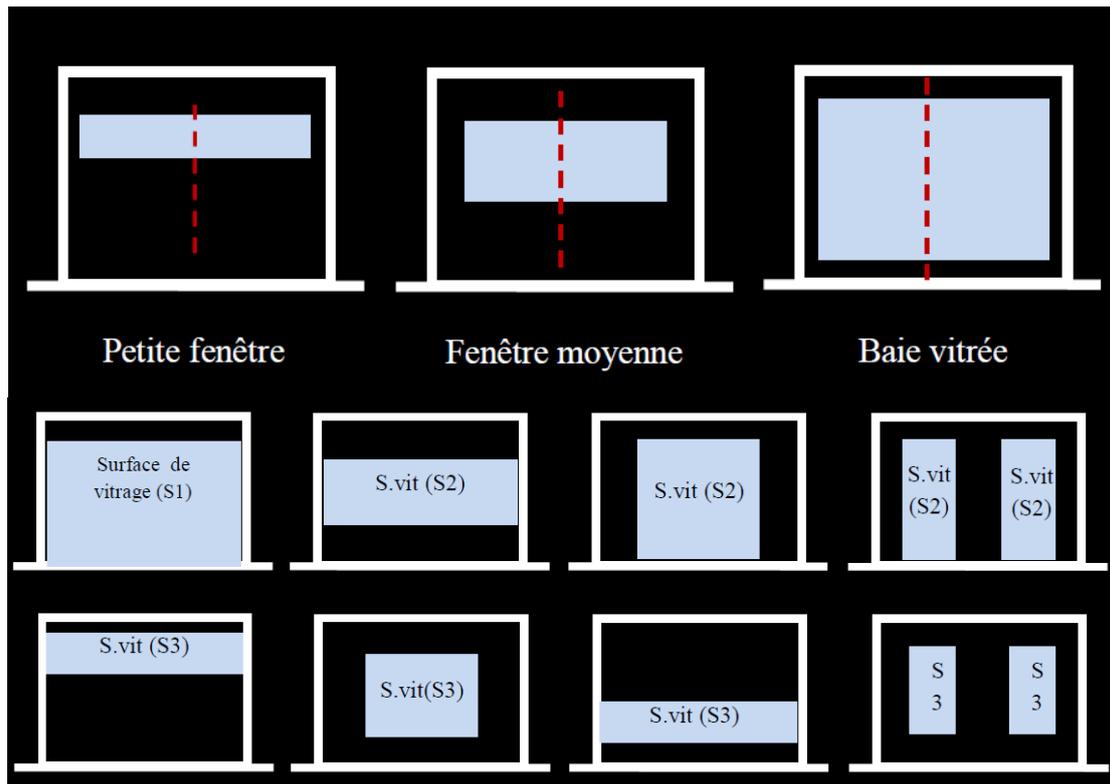


Figure 6 : Les dimensions de l'ouverture Source : La lumière naturelle 2<sup>ème</sup> partie, de Suzel BALEZ

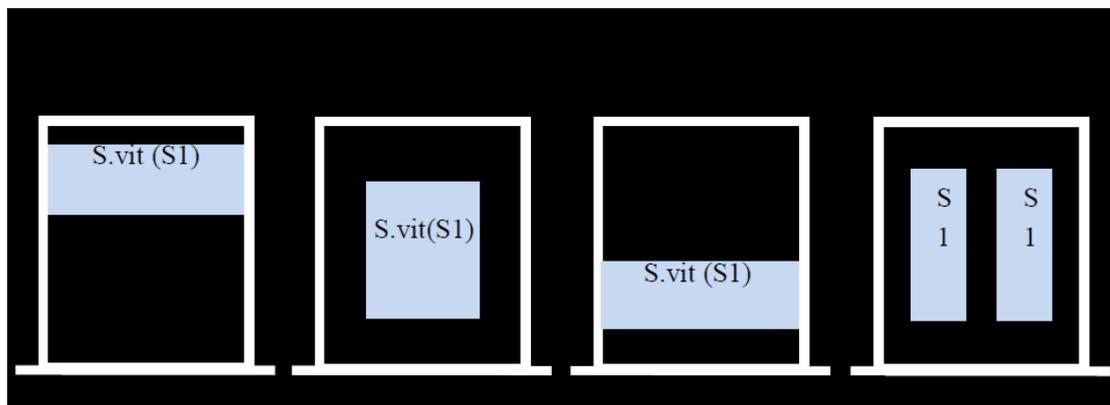


Figure 7 : L'influence de la forme de l'ouverture Source : La lumière naturelle 2<sup>ème</sup> partie, de Suzel BALEZ

### Distribuer

La répartition de la lumière représente un facteur clé pour assurer un bon éclairage. La distribution de la lumière naturelle vise, selon les cas, la répartition uniforme de cette lumière dans le local (grâce à la géométrie du local, à la couleur claire des parois, à la largeur des baies vitrées) ou, au contraire, la focalisation de la lumière en un point particulier, en jouant sur le type de distribution lumineuse, la répartition des ouvertures, l'agencement des parois intérieures, le matériau des surfaces du local, les zones et les systèmes de distribution lumineuse.

Cette répartition peut être favorisée par différentes approches basées sur :

- Le type de distribution lumineuse (direct, indirecte)
- La répartition des ouvertures

- L'agencement des parois intérieures
- Le matériau des surfaces du local
- Les systèmes de distribution lumineuse
- Les zones de distribution lumineuse

### Se protéger

Pour atteindre le confort visuel, il est essentiel de se protéger dans certains cas de la lumière naturelle. Cette protection sert à arrêter partiellement ou totalement le rayonnement lumineux lorsqu'il présente une source d'inconfort visuel pour les occupants et gêne les utilisations à l'intérieur d'un local. On se protège de la lumière naturelle par l'utilisation des protections solaire telles que la végétation, les auvents, les écrans mobiles ou les vitrages spéciaux. Pour que cette protection soit efficace il faut bien étudier leurs choix et leurs emplacements. Son fonctionnement est basé sur des phénomènes physiques tels que l'absorption, la réflexion, la réfraction et la diffraction.

En fonction de la position		En fonction de la mobilité		
Intérieure	Extérieure	Permanent	Fixes	Mobiles
 <p>Figure 8 : Toile tendue intérieure Source : <a href="http://www.eole-france.fr">http://www.eole-france.fr</a></p>	 <p>Figure 9 : Impact de la végétation Source : <a href="http://t-online.de">t-online.de</a></p>	 <p>Figure 10 : Film permanent Source : <a href="http://fr.aliexpress.com">fr.aliexpress.com</a></p>	 <p>Figure 11 : Auvents Source : <a href="http://lesmatériaux.fr">lesmatériaux.fr</a></p>	 <p>Figure 12 : Stores Source : <a href="http://maison.fr">maison.fr</a></p>

Tableau 03 : Différents types de protection Source : Auteurs

### Contrôler

Le contrôle de la lumière naturelle consiste à gérer la quantité et la distribution de la lumière dans un espace en fonction de la variation des conditions climatiques et des besoins des occupants. La gestion de l'éclairage dans le bâtiment permet, d'une part, de répondre à la variation continue de la lumière naturelle et, d'autre part, d'adapter l'ambiance lumineuse d'un local pour correspondre au mieux aux besoins de ses utilisateurs.



Figure 13 : Contrôler la lumière  
Source : [conseils-store.com](http://conseils-store.com)

## **Focaliser**

Il est parfois nécessaire de focaliser l'apport de lumière naturelle pour mettre en valeur un lieu ou un objet particulier. Un éclairage zénithal - ou latéral haut - crée un contraste lumineux important avec l'éclairage d'ambiance, moins puissant. Un atrium au centre d'un bâtiment permet aussi à la lumière du jour de mieux pénétrer dans le bâtiment tout en créant un espace de circulation et de repos attrayant. Des bâtiments hauts et profonds peuvent ainsi recevoir la lumière naturelle en leur cœur par le biais de conduits lumineux.

## **1. APPROCHE THEMATIQUE : ECOLE**

### **1.1. DEFINITIONS**

<b>Terme</b>	<b>Définition</b>
<b>Education</b>	Guider, conduire hors. L'éducation est l'action de développer un ensemble de connaissances et de valeurs morales, physiques, intellectuelles, scientifiques... considérées comme essentielles pour atteindre le niveau de culture souhaitée. <sup>7</sup>
<b>Enseignement</b>	transmission de connaissances de l'enseignant à l'étudiant à l'aide de plusieurs moyens et techniques
<b>Crèche</b>	Etablissement destiné à recevoir les enfants de moins de 3 ans sous la surveillance d'un personnel spécialisé. La crèche a pour rôle de pallier au mieux l'absence des parents.
<b>Ecole maternelle</b>	L'école maternelle est une école qui accueille les enfants de 2 à 6 ans dans le but de les sociabiliser, de mettre en place le langage et de les initier à l'apprentissage du calcul, de l'écriture et de la lecture. C'est une période préparatoire à l'entrée. <sup>8</sup>
<b>Ecole primaire</b>	L'école primaire est l'école qui accueille les enfants à partir de six ans, âge auquel commence l'instruction obligatoire. Cependant, l'école élémentaire représente pour beaucoup d'entre eux la suite de la maternelle, avec laquelle elle forme l'école dite primaire.
<b>Groupement scolaire</b>	C'est un établissement d'enseignement, comprenant deux cycles d'études ou plus. Il s'agit souvent d'établissements privés.

Tableau 04 : Définitions glossaires du champ « Ecole »

Source : Auteurs

<sup>7</sup> Le dictionnaire la toupie

<sup>8</sup> L'internaute

## 1.2. EVOLUTION DE L'ECOLE

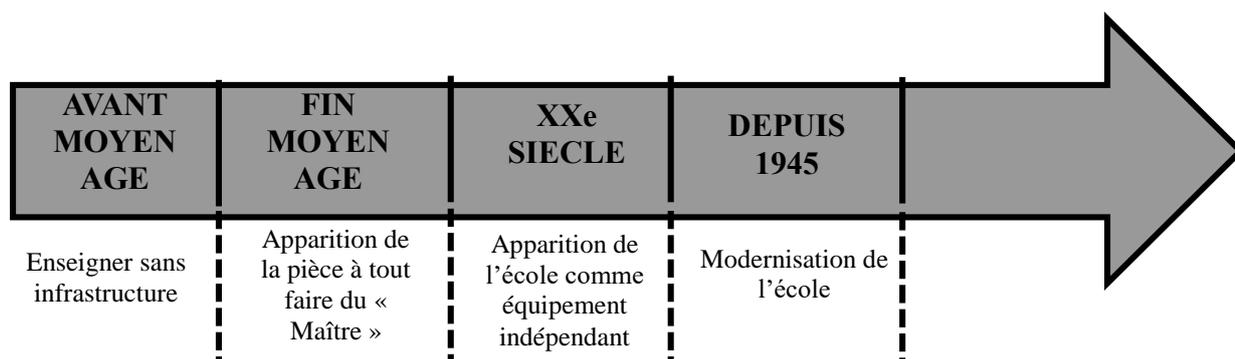
Avant le Moyen Age, comme dans les cultures archaïques, l'école n'est pas un lieu, mais une pratique.

A la fin du Moyen Age, les lieux d'écoles apparaissent progressivement en se séparant des bâtiments des institutions : monastères, châteaux... auxquels ils appartenaient. Les pratiques pédagogiques d'alors se définissent par l'utilisation de l'espace pour une situation d'enseignement qui met en relation un maître et quelques élèves. La pièce à tout faire du « Maître » du XVe siècle est proche de la salle commune des maisons paysannes et correspondait à un enseignement individuel dans lequel les élèves défilaient tour à tour devant lui.

Au XXe siècle, les nouveaux choix psychopédagogiques : les méthodes anglo-saxonnes, Célestin FREINET et Roger COUSINET, défenseurs des pédagogies actives, ainsi que l'importante réforme HABY introduiront des changements déterminants dans l'agencement et l'équipement des écoles.

Depuis la seconde guerre mondiale, l'innovation sur la conception des situations d'enseignement, à la recherche d'un espace idéal, a été un lieu fondamental de recherche et de changements.

La modernisation des autres lieux de l'école, pour faciliter une meilleure socialisation des élèves ainsi que l'amélioration des conditions de vie et de l'aménagement de l'espace périscolaire ont été développées par l'architecture récente à l'occasion de la décentralisation.



## 1.3. LES DIFFERENTES TYPOLOGIES

Classement suivant l'âge :

- **Ecole maternelle:**  
dont les fréquentations ne sont pas obligatoire au départ Joue essentiellement un rôle de garderie, devenue essentielle avec l'accroissement du travail féminin. Elle est destinée à socialiser l'enfant quittant la maison familiale.
- **Ecole élémentaire:**  
Elle marque toujours le début D'autonomie chez l'enfant, elle va proposer outre l'acquisition d'un certain nombre de connaissances de base, qui demeure l'apprentissage de la lecture, de l'écriture, du calcul, un enseignement destiné à valoriser une formation de l'esprit la, la mise en place des trois grands axes d'orientation des activités scolaires.

## 2.3. EXIGENCES DE L'ECOLE

### 2.3.1. CONFORT

Couleur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le choix des couleurs devra tenir compte des matériaux utilisés.</li> <li>Eviter le choix d'une gamme trop importante de coloris.</li> </ul>	Bleu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relaxante.</li> <li>La détente physique et mentale</li> <li>Un sentiment de sécurité et de confiance</li> </ul>
		Jaune	La première couleur que recherchent les enfants est Le jaune est lumineux, joyeux et stimulant.
		Orange	Couleur joyeuse par excellence
		Vert	Le vert est symbole de vie, de croissance, et d'harmonie. C'est une couleur qui reconforte, détend et dont il fait bon s'entourer.
		Violet	Contribue à l'équilibre de l'esprit.
Eclairage	<ul style="list-style-type: none"> <li>C'est l'équilibre entre surfaces vitrées et surfaces pleines, et de leur orientation</li> <li>L'éclairage optimum est réalisé quand la quantité et la qualité de lumière (naturelle ou artificielle)</li> <li>Son traitement doit s'adapter à chaque activité.</li> </ul>	Lumière naturelle	Il est obligatoire, par contre les apports solaires directs sont généralement ils peuvent participer à l'animation des lieux.
		Lumière artificielle	Doit être homogène et complémentaire à l'éclairage naturel
Orientation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Doit tenir compte : des effets d'ensoleillement des vents dominants de leur force, et de la topographie du terrain.</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les locaux d'enseignements sont orientés (nord-sud), ce dispositif permet de diminuer les efforts d'ensoleillement en saison chaude</li> </ul>
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assuré par des générateurs de chaleurs installés</li> <li>• Assuré par des appareils de chauffage indépendant,</li> <li>• Les chaufferies et les locaux de stockage des combustibles ne doivent avoir aucune communication directe avec les locaux accessibles au public, y compris leurs dégagements</li> <li>• Orifice pour l'entrée et sortie de l'air</li> </ul>
Températures	19°C pour les locaux de travail et 22°C pour un local médical

Tableau 05 : Exigences de confort de l'école

Source : Auteurs

### 2.3.2. FONCTIONS

Capacité d'une classe	Entre 20 à 50 élèves plus un enseignant	
Activité enduite de l'école	Sportifs	Salle de gymnastique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un sol non glissant</li> <li>• Bien aérer</li> <li>• Dimension 12x24x6 m</li> <li>• Piste d'athlétisme.</li> </ul>
	Ateliers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Musique : Surface 120m<sup>2</sup> ; accessible de l'extérieure</li> <li>• Dessin</li> </ul>
	Multimédias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacité d'accueillir 28 élevés</li> <li>• Accompagnée d'une salle de documentation-préparation</li> </ul>
	Infirmeries	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilement accessible</li> <li>• Bien éclairé</li> </ul>
Le mobilier et le matériel	Classe	Des tables avec tiroir; bureau; chaises; armoire; une armoire pharmacie; tableau; surface d'affichage .....
	Administration	Bureau; chaises; armoire ....
	Bibliothèques	Tables; chaises; photocopieuse.....
	Sanitaire	Urinoir; lavabo; WC; lave main.....

Normes d'escaliers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avoir deux main courante (70cm du sol).</li> <li>• Largeur entre 1,2 et 2m.</li> <li>• Nombre de marche : marche par voler.</li> <li>• Il est recommandé d'utiliser les rampes.</li> </ul>
Circulation	Dépend du nombre d'élèves qui y ont accès; il est prescrit 2m,40 cm de largeur .
Accès	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avoir des accès séparés.</li> <li>• Avoir des issus de secours.</li> </ul>

Tableau 06 : Exigences fonctionnelles de l'école

Source : Auteurs

### 2.3.3. SECURITE

Les contraintes de sécurité dans l'école	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contre l'incendie.</li> <li>• Dotant le bâtiment de détecteurs de fumée.</li> <li>• Le bâtiment doit présenter une perméabilité facilitant l'évacuation des personnes .</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contre les accidents</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contre les cambriolages</li> <li>• Prévoir un point de control dans chaque entrée afin d'assurer la sécurité des personnes</li> </ul>

Tableau 07 : Exigences de sécurité de l'école

Source : Auteurs

## 4. PROBLEMATIQUE DU CONFORT VISUEL DANS LES ECOLES ALGERIENNES

### 4.1. CONSTAT SUR L'ETAT ACTUEL

Afin de constater les majeurs problèmes d'éclairage et de confort visuel au niveau des établissements scolaires algériens, nous allons établir une simulation, cela a été tiré d'une recherche menée par des étudiants antécédents, dans le cadre d'élaboration d'un mémoire de master à Blida.

L'objet est d'évaluer le niveau d'éclairage intérieur dans une salle de classe d'une école primaire.

#### Caractéristiques de la salle de classe

**Forme :** Rectangulaire 9,85x5,70 m<sup>2</sup>

**Paroi :** Entièrement vitrée, teintés

**Vue :** Vers l'extérieurs de l'école

**Orientation :** Est

**Sols :** Granito beige

**Murs et plafond :** Blancs

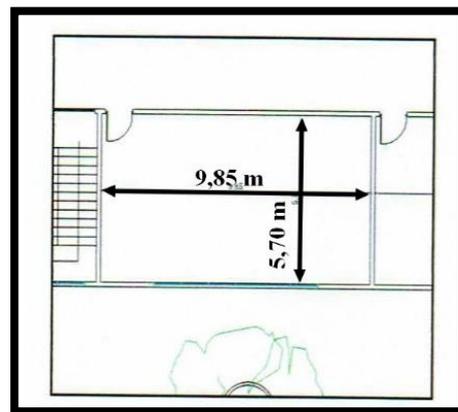


Figure 14 : Plan de la salle  
Source : Thèse de recherche de Zair Fatima sur L'influence de l'éclairage naturel sur l'appréciation des salles de cours

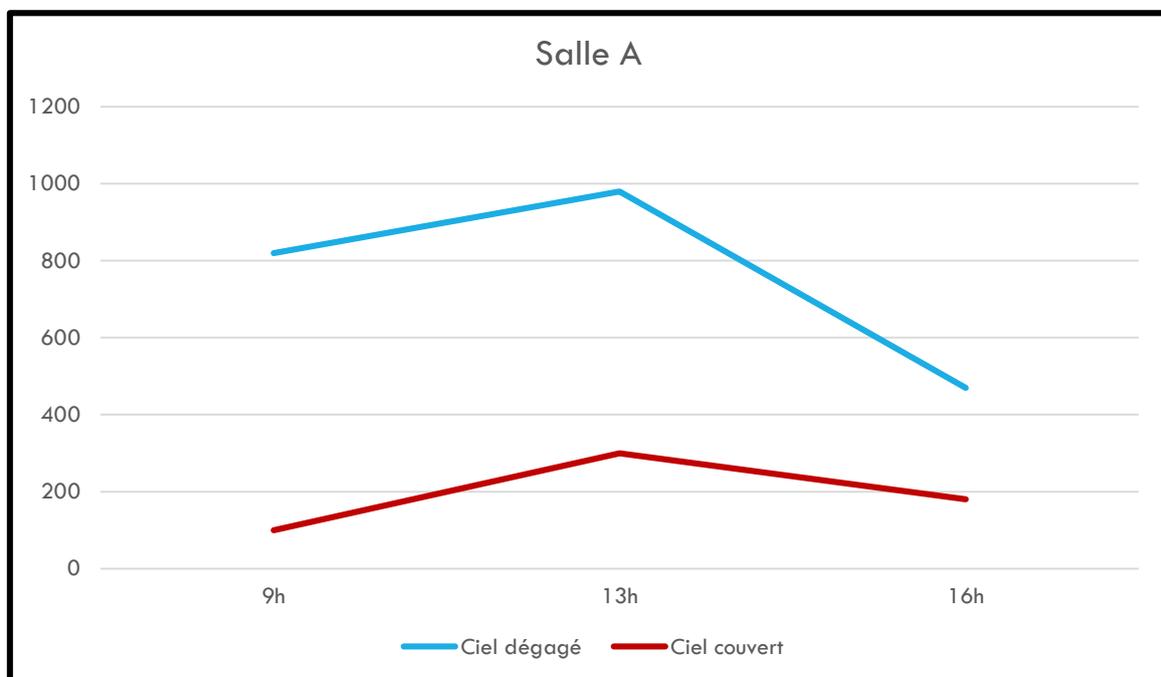


Tableau 08 : Graphe de niveau d'éclairage moyen par heure dans la salle  
Source : Thèse de recherche de Zair Fatima sur L'influence de l'éclairage naturel sur l'appréciation des salles de cours

## **4.2.SYNTHESE**

- Insuffisance en terme de quantité de lumière dans les salles de classe.
- Impact de la qualité du ciel dans la quantité et la qualité d'éclairage dans le bâtiment.
- Les vitres utilisées pour les parois, empêchent la pénétration de l'éclairage naturel dans le bâtiment.
- Positionnement de la végétation à proximité des vitres influence la quantité de lumière pénétrante dans le bâtiment.

## **4.3.RECOMMANDATIONS**

- Prendre en considération du facteur environnemental extérieur dans l'étude du confort visuel dans un bâtiment.
- Le dimensionnement des ouvertures est l'atout majeur dans le réglage du confort visuel
- La qualité des vitres doit être prise en considération dans le captage et la protection de la lumière naturelle.
- L'orientation Est est, effectivement favorite pour la meilleure exploitation de la lumière naturelle dans le confort visuel dans les salles de classe.

## **5. CONCLUSION**

A travers ce chapitre, nous avons approfondi nos connaissances sur les thématiques qui sont liées directement à notre projet.

L'architecture bioclimatique est une architecture qui cherche à tirer parti de l'environnement plutôt que le subir afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort tout en minimisant la consommation de l'énergie.

Dans le prochain chapitre nous allons essayer d'appliquer les principes de l'architecture bioclimatique et les règles de notre thématique sur notre projet qui est un groupement scolaire.

## INTRODUCTION

La conception d'un projet bioclimatique passe par une bonne connaissance du site et de ses alentours. Le premier objectif de ce chapitre consiste à faire l'analyse du site d'intervention qui est situé dans la ville d'Ain Benian à Alger. Il s'agit d'analyser, l'environnement naturel, l'environnement construit et l'environnement réglementaire. L'accent sera mis sur l'analyse des données climatiques et naturelles du site

Les synthèses de cette analyse avec celles issues de l'analyse thématique du chapitre état de l'art vont nous permettre d'élaborer un schéma d'aménagement et d'établir un programme qualitatif et quantitatif du projet.

### I. PHASE ANALYTIQUE

#### 1. A L'ECHELLE DE LA VILLE

##### 1.1. PRESENTATION DE LA VILLE

Ain Benian (anciennement Guyot-ville lors de la colonisation) est une commune de la wilaya d'Alger en Algérie, située dans la banlieue Ouest d'Alger. Elle est l'une des villes les plus dynamiques et les plus vivantes de la métropole algéroise par des activités culturelles. Elle est déjà marquée par un début de développement du tourisme au niveau de la station balnéaire El Djamilia. La présence des éléments naturels qui aident à la croissance touristique.

##### 1.2. SITUATION DE LA VILLE

La ville de Ain Benian est située à 15km à l'ouest d'Alger et 7km au nord de Chéraga. La ville s'étend sur une superficie de 13,26 km<sup>2</sup>, pour une population de 68 354 habitants (2008), soit une densité de 5 155 hab / Km<sup>2</sup>.

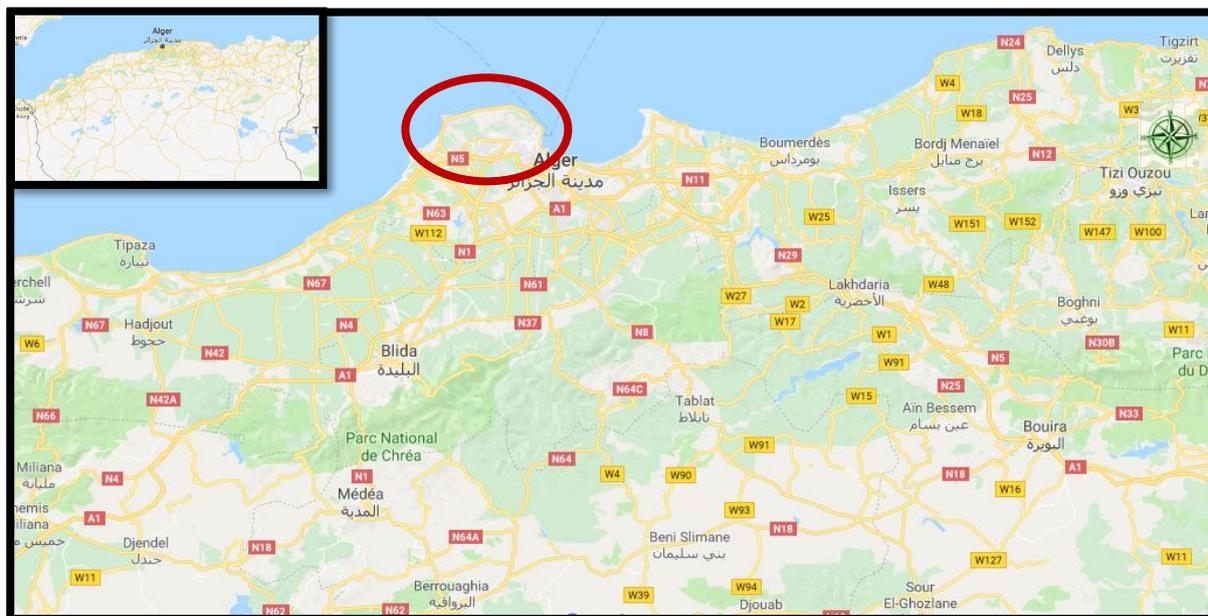


Figure 15 : La ville de Ain Benian dans la région. Source : Google-Maps



Figure 16 : La ville de Ain Benian dans la wilaya d'Algier. Source : Google-Maps

La ville de Ain Benian est limitée :

- Au Nord par la mer Méditerranée ;
- A l'Est par la commune de Hammamet ;
- A l'Ouest par la mer Méditerranée ;
- Au Sud par la commune de Cheraga

L'accessibilité de la ville se fait par la seule voie principale RN 11, avec quelques voies secondaires à l'intérieur du tissu existant et qui se terminent généralement en impasse.

Le tissu urbain est composé de l'agglomération chef-lieu traversée par la RN 11 d'Est en Ouest. L'agglomération chef-lieu est composée d'un noyau colonial et des zones d'extension Est Ouest et Sud.

### Quartiers de la ville :

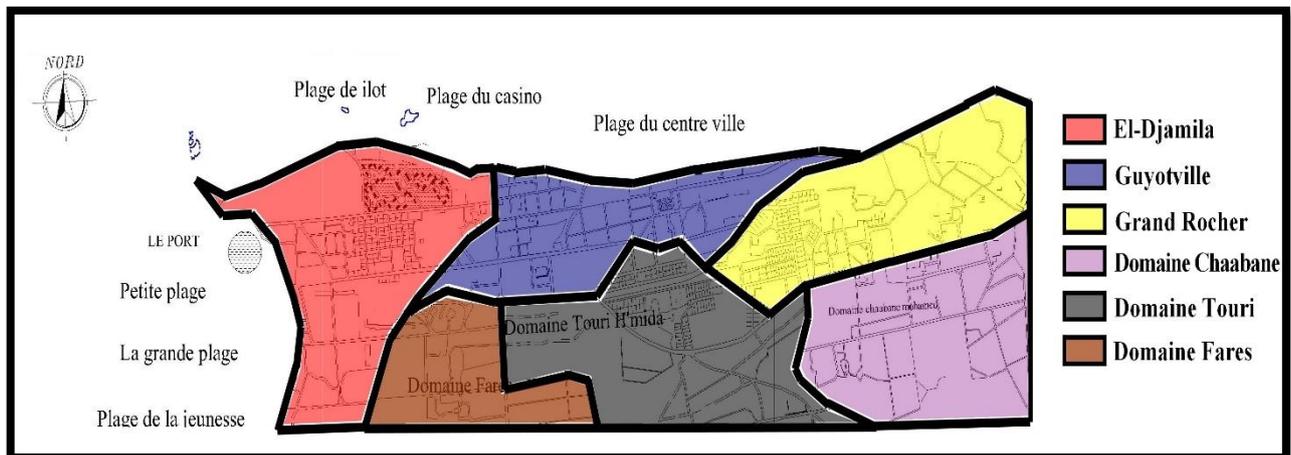


Figure 17 : Carte des quartiers d'Ain Benian  
Source : APC Ain Benian

**Quartier El-Djamila** : Habitat collectif & individuel, Hôtels & port.

**Quartier Guyotville** : Habita individuel, Stade, Salle omnisport et Polyclinique

**Quartier Grand-Rocher** : Habitat collectif & individuel, Hôtel & Polyclinique

**Domaine Chaabane** : Habitat rural (précaire)

**Domaine Touri** : Habitat rural (précaire)

**Domaine Fares** : Habitat rural (précaire)

### 1.3.SITUATION DU SITE D'INTERVENTION

Le site d'intervention est une propriété privée, appartenant au groupe « SONATRACH », se situe à l'Ouest de la ville de Ain Benian, dans le centre du quartier d'El-Djamila, délimité par des voies mécaniques. Le terrain se trouve actuellement en friche, représente une dent creuse dans le tissu urbain, dans lequel il se trouve un grand potentiel, et une opportunité pour l'implantation d'un éco-quartier.

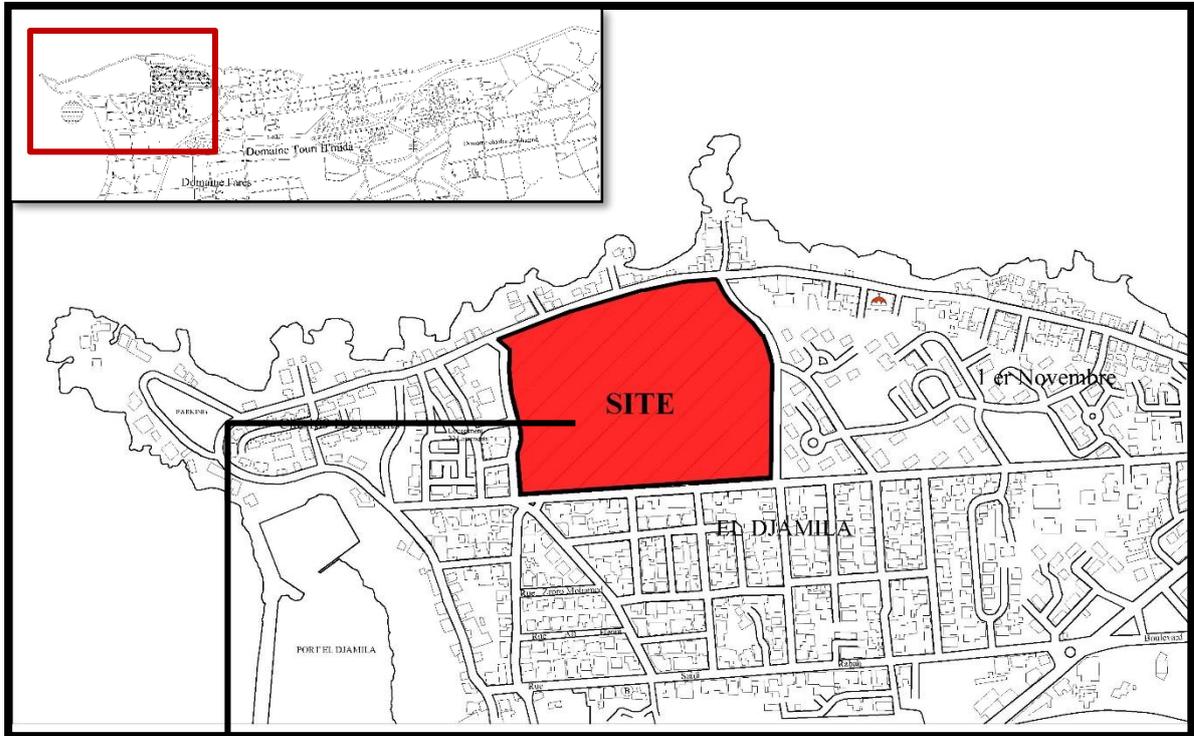


Figure 18 : Localisation du site d'intervention  
Source : APC Ain Benian



Figure 19 : Vue sur le site d'intervention  
Source : Auteurs

## 1.4. ACCESSIBILITES

### Accessibilité de la ville :

L'accessibilité de la ville de Ain Benian se fait par la RN11, venant de Bainem de l'Est et de Staoueli de l'Ouest, et par le CW11 venant de Cheraga. Cela permet une accessibilité facile à la ville.



Figure 20 : Accessibilité de la ville de Ain Benian.

Source : Google-Earth

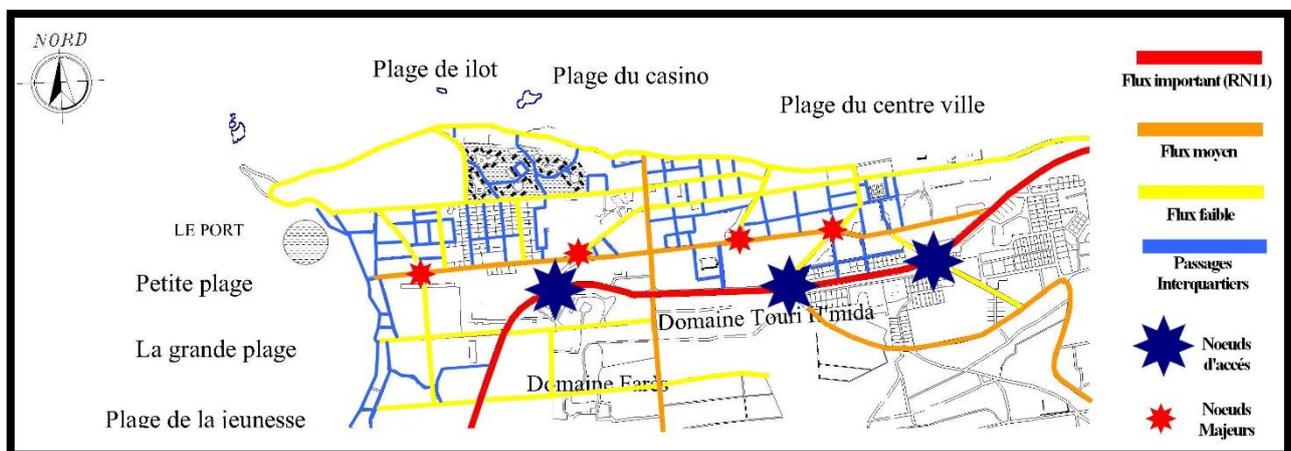


Figure 21 : Carte des voies et des nœuds d'Ain Benian

Source : APC Ain Benian

### Accessibilité du site d'intervention

De par sa position au centre du quartier d'El-Djamila, notre îlot devient le cœur du quartier, comme il joue un rôle d'articulation entre les différentes parties du quartier.

Notre terrain communique avec une voie qui mène vers le centre-ville de Ain Benian, tandis que plusieurs voies tertiaires le traverse de part et d'autres.

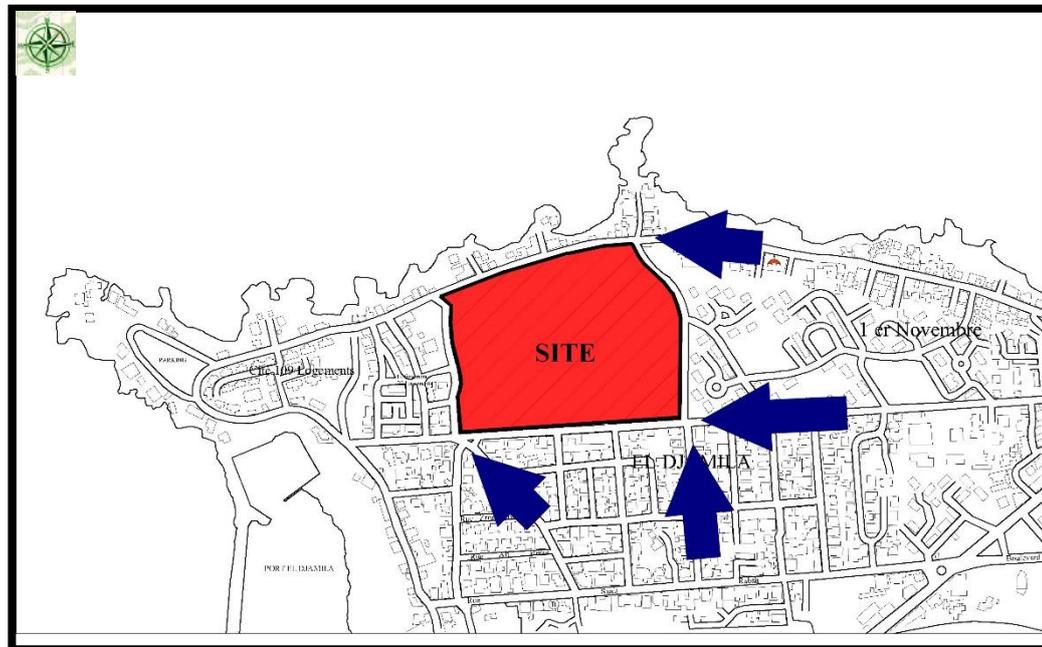


Figure 22 : Localisation des accès au site d'intervention  
Source : APC Ain Benian

1.4.

## Synthèse :

ATOUS MAJEURS DE LA VILLE	
<p><b>Situation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Un littoral d'environ 11 km.</li><li>- Proximité d'Alger-centre</li></ul>  <p>Figure 29 : Situation de la ville par rapport a Alger-centre Source : Google-Maps</p>	<p><b>Profil de la ville :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Touristique (Hôtels, Restaurants ...)</li></ul>  <p>Figure 30 : Hôtel de la ville Source : Tripcarta.com</p>  <p>Figure 31 : Plage Ain Benian Source : alger-city.com</p>
<p><b>Contenu naturel &amp; humain :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- La mer méditerranéenne</li><li>- Proximité de la forêt de Bainem</li><li>- Proximité du CET Oued Alleug</li></ul>	<p><b>Etat des lieux :</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Disponibilité de plusieurs moyens de transport</li><li>- Accessibilité facile</li></ul>

Tableau 09 : Les atouts de la ville de Ain Benian  
Source : Auteurs

## 1.5. ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT NATUREL

### Températures :

Deux saisons dominant dans la région de Ain Benian ; une saison chaude qui s'étale de Juin à Octobre où les températures moyennes de l'air varient entre 23°C et 30°C et se rafraichissent en Novembre et une autre saison qui débute en Décembre et s'achève en Mars où les températures moyennes varient entre 11°C et 18°C.

Le mois le plus chaud est le mois d'août et le mois le plus froid est le mois de janvier on a enregistré une température minimum de 5.7°C (en hiver) , et une température maximum de 33°C (en été)

#### Températures moyennes (°C)

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
MIN	6	5	7	8	12	16	19	20	18	14	10	7
MAX	17	18	20	22	25	29	32	33	30	27	21	18

Figure 32 : Tableau montrant les températures moyennes de Ain Benian au cours de l'année  
Source : climat-data.org

Recommandations : Il est recommandé d'utiliser les diapositifs actifs : la climatisation pendant l'été et le chauffage pendant l'hiver.

## Précipitation :

Dans la ville de Ain Benian, le mois le plus sec est celui de juillet avec seulement 2mm, mais par contre en mois de décembre, nous définissons le mois le plus haut en terme de précipitations avec une moyenne de 114mm.

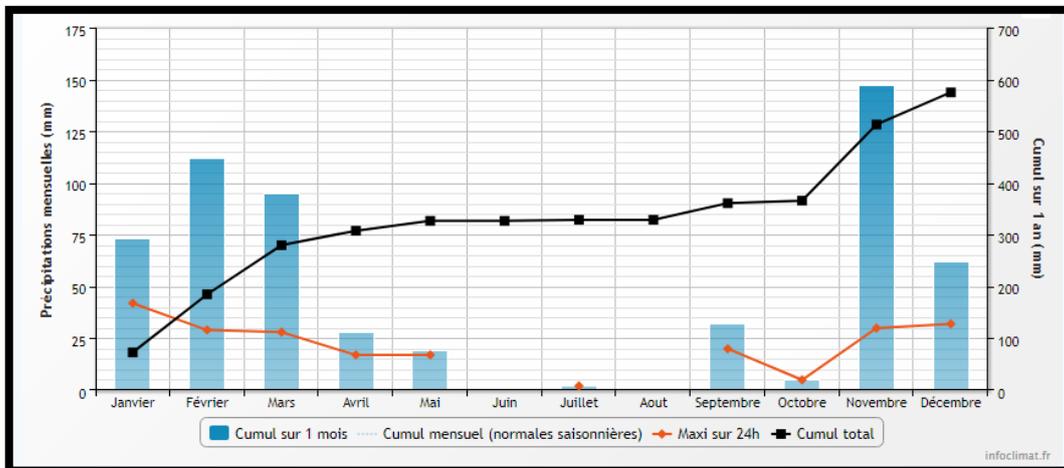


Figure 33 : Tableau montrant les précipitations moyennes de Ain Benian au cours de l'année  
Source : infoclimat.fr

Recommandations : Favoriser la récupération des eaux pluviales.

## Ensoleillement :

La région de Ain Benian est caractérisée par un été ensoleillé et un hiver nuageux. Le tableau révèle l'existence de trois périodes où l'ensoleillement est :

- Fort entre Juin et Août atteignant son maximum, 329 h en Juillet ;
- Faible de Novembre à Février avec une moyenne de 160 h ;
- Moyen réparti en deux phases, de Mars à Mai et de Septembre à Octobre.

Heure de soleil par an 2776h.

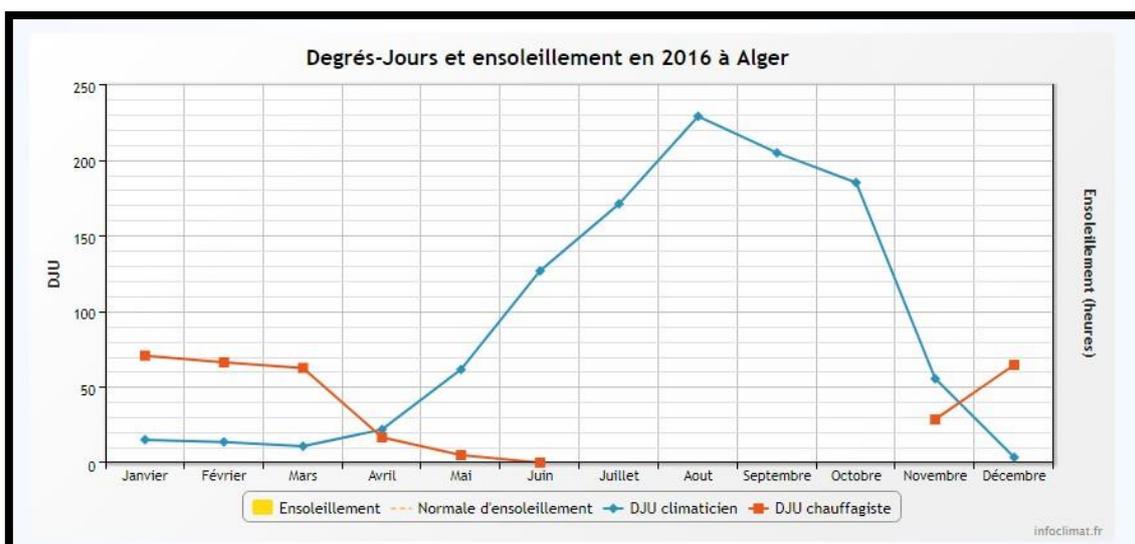


Figure 34 : Tableau montrant les heures d'ensoleillement de Ain Benian au cours de l'année  
Source : climat-data.org

**Recommandations :** Favoriser la porosité à l'échelle du quartier pour éviter l'ombrage intensif, et se protéger de la surchauffe pour les façades orientés Ouest.

### **Humidité :**

Le mois le moins humide est le mois de juillet avec un taux d'humidité moyen de 67 %, et le mois le plus humide est le mois de Février avec un taux d'humidité moyen quotidien de 79% sachons que la partie la plus chaude de la saison tend à être la moins humide.

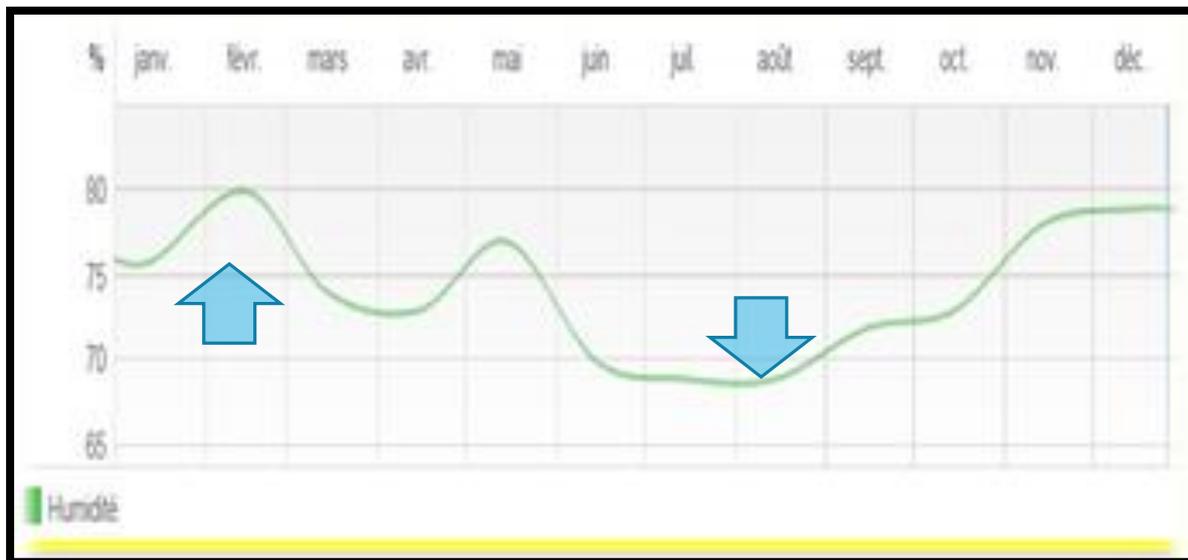


Figure 35 : Tableau montrant le taux d'humidité de Ain Benian au cours de l'année  
Source : climat-data.org

**Recommandations :** Favoriser la minéralisation par des bassins et la végétation pour humidifier l'air afin d'avoir de la fraîcheur pendant le mois sec (été).

### **Vents :**

Les vents qui prédominent Ain Benian sont :

- Des vents secs et froid du Nord et Nord-Est, De mars-avril à octobre, ces vents sont chauds et parfois humides par suite de leur passage sur la mer
- Vents d'Ouest et Sud-Ouest, Ils soufflent du sud-ouest au nord-ouest. Une grande partie des précipitations provient de ces vents, ce qui permet à Ain Benian d'être relativement arrosée.
- Vents du Sud (sirocco) Secs et chauds, les vents du Sud qui soufflent surtout au printemps et en automne, avec une fréquence de 5 à 10 jours par an.

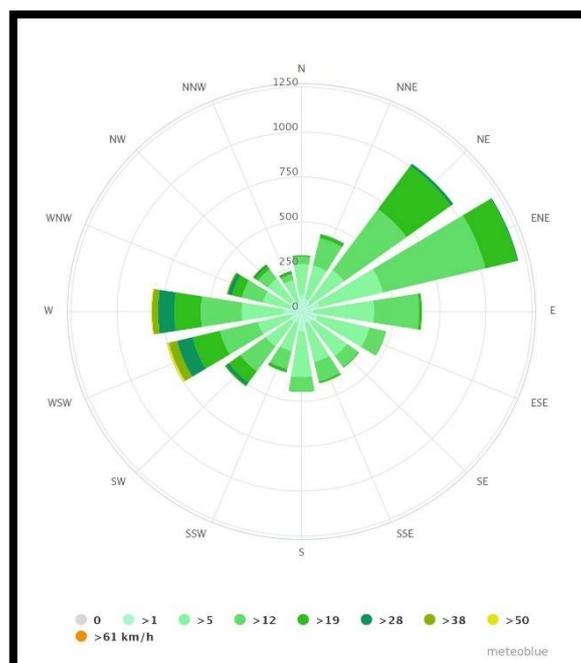


Figure 36 : La rose des vents de Ain Benian au cours de l'année  
Source : climat-data.org

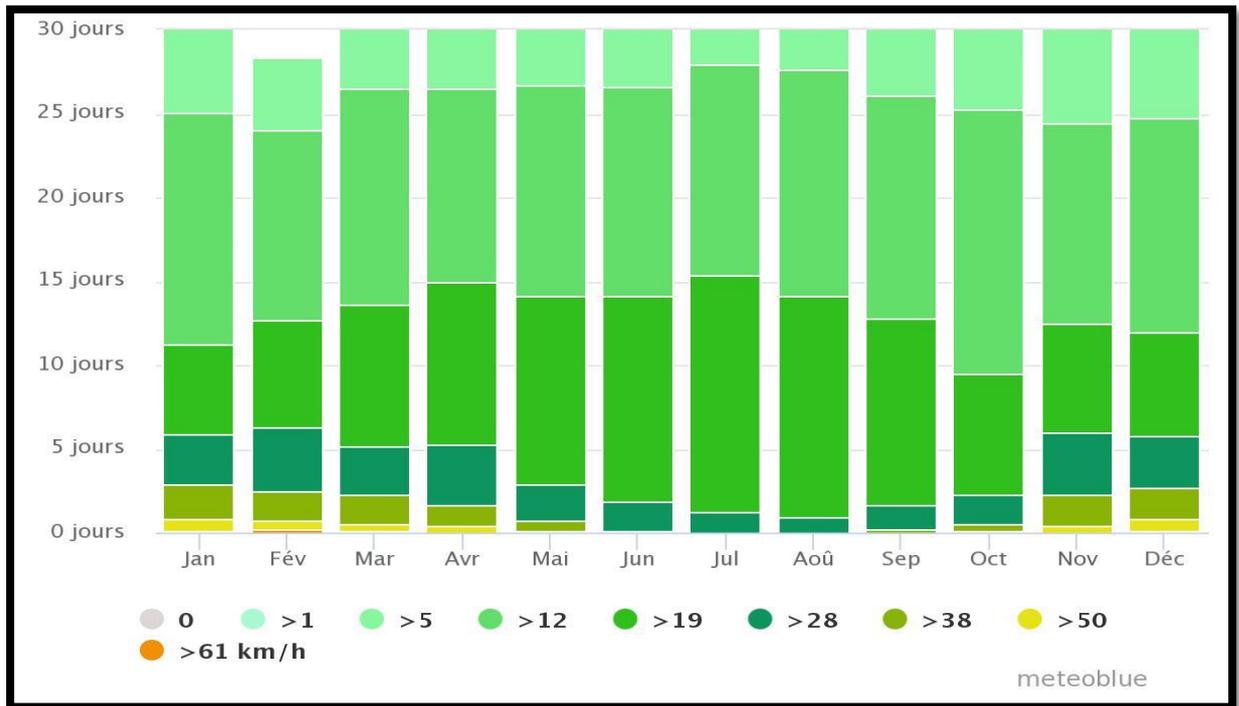


Figure 37 : La vitesse des vents de Ain Benian au cours de l'année  
 Source : climat-data.org

Recommandations : Favoriser une protection, afin de contrarier les vents dominant et assez puissants, surtout en période d'hiver

**Etude morphologique**

Forme et surface :

La forme de notre terrain est irrégulière, dans la plus grande cote mesure 345m, la surface totale est de 8 hectares.

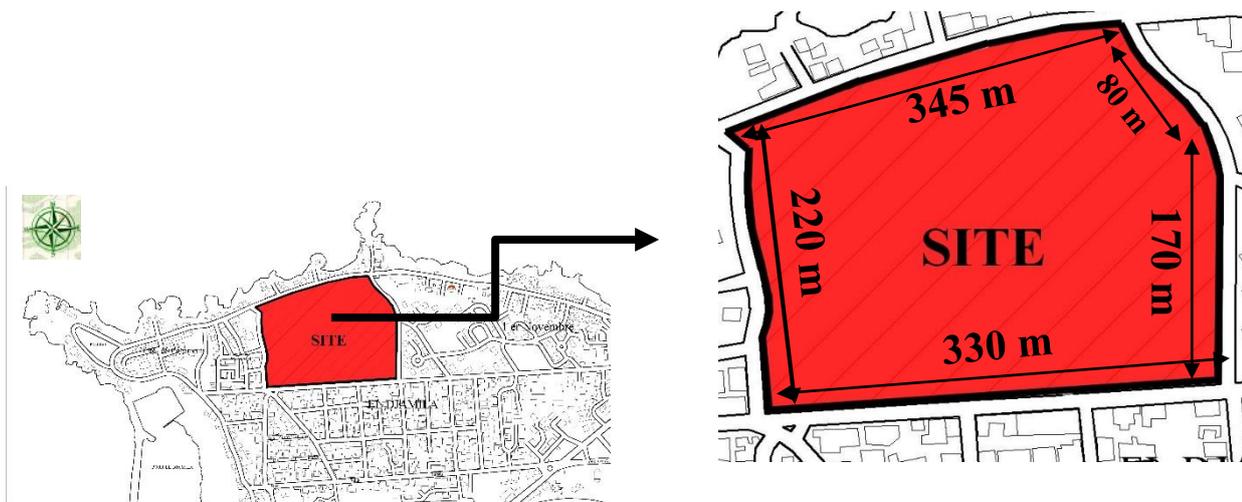


Figure 38 : Situation et caractéristiques du terrain  
 Source : APC Ain Benian

## Topographie :

L'altitude moyenne du terrain est de 15m.

Des coupes transversales du terrain nous a permis d'obtenir le profil suivant :

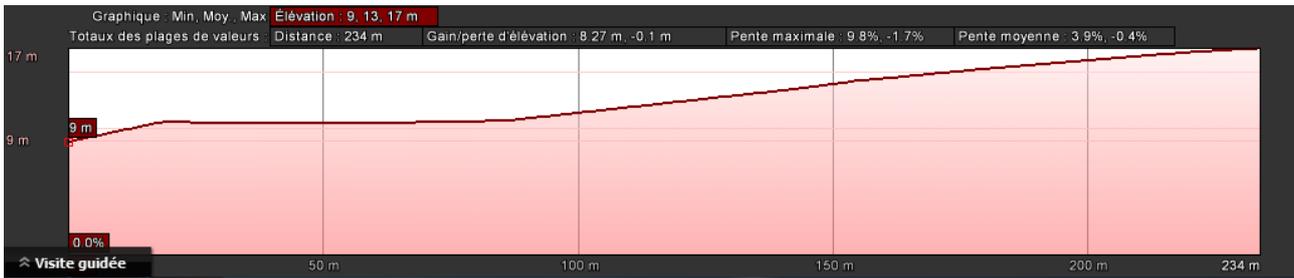


Figure 39 : Coupe transversale du terrain (côté Ouest)  
Source : Google-Earth

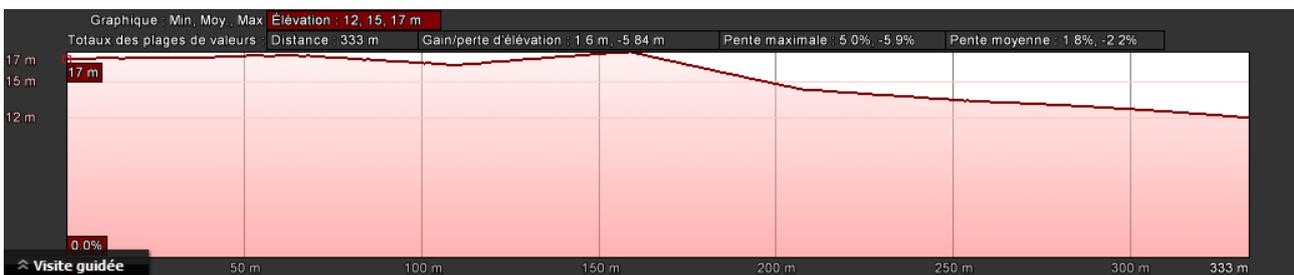


Figure 40 : Coupe transversale du terrain (coté Est)  
Source : Google-Earth

La pente moyenne du terrain est de 1.8%. Elle est considérée comme étant très faible et donc relativement négligeable.

## 1.6. ANALYSE DE L'ENVIRONNEMENT ARTIFICIEL

### Système viaire :

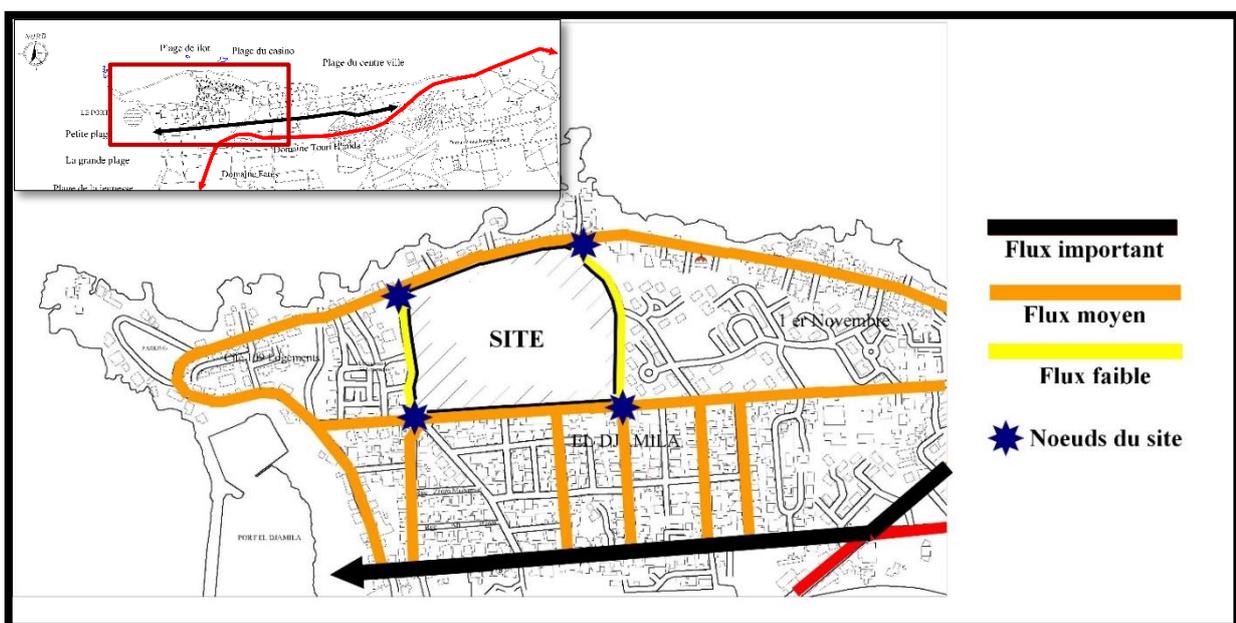
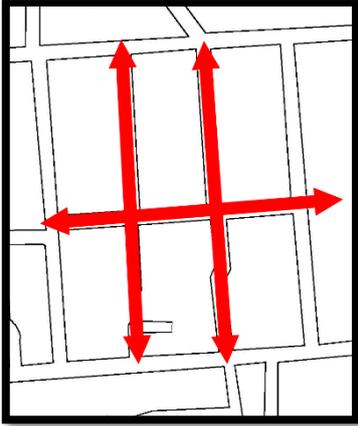
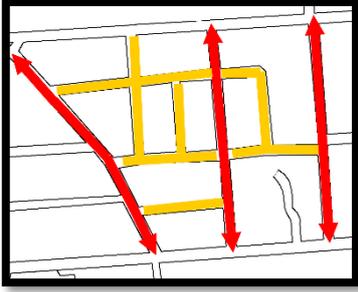


Figure 41 : Voiries à l'échelle du quartier  
Source : Auteurs

<b>Voie statut 1</b>	<b>Voie statut 2</b>	<b>Voie statut 3</b>	<b>Voie statut 4</b>
Boulevard commercial de La Madrague : Voie desservie par la RN 11 reliant le centre-ville de Ain Benian à son pôle touristique : port de pêche et de plaisance	Voie desservie par le boulevard commercial de La Madrague. Elle relie le Boulevard à la route secondaire qui relie la ville au port	Voie secondaire au Boulevard commercial , elle relie la ville de Ain Benian à son port de pêche et de plaisance	Voies utilisé principalement par les habitants du quartier , elle leurs permet d'accorder à leurs logements

Tableau 10 : Statuts des voiries à l'échelle du quartier  
Source : Auteurs

<b>Système</b>	<b>Forme</b>	<b>Désignation</b>
<b>Système en Résille</b>		Un système comprend un grand nombre de chemins directs, conduisant d'un point à un autre.
<b>Système en Boucle</b>		Un système comporte deux chemins pour aller d'un point à un autre.

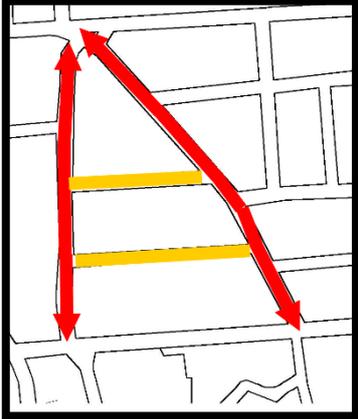
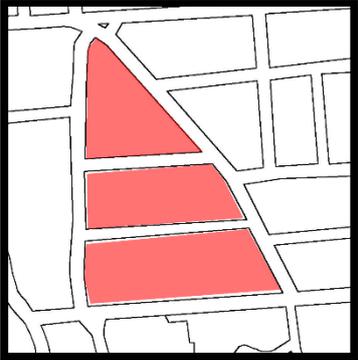
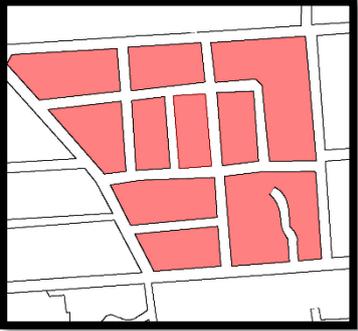
<p><b>Système linéaire</b></p>		<p>Résidence « La Madrague »</p>
--------------------------------	---	----------------------------------

Tableau 11 : Définition des systèmes viaires à l'échelle du quartier

**Système parcellaire :**

Source : Auteurs

<u>Forme</u>	<u>Illustration</u>	<u>Désignation</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Triangulaire</li> <li>- Trapézoïdale</li> </ul>		<p>Résidence « La Madrague »</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rectangulaire</li> <li>- Trapézoïdale</li> </ul>		<p>Résidence « La Madrague »</p>

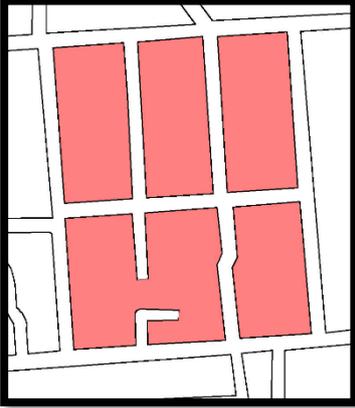
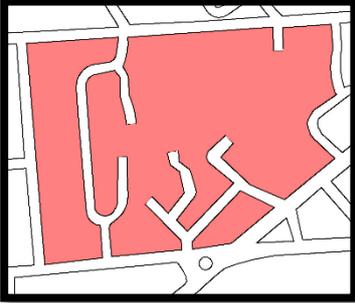
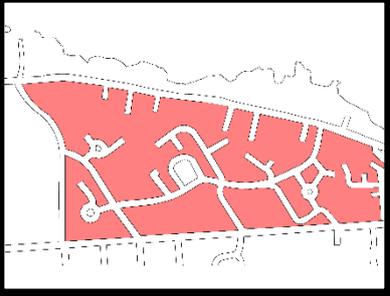
<p>- Rectangulaire</p>		<p>Lotissement « E », El-Djamila</p>
<p>- Irrégulière</p>		<p>Cité 130 logements</p>
<p>- Irrégulière</p>		<p>Cité 500 logements</p>

Tableau 12 : Définition du système parcellaire à l'échelle du quartier  
Source : Auteurs

### Système bâti :

On retrouve aux alentours de notre site des habitations de plusieurs types : Collectif & individuel.

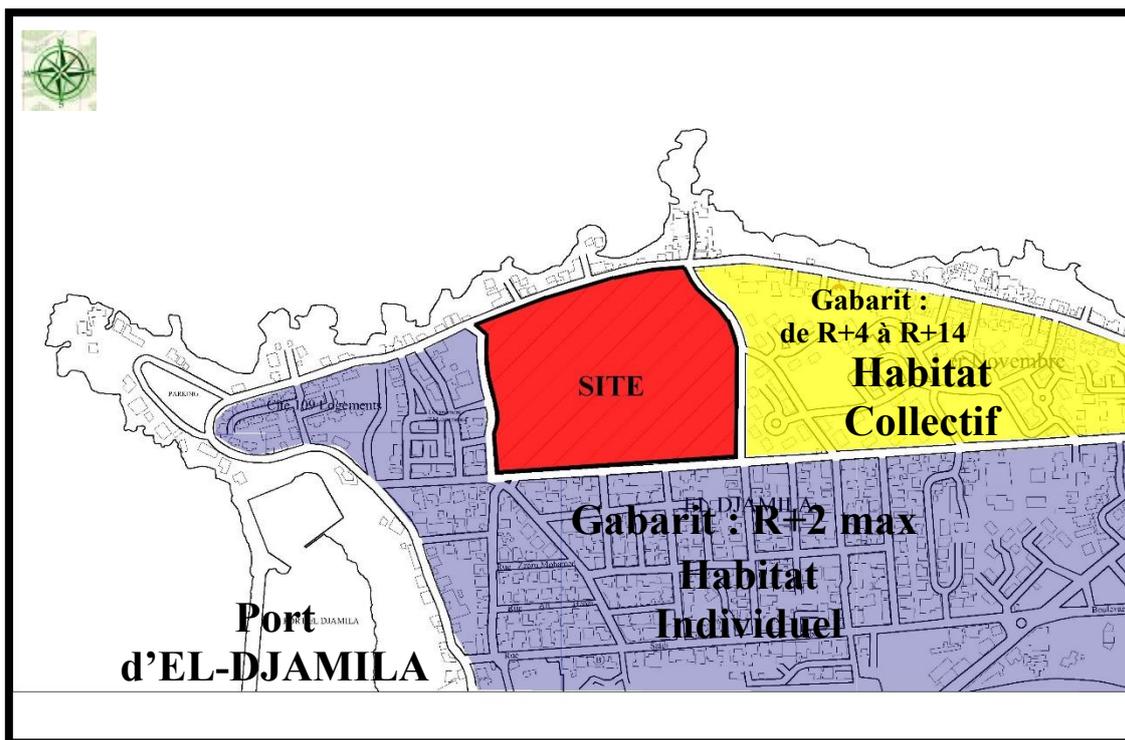


Figure 43 : Environnement immédiat du site d'intervention  
Source : APC Ain Benian

### Analyse des manques :

Groupement scolaire	Hôtel	Auberge de jeunes	Habitat semi collectif	Centre de sport aquatique
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque dans le quartier</li> <li>- Relie 3 quartiers différents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vue de dégagée sur la mer sur un angle de 270°</li> <li>- Proximité port de pêche et de plaisance</li> <li>- Nœud important</li> </ul>	Proximité de la plage	Hiérarchiser les habitations et apporter un équilibre entre l'individuel et le collectif existant	Proximité de la mer

Tableau 13 : Définition des manques de la ville  
Source : Auteurs

**Système non-bâti :**

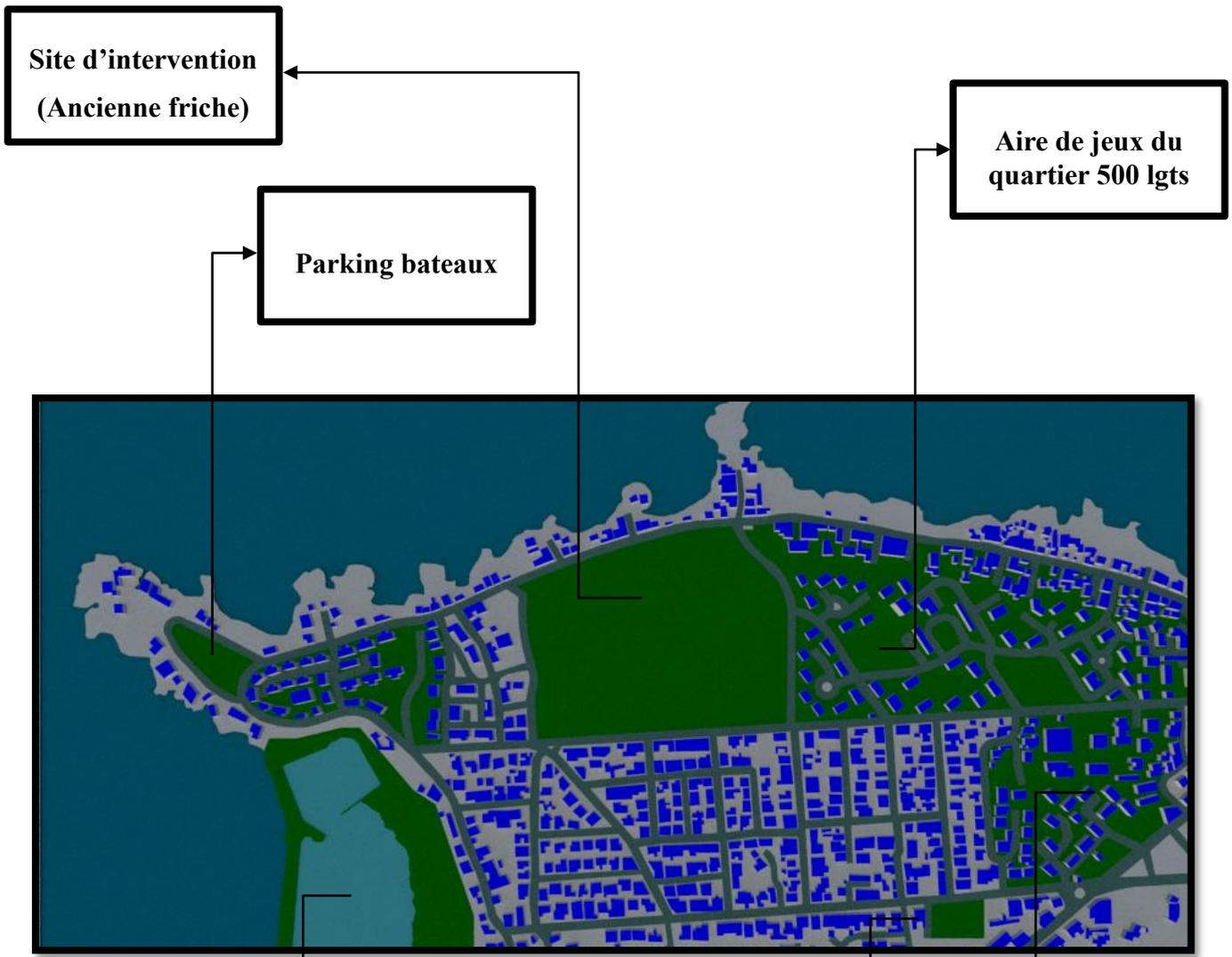
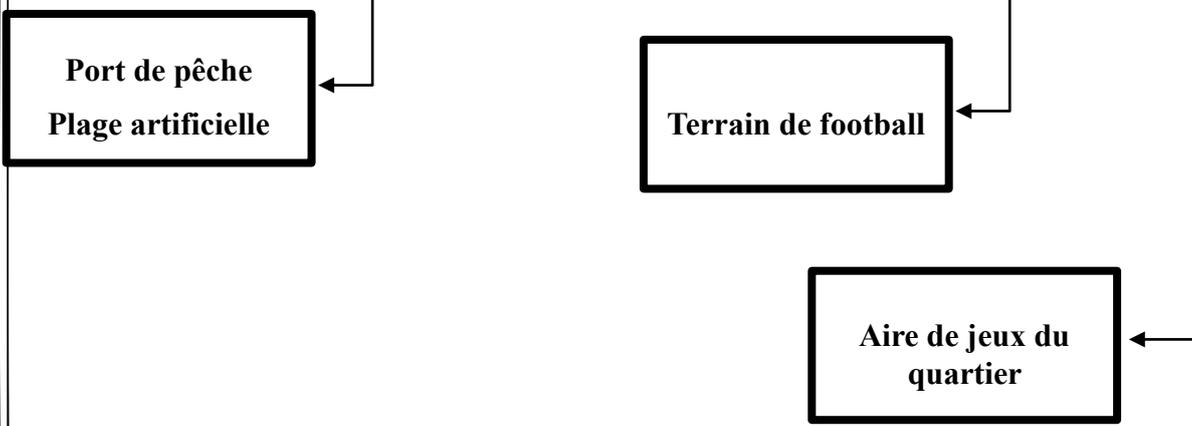


Figure 44 : Carte rapport bâti / non-bâti  
Source : Auteurs



## Définition du programme :

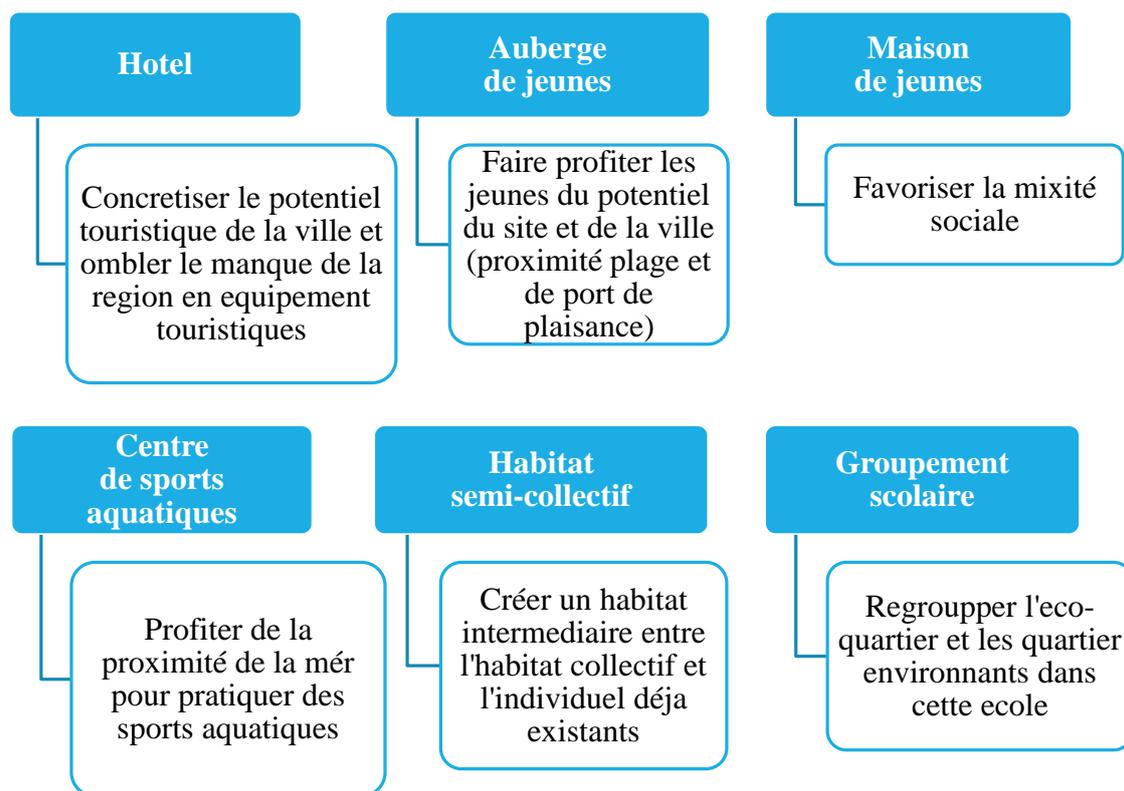


Tableau 14 : Définition du programme de l'éco-quartier

Source : Auteurs

## PHASE CONCEPTUELLE

### 1. A L'ECHELLE DE L'ECO-QUARTIER

#### 1.1. STRATEGIE D'AMENAGEMENT DE L'ECO-QUARTIER

Afin de réaliser un quartier contenant le programme défini dans les étapes précédentes, répondant aux normes urbaines et architecturales, nous allons élaborer une stratégie urbaine, dont on explique la genèse de formation de notre Eco-quartier.

##### 1.1.1. PRINCIPES STRUCTURELS

###### La 1<sup>ère</sup> étape :

Elaboration d'un axe articulatoire orienté Nord-Ouest, afin de profiter de la vue dégagée sur la mer, ainsi pouvoir suivre la continuité des voies existantes.

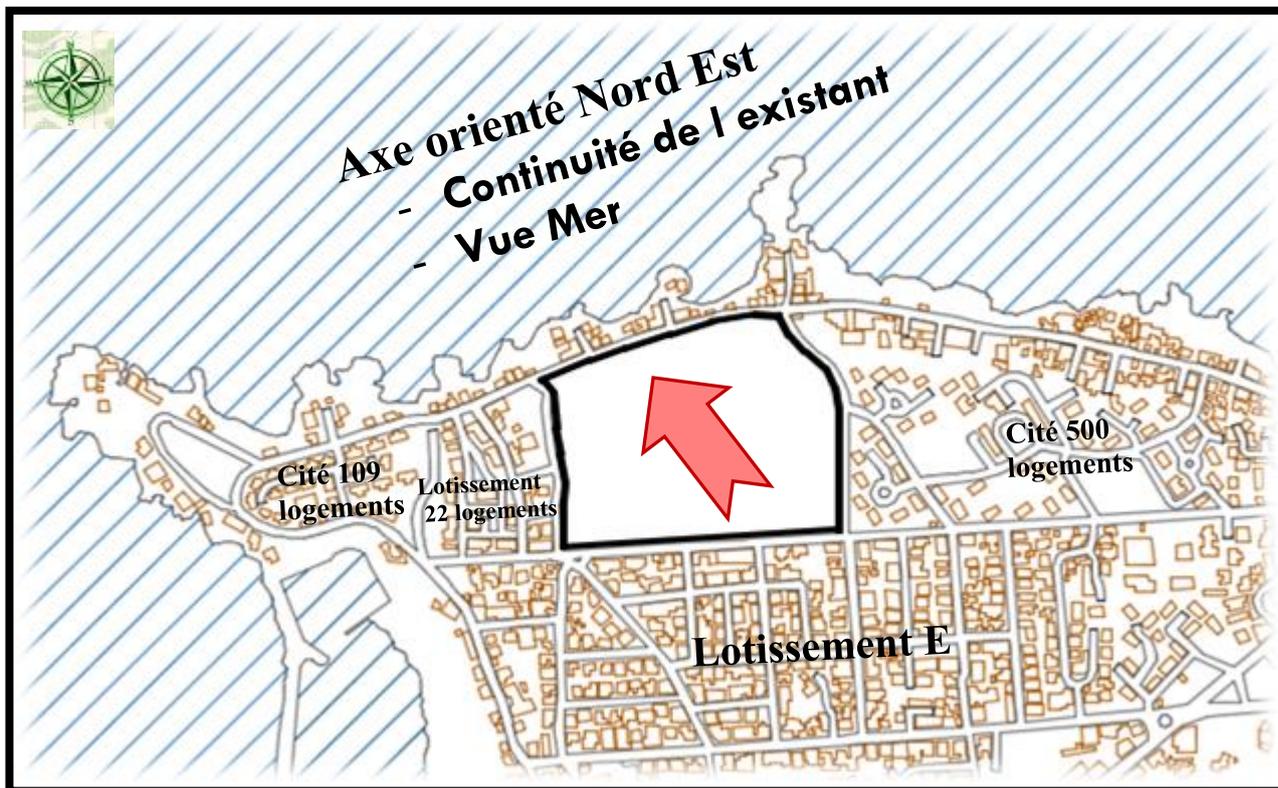


Figure 45 : Schéma de l'élaboration de l'axe articulateur  
Source : Auteurs

**La 2<sup>ème</sup> étape : Définir l'accessibilité**

Définir les différents accès qui peuvent mener a notre site d'intervention, tout en indiquant les accès importants et les accès mineurs, et les matérialiser.

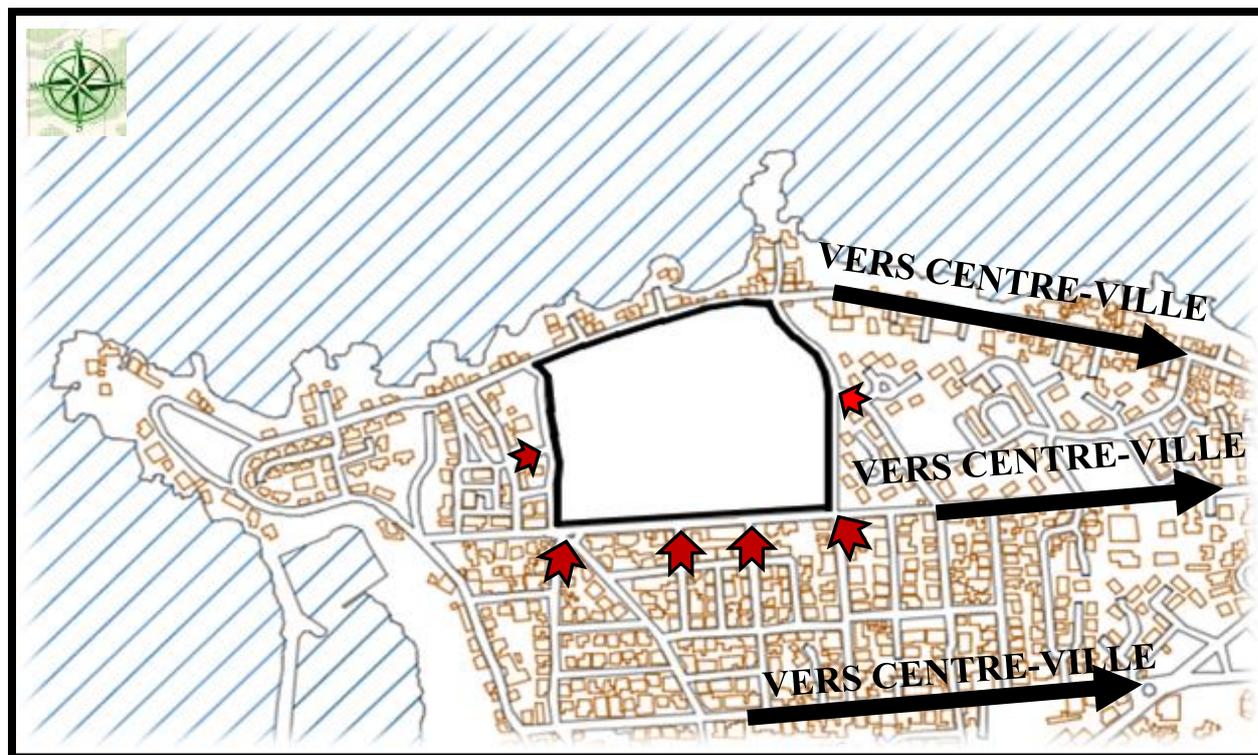


Figure 46 : Schéma de détermination des accès au site  
Source : Auteurs

## 1.1.2. PRINCIPES FONCTIONNELS

### Potentiels du site d'intervention :

Proximité de la mer



Figure 47 : Vue aérienne du quartier  
Source : Flickr.com

Mixité dans le bâtis



Figure 48 : Vue sur le quartier 500 lg  
Source : Auteurs

Proximité de la plage de l'îlot



Figure 49 : Plage l'îlot  
Source : Auteurs



Proximité du port de pêche et de plaisance



Figure 50 : Vue le port d'El-Djamila  
Source : vitamine-dz.com

Proximité du boulevard commercial

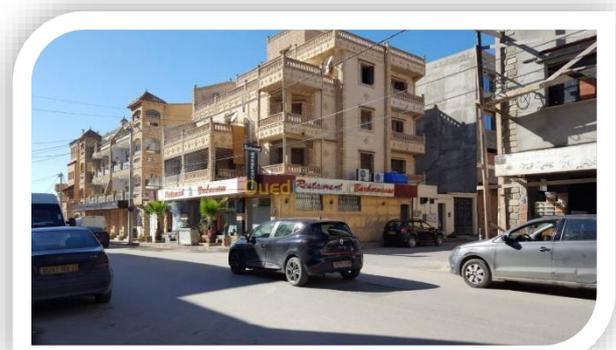


Figure 51 : Vue sur le boulevard Saidi Rabah  
Source : Auteurs

## Organisation fonctionnelle

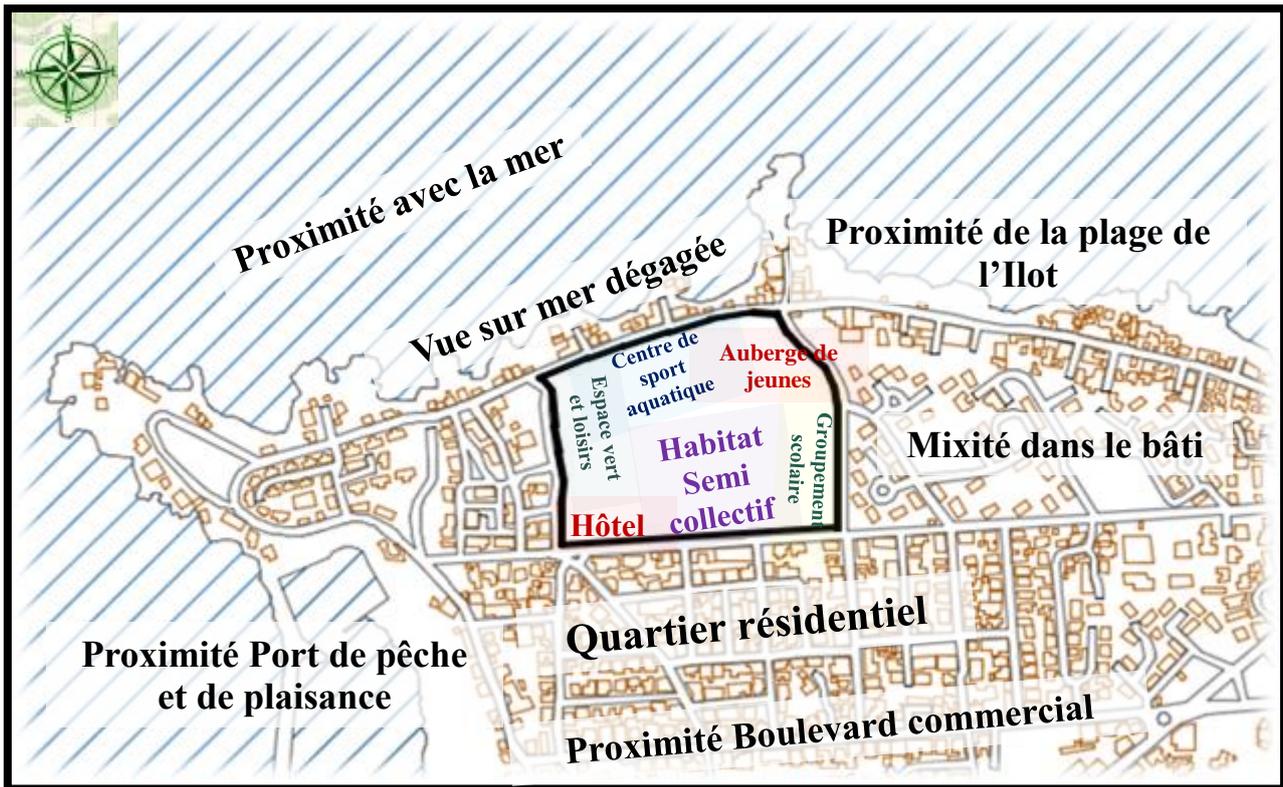


Figure 52 : Schémas d'organisation des entités de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

### 1.1.3. PRINCIPES FORMELS

#### Jonction des voies existantes :

Adaptation de notre site suivant les parcelles et les voies existantes, et définir les voies mécaniques selon leurs statuts

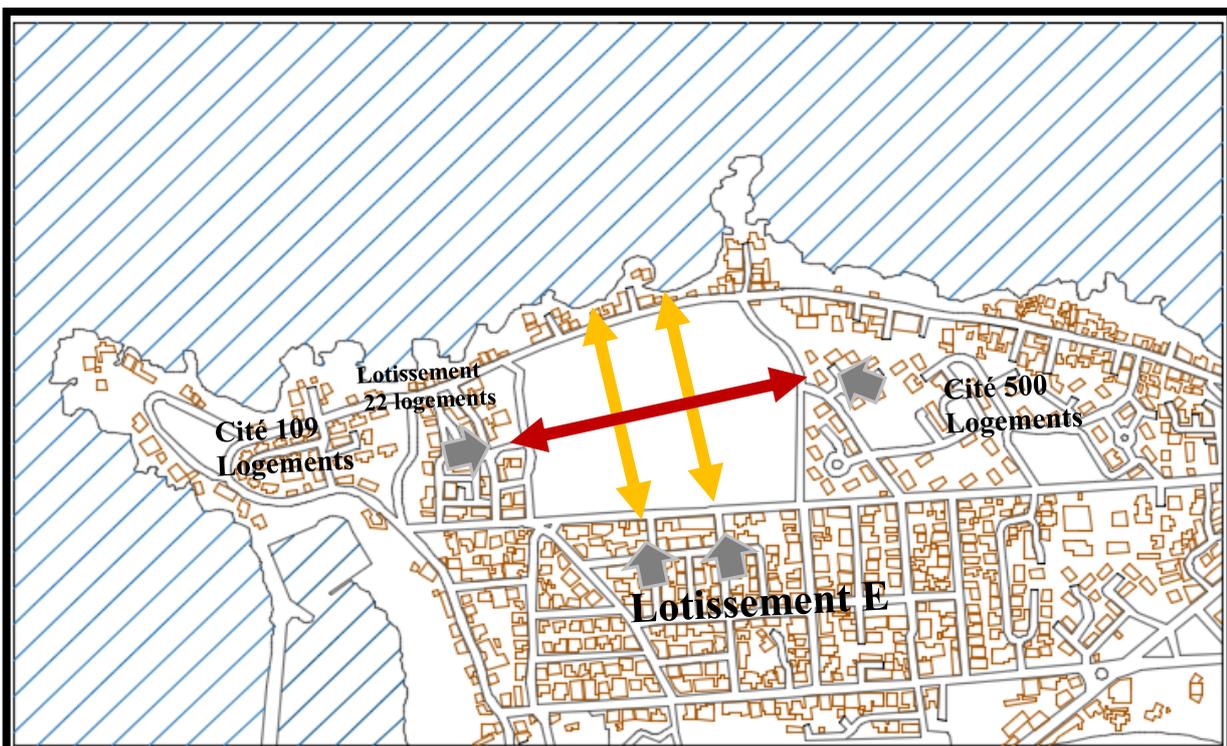


Figure 53 : Schémas de désignation des voies en 3D de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

### Création des voies mécaniques :



Figure 55 : Schémas de synthèse des voies de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

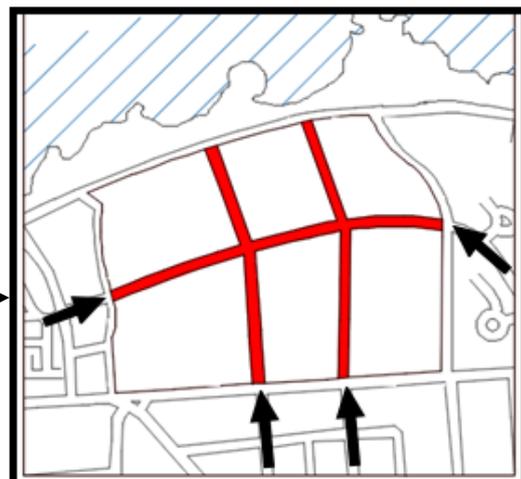


Figure 56 : Schémas des voies de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

### Création des voies piétonnes :

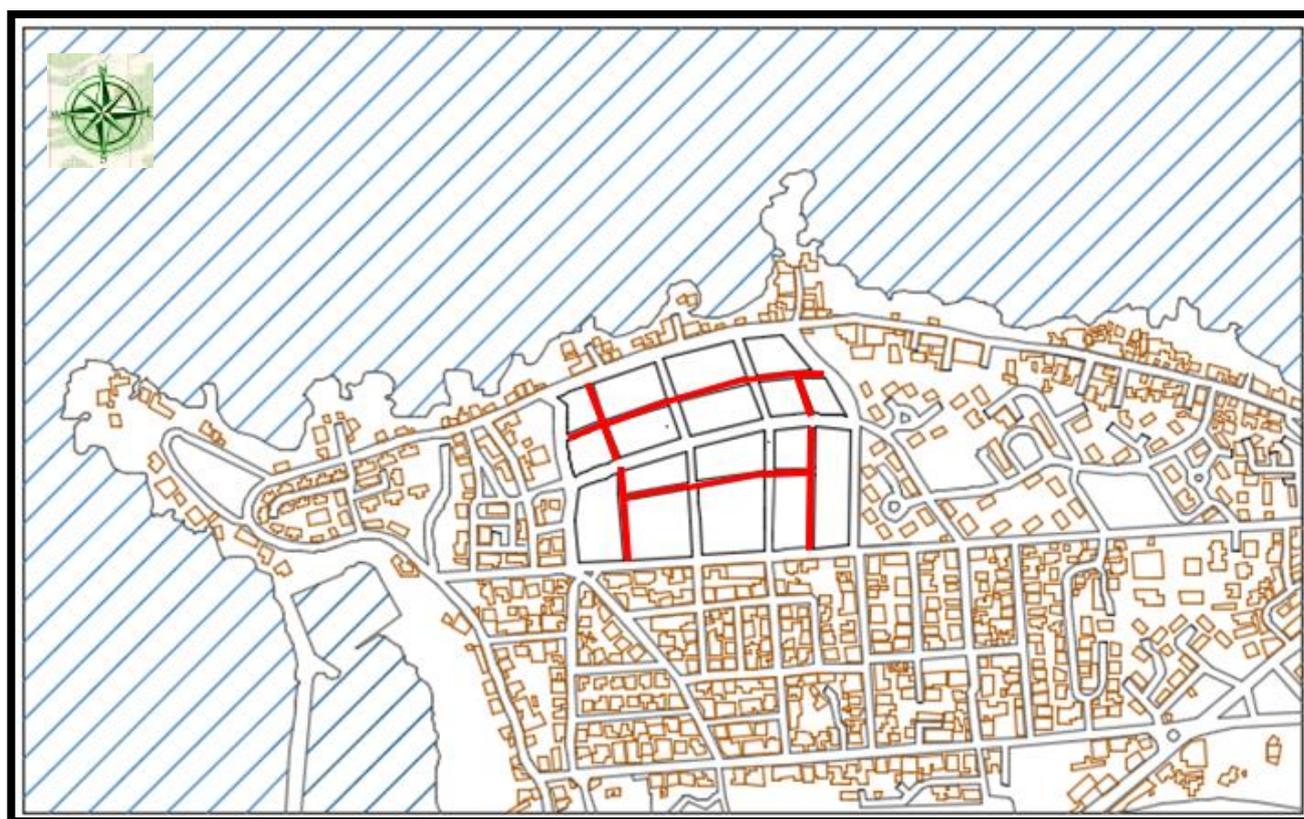


Figure 57 : Schémas des voies piétonnes de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

**Dimensions des voies :**

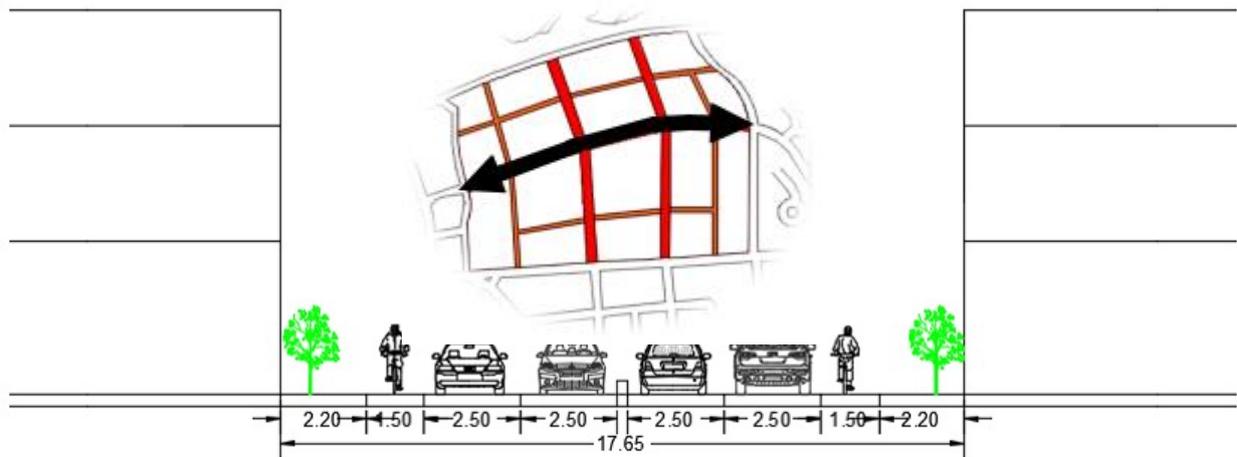


Figure 58 : Coupe schématique du grand boulevard de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

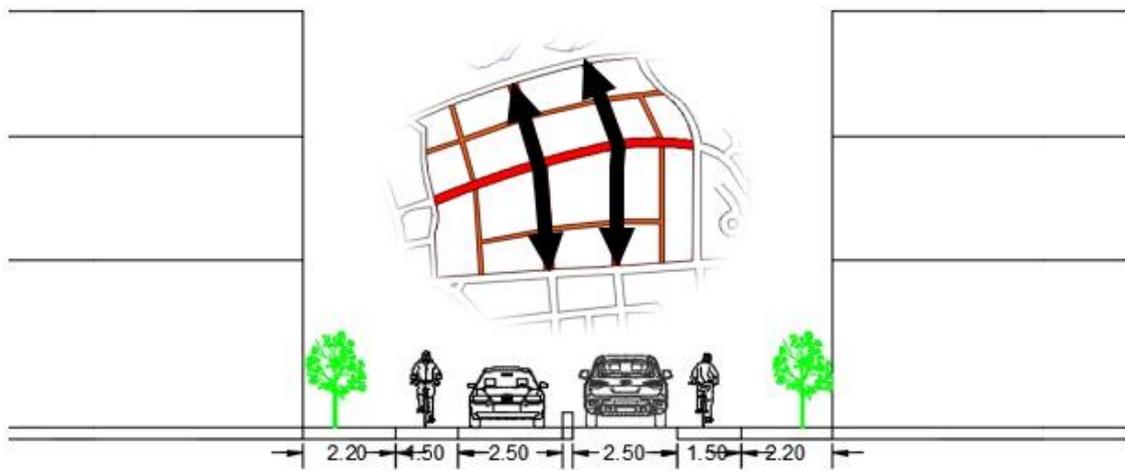


Figure 59 : Coupe schématique des voies mécaniques de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

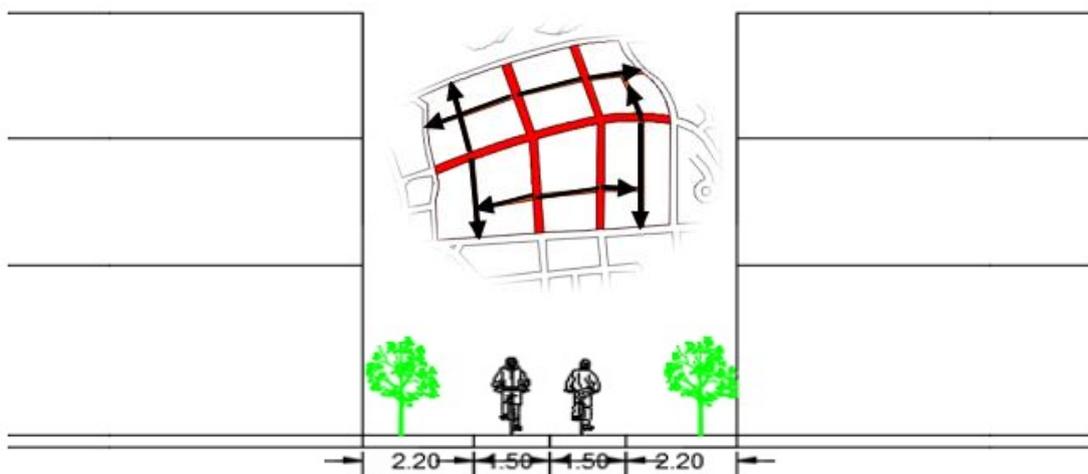


Figure 60 : Coupe schématique des voies piétonnes de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

## **1.2. VERIFICATION DU CONFORT DE L'ECO-QUARTIER**

Le confort ne dépend pas seulement des dispositifs mécaniques, Il est possible de l'atteindre avec une bonne conception architecturale, qui tient compte des techniques passives, du choix judicieux de l'implantation, de l'orientation optimale et des facteurs climatiques environnementaux.

Avec une architecture appropriée qui prendrait en considération ces données, on pourrait améliorer le confort de l'occupant et arriver à un gain d'énergie considérable.

Afin de matérialiser tous cela, nous avons utilisé deux logiciels de simulation « EnviMet » et « Ecotect » pour dans un premier temps constater l'état de fait, proposer des solutions et ensuite re simuler pour constater les résultats.





**1.3.DEMARCHES BIOCLIMATIQUES DE L'ECO-QUARTIER**

### Economie de bouclage des flux :

- Création d'un circuit de récupération de déchets
- Création de locaux de récupération de déchets pour papiers et carton qui sera réutiliser par le groupement scolaire et la maison de jeunes

### Démarches avec objectif social :

- Assurer une mixité socio-économique avec des équipements tel que la maison de jeune et l'auberge de jeunesse
- Assurer une mixité sociale avec des espaces de rencontre et de loisirs (cœur d'îlot)
- Implication de l'ensemble des habitants pour la gestion de l'entretien des espaces commun de l'éco-quartier.
- Création d'espaces communautaires pour différentes activités.



Figure 80 : Plan de mass de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

### Démarches économique :

- Bonne conception des différents projets : Bonne orientation, bonne isolation, utilisation de panneaux photovoltaïques, récupération des eaux de pluies ...

Cela permettra d'avoir des factures moins élevées et avoir un meilleur confort : visuel, thermique et acoustique.

### SYNTHESE FINALE DE L'ECO-QUARTIER :

ENTITE	SURFACE
HOTEL	6 510 m <sup>2</sup>
AUBERGE DE JEUNES	3 800 m <sup>2</sup>
MAISON DE JEUNES	2 000 m <sup>2</sup>
CENTRE DE SPORTS AQUATIQUES	5 550 m <sup>2</sup>
HABITATION SEMI-COLLECTIF	53 500 m <sup>2</sup>
GROUPEMENT SCOLAIRE	7 660 m <sup>2</sup>
ESPACES VERTS ET DE LOISIRS	10 000 m <sup>2</sup>

Tableau 15 : Surfaces des entités bâties de l'éco-quartier Source : Auteurs

## 2. A L'ECHELLE DU PROJET : GROUPEMENT SCOLAIRE

### 2.1. PRESENTATION DU PROJET

Le projet qu'on a choisi « Groupement scolaire », est un équipement qui regroupe deux (2) catégories de cycle d'éducation : la maternelle & le primaire.

Notre équipement s'insère sur une parcelle de 7660 m<sup>2</sup>, située à l'extrême Sud-Est de notre éco-quartier.

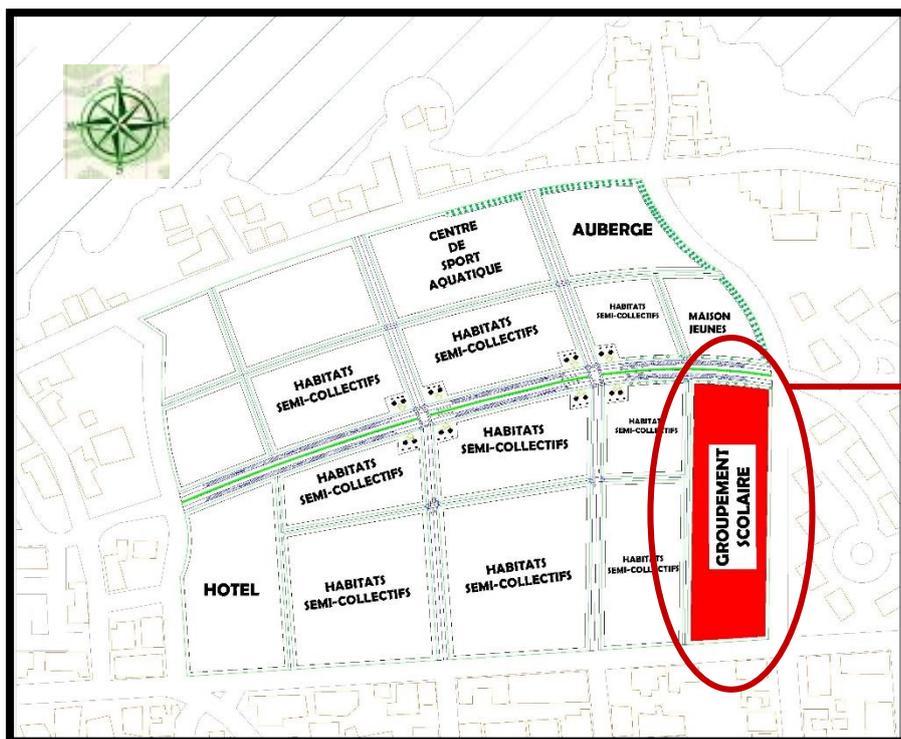


Figure 81 : Localisation de la parcelle dédiée au groupement scolaire  
Source : Auteurs

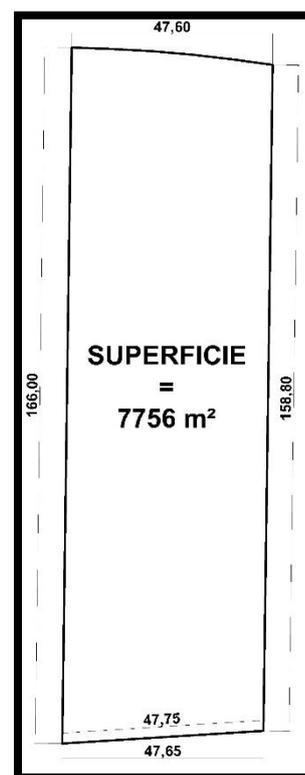


Figure 82 : Caractéristiques de la parcelle  
Source : Auteurs

### 2.2. LE CHOIX DU PROJET

- Manque d'équipements pour les jeunes élèves.
- Les équipements existant ne répondent pas aux normes et ne présente pas les commodités adéquates.
- Conception d'un équipement regroupant toutes les commodités adéquates au développement des élèves.
- Les équipements existant sont utilisés du mois de septembre au mois de mai seulement, proposer un équipement qui pourra être utiliser tous les mois de l'année.
- Absence de mixités entre les différents quartiers environnant, un équipement éducatif peut être le meilleur moyen pour y remédier grâce à la jeune tranche d'âge que vise notre équipement : 4-10 ans.

## 2.3. PRINCIPES ORGANISATIONNELS

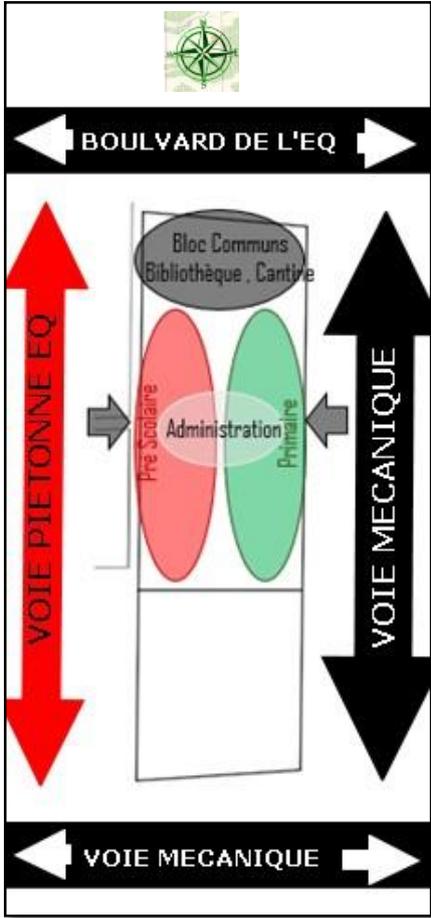
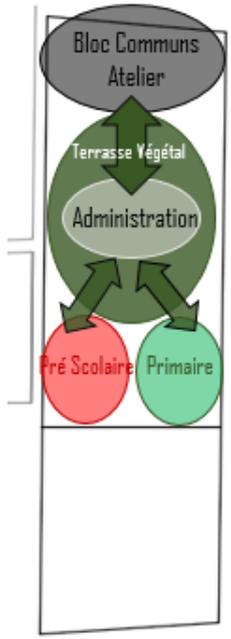
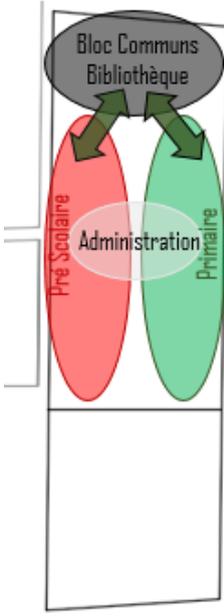
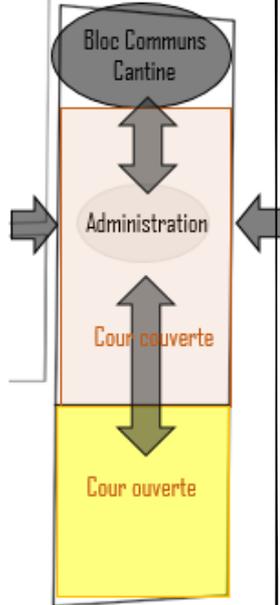
GENERAL	RDC	NIVEAU 1	NIVEAU 2
 <p>Figure 83 : Schéma d'organisation général Source : Auteurs</p>	 <p>Figure 84 : Schéma d'organisation RDC Source : Auteurs</p>	 <p>Figure 85 : Schéma d'organisation niveau 1 Source : Auteurs</p>	 <p>Figure 86 : Schéma d'organisation niveau 2 Source : Auteurs</p>
<p>Le projet sera composé de 4 grandes entités : Primaire, préscolaire, l'administration et le bloc en communs (cantine Bibliothèque)</p>	<p>Le RDC sera composé de 2 cours : une couverte (sur pilotis) et une en plein air + un bloc où se trouve la cantine entre autres.</p>	<p>Le 1<sup>er</sup> niveau sera composé des classes de primaires et de préscolaire (plus dortoir) de l'administration (qui relie toutes les entités) et de la bibliothèque.</p>	<p>Le 2<sup>ème</sup> niveau sera composé des classes de primaires et de préscolaire de l'administration, d'ateliers et de terrasses végétal qui serviront d'espaces pédagogique.</p>

Tableau 16 : Schéma d'organisation des espaces du groupement scolaire  
Source : Auteurs

## **2.4.GENESE DU PROJET**



## Façades :

Dans le cadre de la conception des façades, nous avons opté pour l'adaptation des façades dynamiques. Pour cela, nous avons proposé de dynamiser nos façades selon le profil et le potentiel majeur de la ville, cela en concrétisant la métaphore des vagues de la mer.

Pour cela, nous allons déterminer une trame géométrique à suivre pour l'obtention de la fragmentation (reflets des vagues), cela en reliant plusieurs points important de la façade (un principe géométrique déjà utilisé avant, dans conception formelle).

### Façade EST :

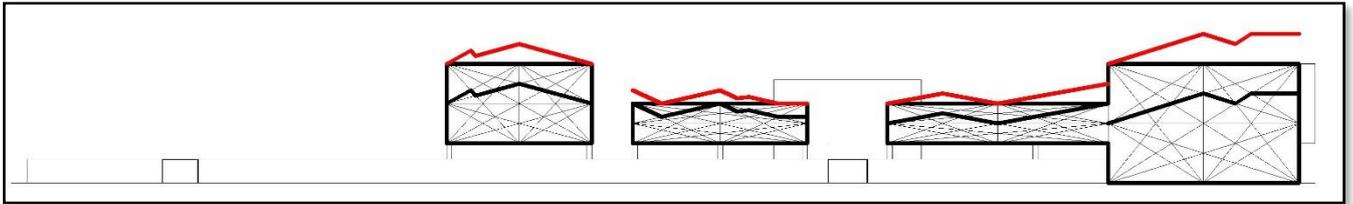


Figure 96 : Schéma de détermination de la géométrie utilisé pour la fragmentation de la façade EST Source : Auteurs

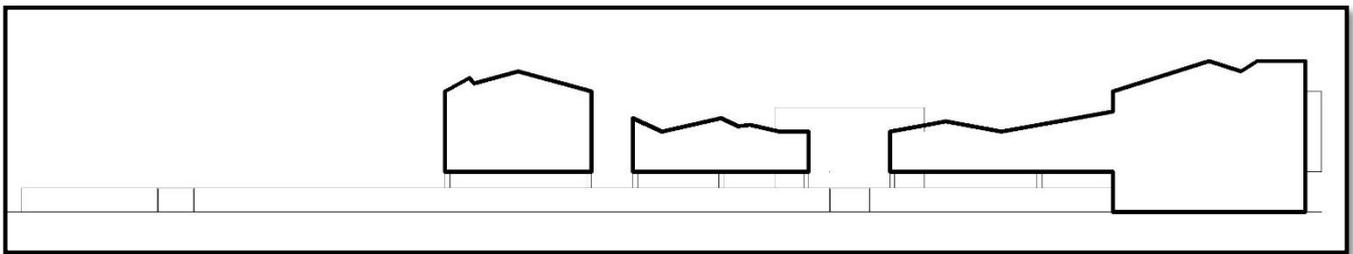


Figure 97 : Schéma synthèse de la forme de la façade EST Source : Auteurs

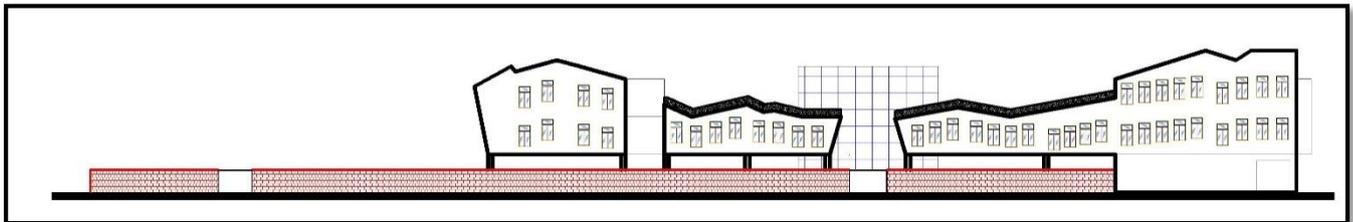


Figure 98 : Adaptation des ouvertures sur de la façade EST Source : Auteurs

### Façade OUEST :

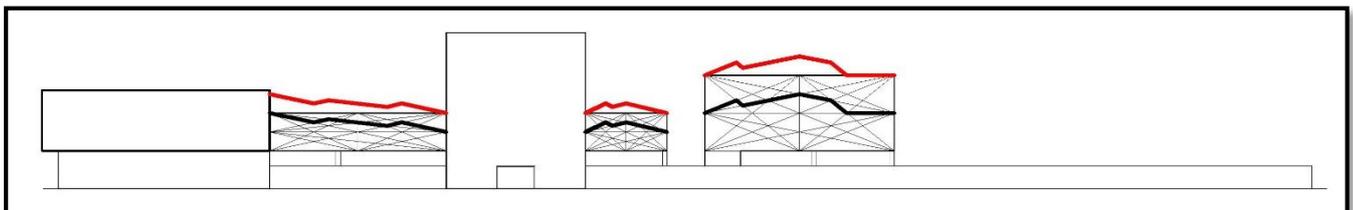


Figure 99 : Schéma de détermination de la géométrie utilisé pour la fragmentation de la façade OUEST  
Source : Auteurs

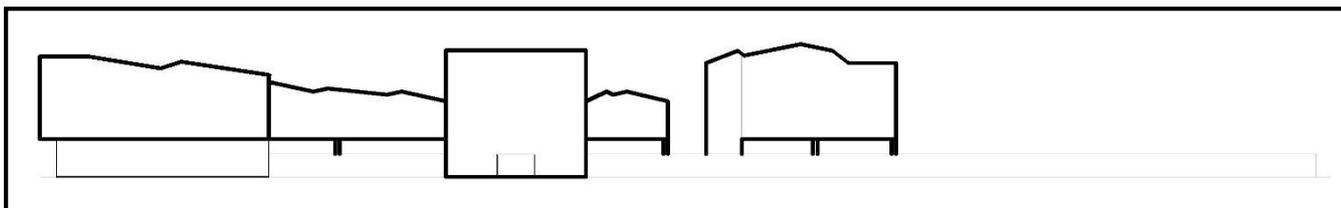


Figure 100 : Schéma synthèse de la forme de la façade OUEST Source : Auteurs

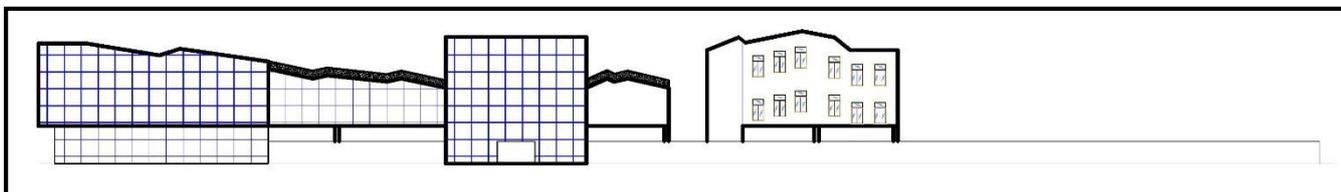


Figure 101 : Adaptation des ouvertures sur de la façade OUEST Source : Auteurs

## 2.5. APPROCHE BIOCLIMATIQUE

### Implantation :

Le groupement scolaire se situe dans l'intersection de trois quartiers différents :

- À l'est les 500 logements (habitats collectifs)
- Au sud quartier d'El-Djamila (habitats individuels)
- À l'ouest Eco-quartier (habitat semi collectif)
- Au nord-ouest Eco-quartier (habitat collectif)

Le groupement scolaire connaîtra une forte mixité sociale. (L'un des principes de l'Eco-quartier)



Figure 102 : Plan de masse de l'EQ Source : Auteurs

## La forme

- Création d'une cour couverte pour se protéger de la pluie/ forte chaleur

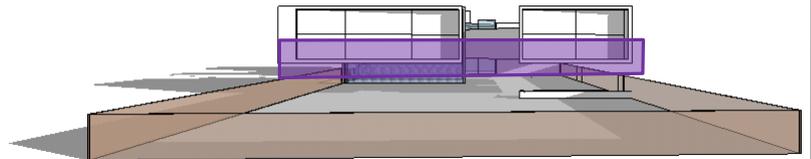


Figure 103 : Vu en 3D Sud du projet  
Source : Auteurs

- Fragmentation du volume en 2 afin de créer une percée de lumière : la fragmentation créera plus de façades : plus d'ouverture : plus de lumière naturel : plus de confort

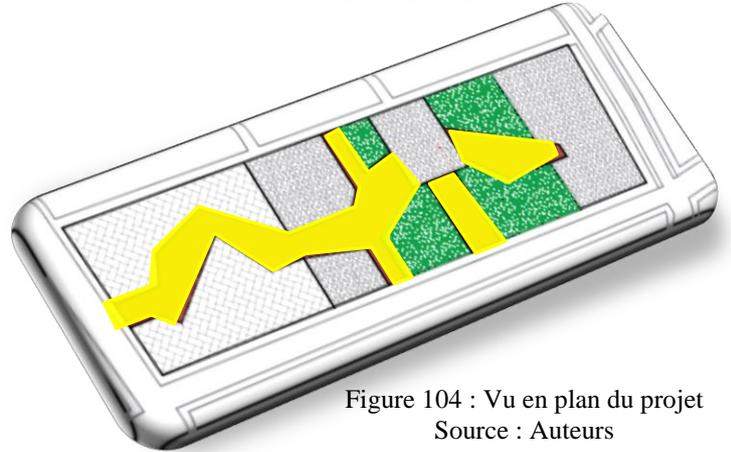


Figure 104 : Vu en plan du projet  
Source : Auteurs

## Orientation

- Favoriser les espaces enseignements sur la façade est afin de profiter de l'insolation matinal (confort visuel)
- Protection de surchauffe sur les façades ouest et sud

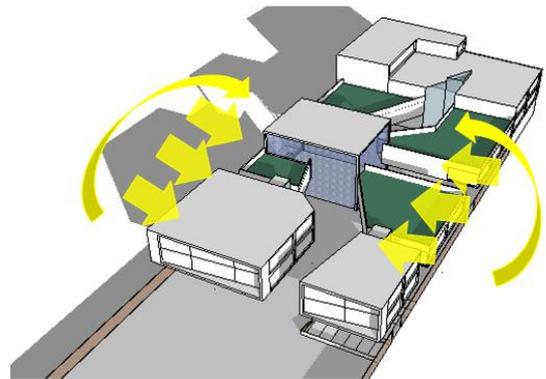


Figure 105 : Vu en 3D du projet  
Source : Auteurs

- Orienter les façades vers l'est pour moins s'exposer à la surchauffe et pour une meilleure qualité d'insolation le matin

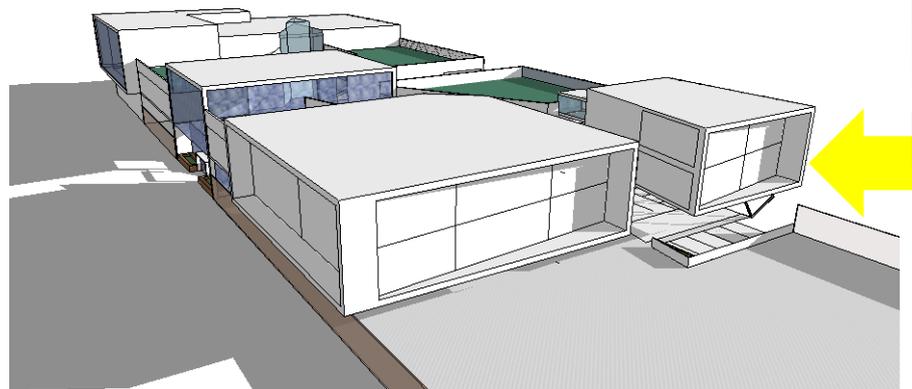


Figure 106 : Vu en 3D du projet  
Source : Auteurs

### Recyclage :

- Gestion des eaux de pluies : Création d'un système de récupération des eaux pluviales à travers les toitures inclinées, qui facilitent l'écoulement des eaux et le pouvoir de gestion et déviation.
- Gestion des déchets : papier et cartons pour les réutiliser

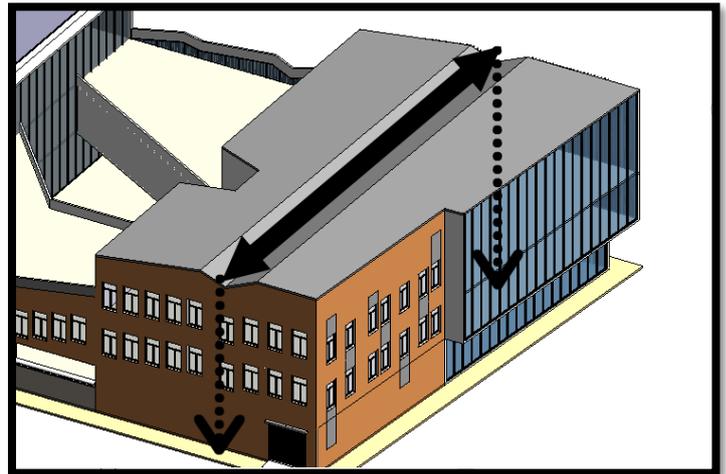


Figure 107 : Circuit d'écoulement des eaux pluviales sur le projet  
Source : Auteurs

### Facades :

- Grande fenêtre 2,8x1,5 m<sup>2</sup>, pour avoir un bon éclairage naturel et garantir le confort visuel pour les salles de cours
- Façade vitres avec bardage en bois pour la bibliothèque :
  - Créer de l'ombrage
  - Meilleure isolation
- Façades Nord, Sud & Est

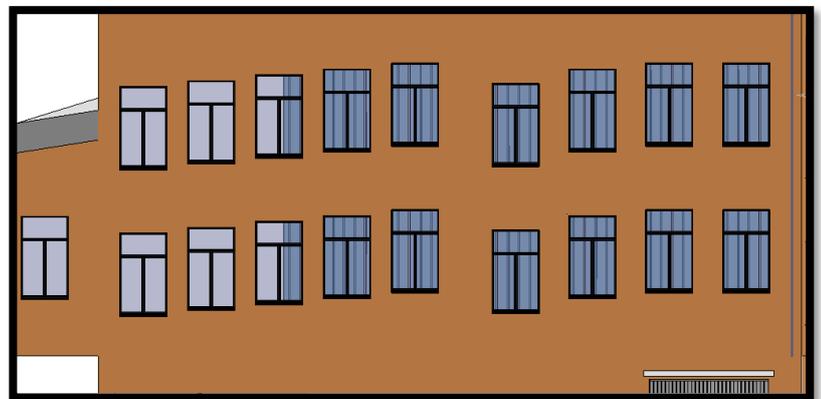


Figure 108 : Les fenêtres des salles de classes  
Source : Auteurs

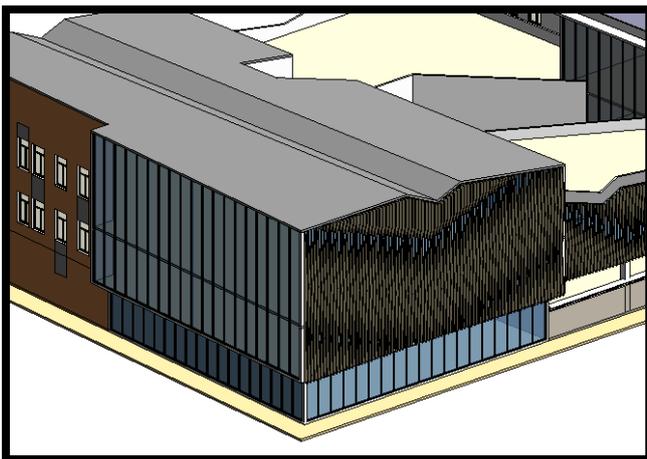


Figure 108 : Vue en 3D sur la bibliothèque  
Source : Auteurs

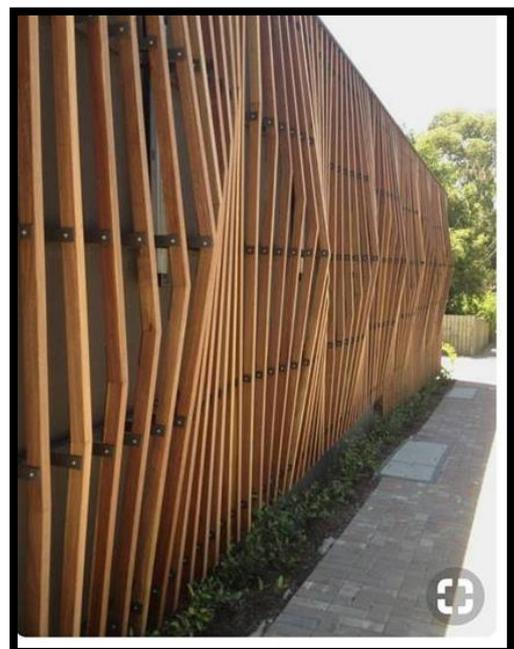


Figure 109 : Système de bardage adapté  
Source : Pinterest sur JUICE Coffee

## Matériaux & aménagements extérieurs

Utilisations de plusieurs matériaux pour l'aménagement extérieur :

- Les espaces minéralisés : pavé en béton (bon drainage des eaux de pluies)
- Le terrain de sport en résine époxy pour amortir les chutes (résistant à la chaleur)
- Espace vert pergolas (ombrage)



Figure 110 : Matériaux utilisés dans l'aménagements extérieurs  
Source : Auteurs

## 4.6.SYSEME CONSTRUCTIF

Pour assurer la stabilité du bâtiment, après avoir consulté des ingénieurs spécialises, on a opté pour deux systèmes structurels :

- Structure poteaux poutres : pour le bloc compact du côté nord du groupement scolaire
- Structure en pilotis avec plancher caisson pour la partie supérieure aux cours, en intégrant des voiles en béton arme.



Figure 111 : Plancher caisson  
Source : Centre de fitness Le Luage, France

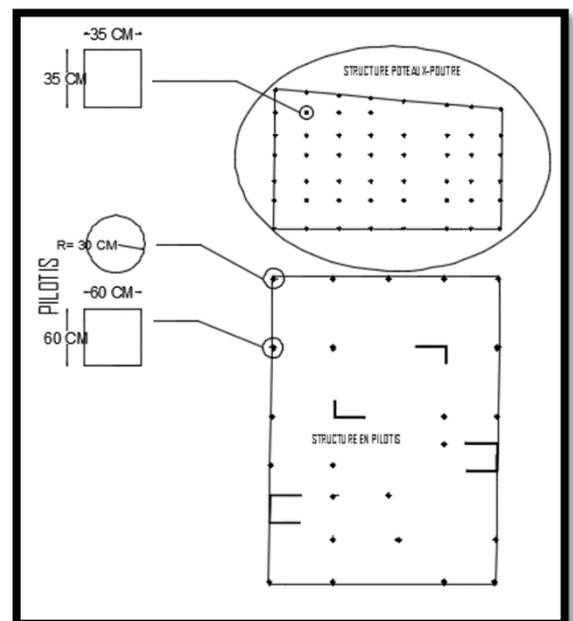


Figure 112 : Plan de structure du projet  
Source : Auteurs

### 3. CONCLUSION

Des données requises du chapitre état de l'art et de connaissances, on a réussi à élaborer notre projet : au niveau de l'urbain, en concevant l'ensemble de l'Eco-quartier et au niveau de la parcelle en concevant le groupement scolaire, cela répondant aux normes architecturales et bioclimatiques.

La prochaine étape se consiste à évaluer notre projet, sur des paramètres : d'énergie et de confort visuel, ce qui est le sujet de notre étude.

## INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous allons faire des simulations de l'éclairage naturel d'un projet de groupement scolaire (Pré scolaire – Primaire) afin de déterminer l'éclairement moyen de chaque classe et évaluer le confort visuel et cela avec le logiciel DIALUX Evo.

Cette simulation se fera selon un certains de nombres de paramètres :

- L'orientation des classes (7 orientations différentes)
- Même dimension pour les fenêtres (280x150cm)
- Nombres de fenêtres relatifs à la superficie de la classe
- Les simulations tiennent compte d'un vitrage simple, dont le coefficient de transmission lumineuse est de 76 %. Cette vitre est placée en retrait de 0,15 m par rapport au plan de la façade, sans prise en compte les réflexions des surfaces.

### I. PRESENTATION DE LA STD

#### I.1. PRESENTATION DU CAS D'ETUDE :

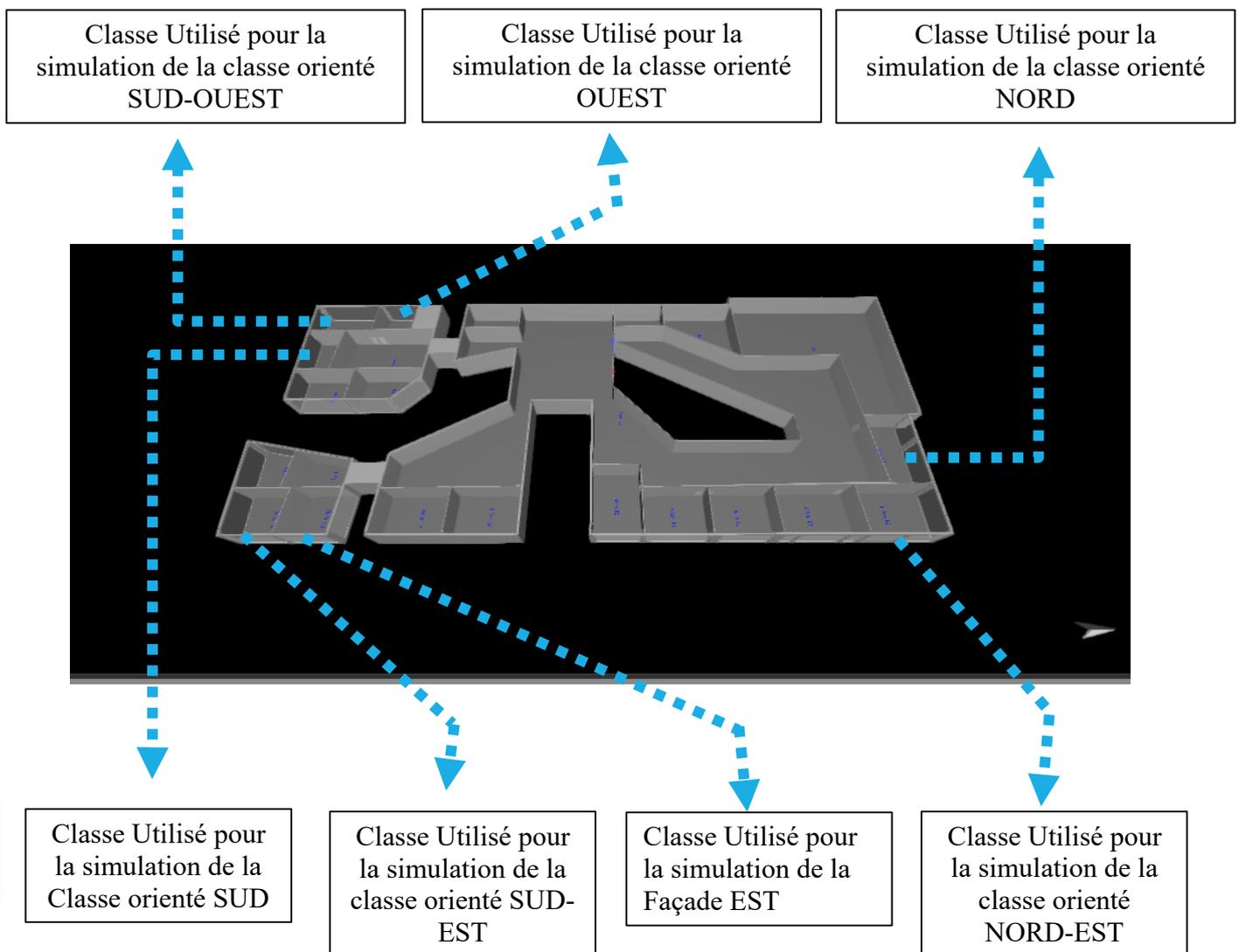


Figure 113 : Schémas du cas d'études de simulation

Source : Auteurs

## I.2. PRESENTATION DU LOGICIEL

Le logiciel DIALUX evo, programme d'éclairage naturel créé par la société DIAL GmbH qui existe depuis 1989, Avec ce logiciel gratuit, vous pouvez concevoir, calculer et visualiser la lumière de manière professionnelle - chambres individuelles, étages entiers, bâtiments et scènes d'extérieur. DIALux est utilisé comme outil de planification par plus de 700 000 concepteurs d'éclairage dans le monde entier. DIALux fait l'objet d'un développement continu et répond aux exigences de la conception d'éclairage moderne et du calcul d'éclairage. Vous pouvez planifier et concevoir en utilisant les catalogues de luminaires électroniques des principaux fabricants de luminaires du monde. Superposer les données CAO d'autres programmes architecturaux et créer votre propre design d'éclairage



## I.3. NORMES DE REFERENCE

**Norme d'éclairage** dans une salle de cours varie entre 300 et 500 Lux

**Le dimensionnement de la fenêtre** ( Hauteur étage , hauteur de l'allège , longueur de la fenêtre ) a été fait grâce aux normes française. Le nombre de fenêtres variera selon la superficie de la classe , selon ces normes, la surface d'ouverture libre des écoles correspond à 25% au minimum de la surface du sol

### Cas d'étude :

le nombre de fenêtres variera entre 4 à 5 fenêtres selon la superficie de la classe .

La dimension des ouvertures, après avoir appliqué les différentes normes , est de 280x150 . Les simulations sont prises à 10h et 14 h et suivant des saisons déférentes : Automne 21 septembre (ciel intermédiaire), Hiver 21 décembre (ciel couvert) et Printemps 21 mars (ciel intermédiaire).









### **III. CONCLUSION**

L'objectif du travail élaboré dans ce chapitre est d'assurer un confort visuel dans nos classes de cours la majeure partie de l'année scolaire.

Afin d'y parvenir nous avons fixé des paramètres pour l'ensemble des classes selon leurs orientations et superficie.

Ces paramètres, dimensions des ouvertures et nombres d'ouvertures, ont été choisis grâce aux normes fixées par l'Education Nationale et de Formation Professionnelle française (absence de normes algériennes à notre disposition) puis simulées avec le logiciel Dialux-evo.

Les simulations ont été faites sur les différentes phases de la journée (matinée et après-midi) et sur les trois différentes saisons de scolarité (printemps, hiver et automne).

Les résultats des simulations obtenus nous les avons interprétés et comparés avec le taux d'éclairage moyen nécessaire pour atteindre le confort visuel dans une classe de cours (entre 300 et 500 lux) afin de définir si le taux d'éclairage est inférieur, suffisant ou supérieur aux normes.

Nous avons pu constater que les paramètres fixés (grâce aux normes ENFP) ont pu assurer un confort visuel la majeure partie de l'année scolaire avec des taux qui varient entre 300 et 500 Lux néanmoins l'éclairage artificiel devra être utilisé lorsque le ciel sera couvert, notamment en hiver, afin de compenser le manque de lumière naturelle (taux d'éclairage) dans ces cas-là.

## CONCLUSION GENERALE

Au courant des deux dernières années nous avons eu l'occasion d'aborder la question de l'optimisation du confort visuel dans un bâtiment scolaire à travers la lumière naturelle.

La lumière naturelle est de plus en plus mise en avant dans la conception des bâtiments à cause du réchauffement climatique.

Elle permet, avec une conception adaptée, d'offrir un sentiment de confort aux occupants tout en réduisant l'utilisation de l'éclairage naturelle artificiel et donc des factures d'électricité.

Notre travail a été axé sur le confort visuel, sans négligé l'apport de la lumière naturelle dans les gains d'électricité et budgétaire, par l'éclairage naturel dans un équipement éducatif dans la ville de Ain Benian.

Cette ville nous avons eu l'avantage de la connaître : climatologie, (par vécu et ressenti), historique, profil de la ville, manque en équipements .... Nous avons voulu, par rapport à notre cursus scolaire effectué dans cette ville de proposer un équipement éducatif qui soit non meilleur mais mieux étudier pour avoir un meilleur confort et ce grâce à l'architecture bioclimatique.

Notre groupement scolaire qui se situe dans le quartier de La Madrague à l'est de la ville de Ain Benian a été implanté dans un éco quartier que nous avons proposé nous-même la conception.

Nous avons proposé un éco quartier qui répond aux besoins de ville et du quartier avec des équipements tel qu'un hôtel (profil touristique du quartier), groupement scolaire (manque dans le quartier) ... et des logements semi collectif qui peuvent améliorer l'harmonie avec l'existant (présence d'habitat individuel et collectif).

L'efficacité de notre éco quartier a été vérifiée grâce au logiciel de simulation ENVIMET, nous avons pu identifier les différents problèmes liés à l'humidité, vent ; température et ensoleillement.

L'une des solutions a été l'application de l'îlot ouvert pour les habitats semi collectif : l'îlot ouvert offrira un micro climat (cœur d'îlot), il offrira une meilleure aération (la meilleure aération diminuera le taux d'humidité qui est légèrement supérieur aux normes dans notre site), des percés entre les îlots (jonction entre les différents cœur d'îlot ce qui favorise la mixité sociale) ...

Notre projet a dans cet éco quartier est le groupement scolaire (pré scolaire primaire). Pour la forme générale nous avons voulu matérialiser la métaphore du cocon, qui est lorsqu'il est brisé le premier contact avec l'extérieur (les enfants sont très jeunes lorsqu'il intègre le pré scolaire et le primaire) avec une faille (cassure) dans notre volume grâce à une trame géométrique. Pour le reste le groupement scolaire est sur élèves afin d'avoir une cours couverte et ouverte (pour pouvoir en profiter avec toutes les conditions climatiques) et avec une façade avec une forme géométrique par rapport à la simplicité des usagers.

La forme globalement réalisée, nous avons consulté les normes françaises de *Education Nationale et de Formation Professionnelle française* (absence de normes algériennes à notre disposition) pour concevoir les ouvertures de nos façades : nous avons pu grâce à ses normes de définir les dimensions des fenêtres et le nombre nécessaire par chaque classe de cours suivant la superficie.

Les ouvertures fixées nous avons utilisé le logiciel de simulation *Dialux evo* pour vérifier si le confort visuel est atteint dans nos classes de cours.

Les simulations ont été faites sur les différentes phases de la journée (matinée et après-midi) et sur les trois différentes saisons de scolarité (printemps, hiver et automne).

Les résultats des simulations obtenus nous les avons interprétés et comparés avec le taux d'éclairage moyen nécessaire pour atteindre le confort visuel dans une classe de cours (entre 300 et 500 lux) afin de définir si le taux d'éclairage est inférieur, suffisant ou supérieur aux normes la majeure partie de l'année et il a été atteint.

Notre groupement scolaire, grâce à la maîtrise des paramètres lié aux ouvertures, pourra offrir un confort visuel adéquat pour les élèves et leurs permettra d'être dans les meilleures conditions pour s'instruire.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- **Assemblée populaire communale de AIN BENIAN**
- **Revêtements drainants en pavés de béton Annexe au Bulletin CRR n° 77 Trimestriel : octobre – novembre – décembre 2008**
- **ECOQUARTIER Mode d'emploi, édition EYROLLES 2009**
- **Bâtiment et démarche hqe, édition ADEME 2017**
- **Mémoire de vue de l'obtention de master 2, réalisé par ZAIR.F et MEFTLY**
- **Architecture scolaire : des exemples à suivre en Australie, OCDE 2009**
- **Fiche technique : Construction d'un groupe scolaire à Sevrans, quartier Sud**
- **Un projet d'école primaire « intelligente » en Italie, OCDE 2007**
- **Modéliser le concept de confort dans un habitat intelligent : du multi sensoriel au comportement, Mathieu Gallissot**
- **La lumière naturelle dans le bâtiment, de BAEZA**
- **Concevoir et construire en acier, de Marc Landowski, Collection Mémentos acier 2005**
- **L'éclairage naturel 2ème partie : Stratégies et prédétermination, de Suzel BALEZ 2007-08v**
- **La Lumière Pour L'éducation Et Le Savoir, de ZUMTOBEL 2014**

# EXEMPLE D'ECO-QUARTIER : LYON-CONFLUENCE

## INTRODUCTION :

Capitale de la région Rhône Alpes, la ville de Lyon est aujourd'hui la 2eme agglomération française avec plus d'1 million d'habitants,

Au sud de la ville, a la confluence de deux cours d'eau important : le Rhône et la Saône se développe depuis le début des années 2000 un projet de renouvellement urbain qui a pour but de doubler la superficie du centre de Lyon ainsi qu'a revalorisé l'ancien quartier industriel et fonctionnel.



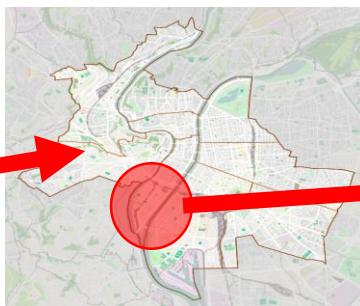
**Situation géographique :** Lyon est une ville située au centre-est de la France confluent de la Saône et du Rhône.

Le quartier de la Confluence se situe au secteur-sud du 2e arrondissement de Lyon à la confluence du Rhône et de la Saône.

La ville dans le territoire

La confluence dans la ville

La confluence

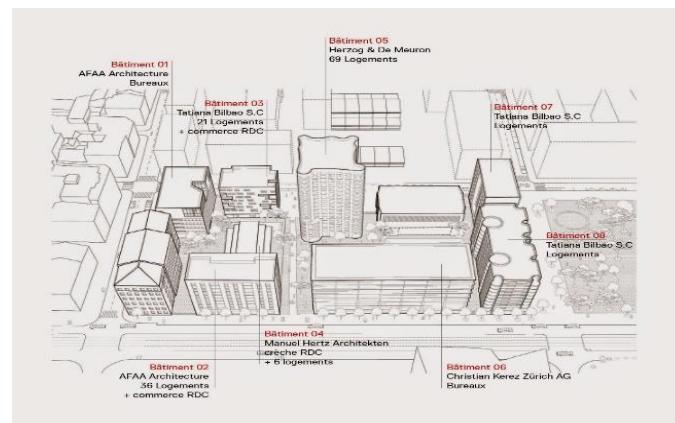


## L'ÎLOT A3 (HERZOG & DE MEURON)

L'îlot A3 est une étape majeure de la deuxième phase d'aménagement de Lyon Confluence. Icade, choisie en 2013 pour la réalisation du premier îlot de la phase 2 de Lyon Confluence, une équipe de 6 concepteurs, conduite par l'agence suisse Herzog & De Meuron.

L'îlot A3 s'inscrit sur un tènement de 7690 m<sup>2</sup>, qui accueillera un ensemble immobilier mixte d'environ 28100 m<sup>2</sup> sur 8 nouveaux bâtiments de logements, bureaux, commerces et services.

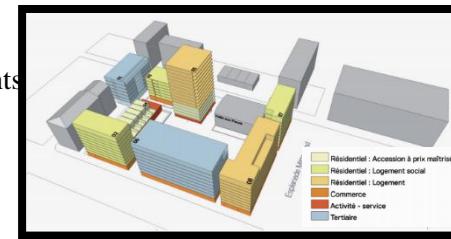
Conçue sur les prescriptions et orientations architecturales et environnementales cette vaste pièce urbaine dessine une ville dense, variée et ouverte, apaisée par des cours jardinées en cœurs d'îlot.



**Situation de l'îlot :** L'îlot A3 se situe au centre du Quartier Lyon Confluence. Il est délimité au nord par la rue Casimir Perier, au sud par l'hôtel de région et au sud-ouest par la place nautique.

## Programme de l'îlot :

- 8 bâtiments – 2 bâtiments de bureaux, 6 bâtiments de logements
- 2 cours jardinées
- 28 100 m<sup>2</sup> SDP
- 450 m<sup>2</sup> crèche
- 700 m<sup>2</sup> de locaux 2 roues et poussettes
- 9000 m<sup>2</sup> de bureaux répartis sur un bâtiment de 6000 m<sup>2</sup> et un bâtiment de 3000 m<sup>2</sup>
- 2500 m<sup>2</sup> de commerces et activités en rez-de-chaussée des immeubles
- 232 logements 123 logements en accession libre 57 logements en PLS 31 logements à prix abordables 21 logements PLUS/PLAI



## DIMENSIONS ECOLOGIQUES ET DURABLES

- Conception des îlots d'une façon fragmenté et ouverte afin d'éviter des îlots de chaleur urbains
- Respect de l'environnement et performance énergétique intégrés dans une charte « développement durable » pour tout le territoire + cahier de charges HQE pour tous les bâtiments
- Espaces publics conçus avec exigence : choix des matériaux et végétaux, intégration modes doux, gestion de l'eau (récupération des eaux pluviales pour arrosage et entretien)
- Dès l'origine du projet urbain, des études sur la pollution du sol sont menées, surtout pour autoriser la transformation des friches industrielles en lieux d'habitation et de loisirs
- Grâce à une conception bioclimatique, réduction de 50% des besoins en énergie par rapport à la moyenne nationale
- Dans les îlots d'habitation, 80% de l'énergie est renouvelable (chaufferie au bois, énergie solaire)
- Réseau séparatif des eaux dans le nouveau quartier + rejet de l'eau de pluie en milieu naturel par des dispositifs à ciel ouvert (noues, fossés, caniveaux, ...)
- Système de toitures végétalisées
- Choix d'essences locales
- Modes de déplacement doux

## RECOMMANDATIONS / SYNTHESE

Les concepts retenus suivant :

- La mixité sociale et de statuts propriétaires/ locataires intégrée sur l'ensemble de la parcelle, la mixité fonctionnelle appliquée à l'îlot
- Un projet d'une grande modularité : divisibilité, évolutivité, différentes typologies d'habitat adaptées à tout type de demande
- Logements traversants pour permettre une ventilation et un rafraîchissement naturel,
- Surfaces de toiture optimisées permettant la production d'énergie photovoltaïque nécessaire à l'alimentation énergétique de l'îlot
- Gestion durable des eaux pluviales
- Le traitement des passages publics à travers les îlots et celui des cours jardinées
- Utilisation de la chaufferie biomasse
- Favorisation des modes doux

## EXEMPLE DE GROUPEMENT SCOLAIRE

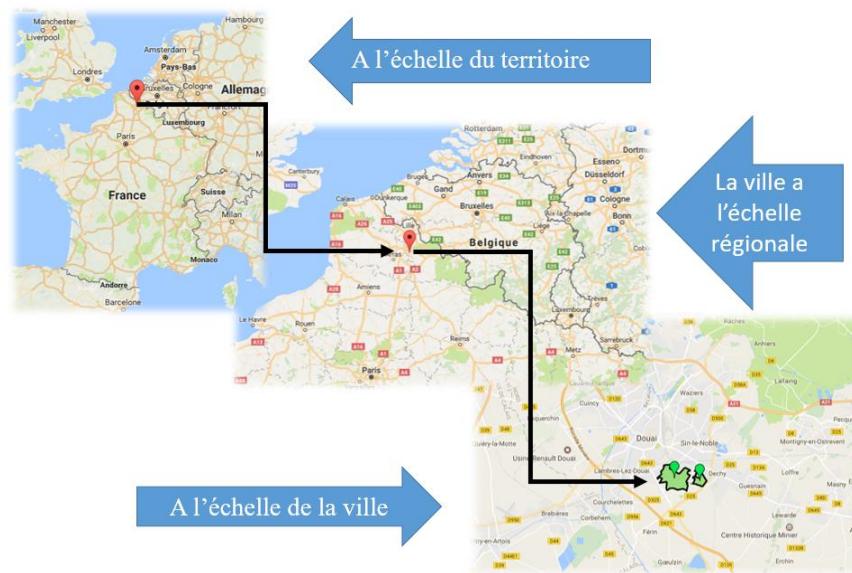
### **Le nouveau groupe scolaire Paulette-Deblock (EQ Raquet) Sin-le-Noble**



### Situation

Le groupement scolaire se situe dans l'éco-quartier Raquet. Ce quartier sera peu à peu construit sur la ZAC du même nom (ZAC du Raquet), située à 70 pourcent environ sur le territoire des communes de Sin-le-Noble à 30 % environ sur le territoire de la ville de Douai.

Douai est une commune française du département du Nord et de la région Hauts-de-France



### Contexte du projet

La volonté de construire ce nouvel équipement résulte de la conjugaison de plusieurs éléments :

- La mauvaise qualité architecturale des écoles existantes
- Afin de désenclaver le quartier des Epis, il est nécessaire de repenser les espaces publics et les circulations. Les écoles situées en plein centre du quartier constituent une contrainte pour le réorganiser.

Elément ou trait d'union entre le nouveau et l'ancien quartier



### Aspects architecturaux

Ce groupe scolaire est composé de 18 classes et pourra accueillir jusqu'à 240 élèves en maternelle et 300 en classes élémentaires.

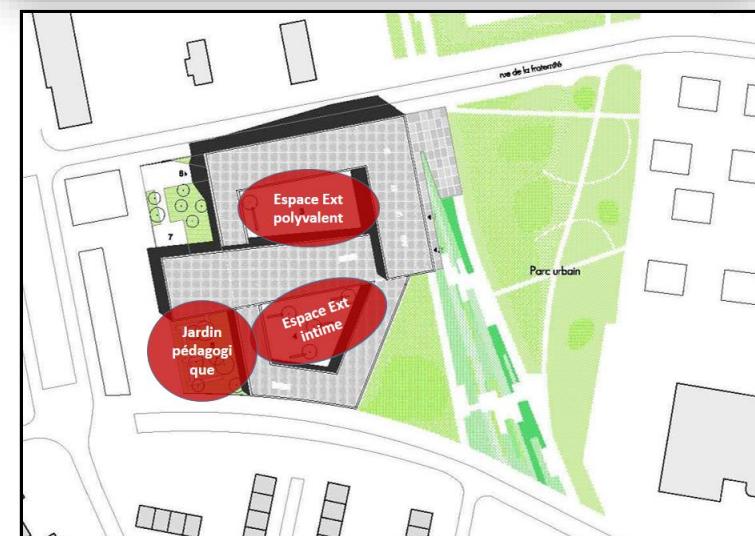
Certains locaux seront mis en commun pour optimiser l'espace et la fonctionnalité du groupe scolaire, comme :

- Les espaces de restauration,
- Les espaces d'administration et de gestion,
- Les espaces d'activités générales (BCD, salle informatique, périscolaire...).

La surface prévisionnelle est de :

- 471 m<sup>2</sup> S.U. pour les locaux communs
- 537 m<sup>2</sup> S.U. pour la restauration scolaire
- 1 562 m<sup>2</sup> S.U. pour l'école élémentaire
- 1 038 m<sup>2</sup> S.U. pour l'école maternelle

Soit un total de 3 608 m<sup>2</sup> S.U. et une surface SHON prévisionnelle totale de 5 024 m<sup>2</sup>.



### Synthèse et conclusion :

Nous avons pu grâce à cette analyse de :

- Définir un programme pour notre groupement scolaire
- Définir un schéma organisationnel
- Connaître les exigences d'un groupement scolaire

## 1.5. EVOLUTION DE LA VILLE

### Période coloniale 1830/1853 :

La naissance de Guyot-ville (Ex Ain Benian) :

- Les troupes françaises débarquent à Sidi Feruch le 14 juin 1830, le village n'existait pas.
- Le compte Guyot, après l'exploration du Sahel, crée le premier village maritime algérien « Guyot-Ville » avec 20 maisons le 13 avril 1845.

Le choix du site :

- Grande qualité paysagère.
- Présence de source d'eau (sources des constructions romaines)
- Disponibilités des matériaux de constructions

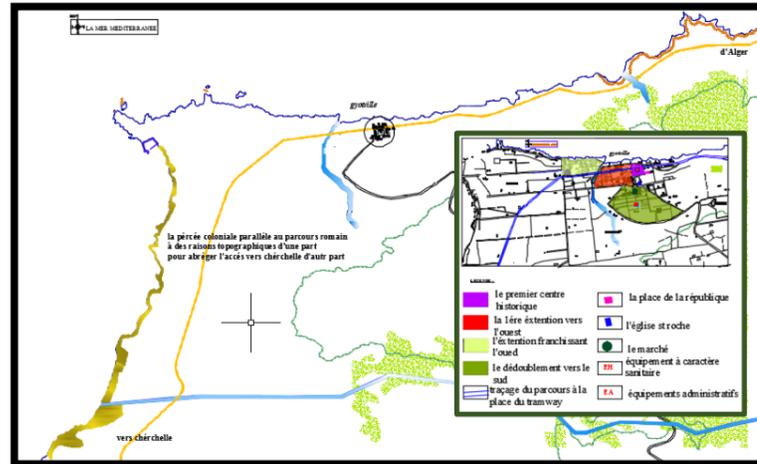


Figure 23 : Carte de Ain Benian 1853  
Source : archidoc.dz

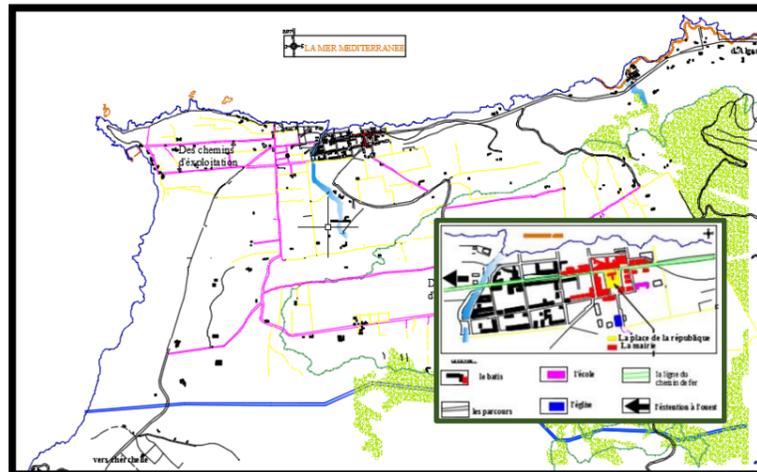


Figure 24 : Carte de Ain Benian 1869  
Source : archidoc.dz

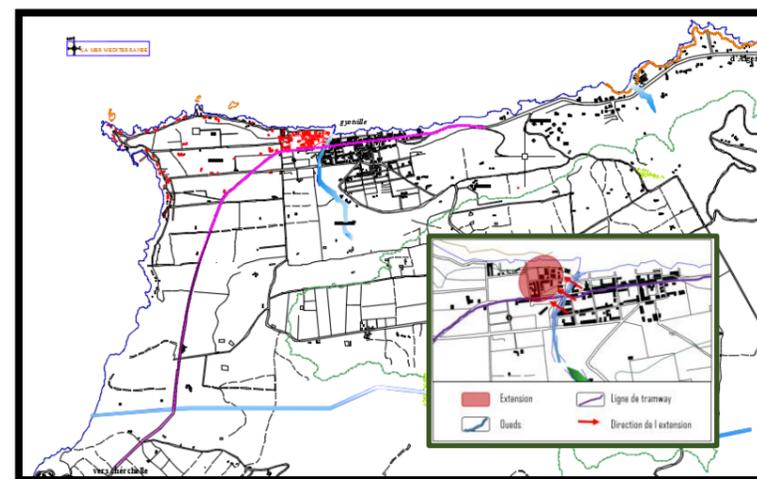


Figure 25 : Carte de Ain Benian 1910  
Source : archidoc.dz

### Période coloniale 1853/1869 :

Cette période a été marquée par :

- Construction de l'église Saint Roch qui a permis la construction de plusieurs maisons autour de celle-ci formant le centre du village,
- La transformation d'un village pêcheur à un village agriculteurs a engendré un découpage agraire et par la suite à la création des chemins d'exploitations,

### Période coloniale 1869/1910 :

Cette période a été marquée par : Le franchissement de l'oued et l'étalement la ville en longueur vers l'ouest suivant la ligne du tramway, à cause de la présence du grand rocher vers l'est qui forme une barrière naturelle

### Période coloniale 1910/1932 :

Cette période a été marquée par :

- L'extension de la ville représentant le dédoublement du centre-ville vers le sud suivant la parcours romain historique Ain Benian / Cheraga
- 00Traçage d'un parcours de liaison à la place de la voie du tramway

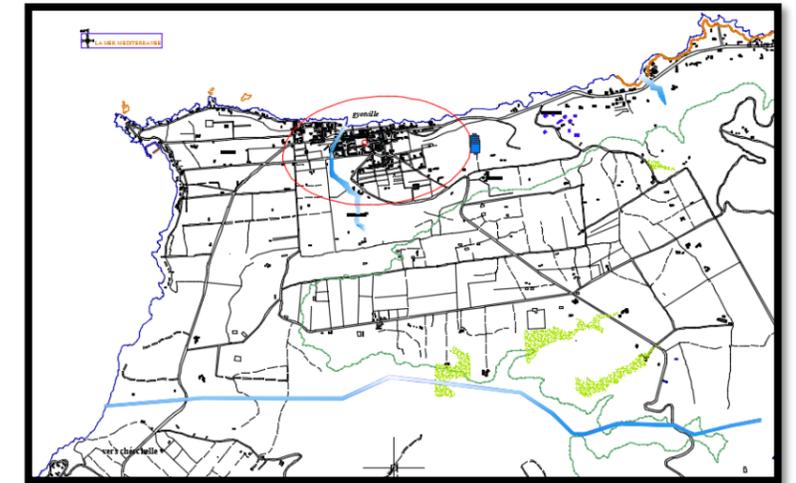


Figure 26 : Carte de Ain Benian 1932  
Source : archidoc.dz

### Période coloniale 1932/1962 :

- La distribution de nouveaux terrains agricole sur le plateau sud de la ville permet d'installé des nouveaux colonnes dans la région
- La disparition de l'oued permet de lié Alger – Cherchell
- L'abandon du tramway
- L'ouverture d'une voie « le boulevard Parmentier »

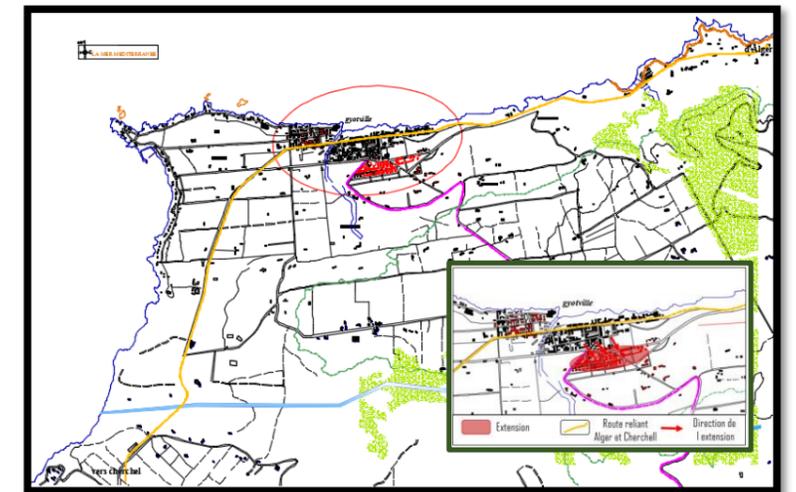


Figure 27 : Carte de Ain Benian 1962  
Source : archidoc.dz

### Période post coloniale après 1962 :

- La commune a connu une extension démesurée composée de programmes additionnels et d'urgence, afin de répondre aux besoins pressants de la capitale. Elle a connu également une promotion de lotissements à un rythme accéléré, sans schéma directeur préalablement conçu
- L'urbanisation s'accroît sur le franc du littoral et l'implantation de lotissements le long de la RN11, sur El Djamila et au niveau des quartiers de Belle vue et du Grand Rocher .

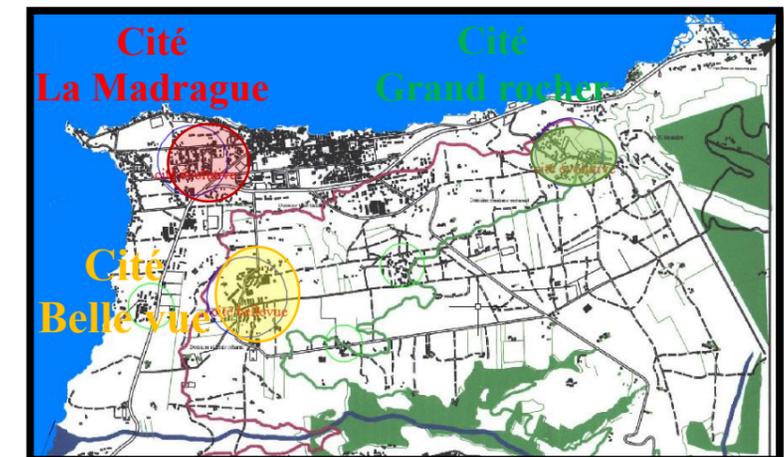


Figure 28 : Carte de Ain Benian après 1962  
Source : archidoc.dz

**Humidité :**  
**Résultats et interprétation :**

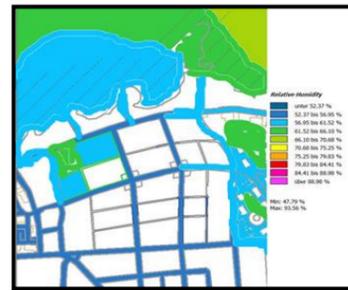
21 décembre



Le taux d'humidité atteint son maximum en hiver. La partie Est et la partie Ouest sont les plus exposés avec un taux supérieur à 68%.

Figure 61 : Simulation de l'humidité  
Source : ENVI-Met

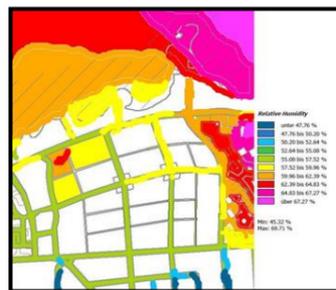
21 mars



Le taux d'humidité au printemps est moins important qu'en hiver mais reste important. La partie EST et OUEST (espace vert) sont les plus exposés avec un taux entre 50 et 62%.

Figure 62 : Simulation de l'humidité  
Source : ENVI-Met

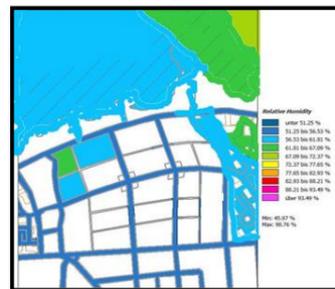
21 juin



La saison estivale est la plus confortable. La partie EST et OUEST sont les plus exposés avec un taux entre 55 et 60%.

Figure 63 : Simulation de l'humidité  
Source : ENVI-Met

21 septembre



L'automne est aussi confortable que l'été, la partie EST et OUEST sont les plus exposés avec un taux entre 55 et 60%.

Figure 64 : Simulation de l'humidité  
Source : ENVI-Met

**Quand parler de confort en humidité ?**

L'inconfort n'apparaît que lorsque l'humidité relative est inférieure à 30% ou supérieure à 60%. Dans notre site, en hiver, le taux d'humidité peut atteindre 68% donc inconfort.

**Les solutions proposées :**

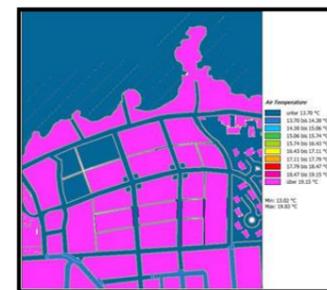
- 1- Utiliser un bon système de drainages : Le drainage a pour fonction de recueillir les eaux souterraines et de les évacuer rapidement afin d'éviter la stagnation des eaux et ainsi l'augmentation du taux d'humidité.
- 2- Utilisation d'arbres et plantes qui absorbent l'humidité : Lierre grimpant, Ficus Et Fougère
- 3 - Créer une aération : espacer les volumes entre eux permettra de diminuer le taux d'humidité

**Résultats :**

Le climat de notre site dispose d'un taux d'humidité qui nous permet d'être en confort toute les périodes de l'année sauf en hiver (le taux est supérieur au norme de confort 68% au lieu de 60%), Nos interventions permettront de glaner plus de confort et d'entrer dans la zone de confort sans pour autant bousculer la stabilité de notre conception.

**Température :**  
**Résultats et interprétation :**

21 décembre



Les températures en hiver sont les plus basses. Elles sont inférieures à 14°.

Figure 65 : Simulation des températures  
Source : ENVI-Met

21 mars



Les températures au printemps sont plus clémentes : entre 15 et 20°. La partie EST et OUEST (espaces vert) sont les plus fraîches (pas de compacité urbaine)

Figure 66 : Simulation des températures  
Source : ENVI-Met

21 juin



Les températures en été sont très importantes entre 30 et 35°. La partie EST et OUEST sont les plus exposés (pas d'ombrages)

Figure 67 : Simulation des températures  
Source : ENVI-Met

21 septembre



L'automne est aussi confortable que l'été entre 28 et 30°, la partie EST et OUEST sont les plus exposés pas d'ombrage

Figure 68 : Simulation des températures  
Source : ENVI-Met

**Quand parler de confort ?**

L'inconfort n'apparaît que lorsque la température dépasse les 30° en été et sont inférieures à 10° en hiver (zone littoral en Algérie), Dans notre site, en été, les températures dépassent souvent les 30° pour atteindre 35° par contre en hiver les températures sont rarement inférieures à 10°.

**Les solutions proposées :**

- 1-Elargir les voies pour créer une bonne aération.
- 2- Utiliser la végétation pour créer une bonne oxygénation et de l'ombrage pour l'été afin d'apaiser les fortes températures
- 3- Créer un microclimat : l'ombrage et la végétation permettront de créer une meilleure sensation de confort

**Résultats :**

Le climat de notre site nous recommande de nous protéger des fortes températures en été et créer une bonne ventilation afin de se procurer la sensation du confort en dépit de la forte température.

- La plantation d'arbres créera de l'ombrage (espace vert) donc diminution de température donc se rapprocher du confort
- L'espacement des voies permettra une bonne ventilation donc confort. La plantation d'arbres créera de l'ombrage donc confort

## Vents :

### Résultats et interprétation :

21 décembre

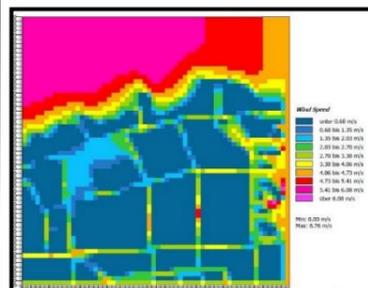


Figure 69 : Simulation des vents  
Source : ENVI-Met

21 juin

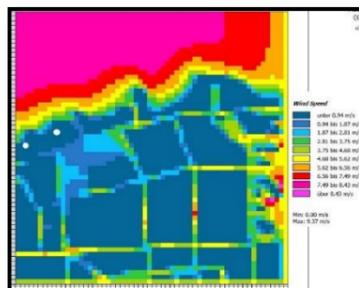


Figure 71 : Simulation des vents  
Source : ENVI-Met

La partie SUD est exposée à un courant d'air : entre 4 et 6m/s. La partie EST subi les vents NORD EST maritime. Les ruelles perpendiculaire a la mer aussi sont exposées aux vents violents.

La partie SUD est exposée à un courant d'air : entre 4 et 6m/s. La partie EST subi les vents NORD EST maritime. Les ruelles perpendiculaire a la mer aussi sont exposées aux vents violents.

21 mars

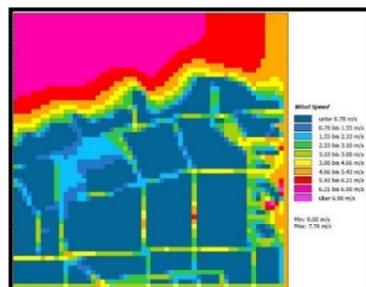


Figure 70 : Simulation des vents  
Source : ENVI-Met

21 septembre

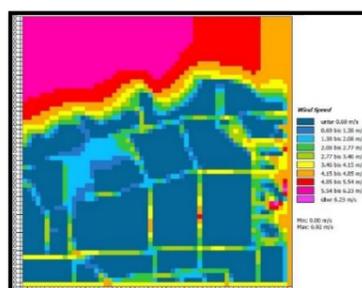


Figure 72 : Simulation des vents  
Source : ENVI-Met

La partie SUD est exposée a un courant d'air : entre 4 et 6m/s. La partie EST subi les vents NORD EST maritime. Les ruelles perpendiculaire sont exposées aux vents violents.

La partie SUD est exposée à un courant d'air : entre 4 et 6m/s. La partie EST subi les vents NORD EST maritime. Les ruelles perpendiculaire a la mer aussi sont exposées aux vents violents.

### Quand parler de confort ?

L'inconfort n apparait que lorsque la vitesse des vents est entre 2 et 5m/s, Dans notre site certains espaces non protégé (EST et OUEST ) sont exposés au vents forts du NORD EST

### Les solutions proposées :

- 1-Elargir les voies pour éviter la concentration du vent et donc courant d'air et implanter des arbres afin de réduire l'effet du vent. Eviter l'effet Venturi,
- 2- Utiliser des arbres a végétations persistante face au vents dominants pour réduire son effet
- 3- Rugosité : décaler les façades pour diminuer la force du vent
- 4- Densifier les écrans végétaux (double mur végétal au côté Nord-Est de l'eco-quartier : auberge, centre de sport aquatique & salle omnisport

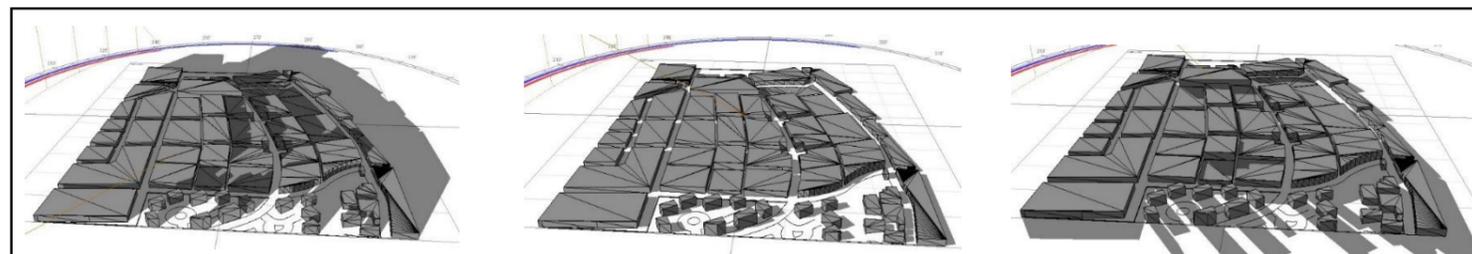
### Résultats :

Le climat de notre site nous recommande de nous protéger des vents forts du NORDS EST. Après avoir corriger le plan de masse : élargissement des voies et création de murs végétaux a l'EST et OUEST, nous avons restimuler a l'aide d ENVI MET et nous avons constaté une réduction de la vitesse du vents dans zones la donc on s'est rapprocher de la zone du confort

## Ensoleillement :

### Résultats et interprétation :

Hiver :



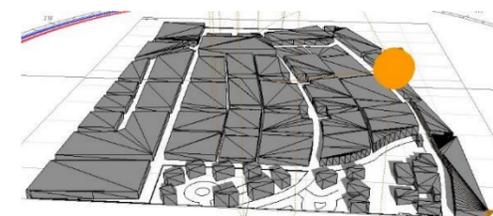
21 décembre 8h

21 décembre 12h

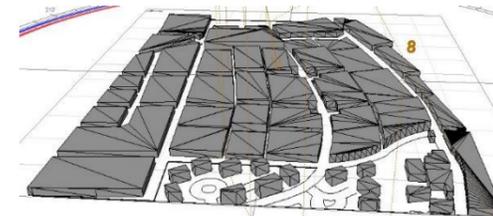
21 décembre 17h

Le site est protégé de l'ensoleillement en hiver avec un ombrage important

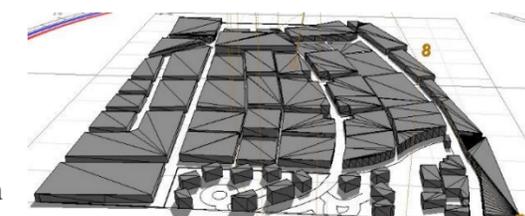
Eté :



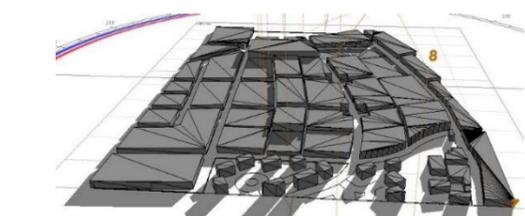
21 juin 8h



21 juin 12h



21 juin 17h



21 juin 19h

Le site est exposé à un ensoleillement important en été. La partie EST (espace vert) est la plus exposé. Les routes piétonnes sont protégées.

Figure 73 : Simulation de l'ensoleillement  
Source : Ecotect

### Quand parler de confort ?

L'inconfort n apparait que lorsque l'ensoleillement est fort et qu'il y a absence d'ombre en été. Dans notre site certains espaces sont exposés a un fort ensoleillement.

### Les solutions proposées :

- 1- Implanter des arbres a végétations caduque (ombre d'été),
- 2- Implanter des arbres tout au long des voies piétonnes afin d'éviter l'insolation en été,

### Résultats :

- La végétation qu'on a créé nous permet de nous protéger du fort ensoleillement en été grâce à l'ombrage.
- La dégradation permet aux rayons solaires de pénétrer dans le bâtiment en face

### 1.3. DEMARCHES BIOCLIMATIQUES DE L'ECO-QUARTIER

#### Démarches environnementales :

##### Construction :

- Construction de bâtiment respectant l'environnement
- Construction intégré au site
- Utilisation de ressources disponible à proximité (Lafarge Béton Algérie de Ouled Fayet et de Sidi Fredj ce situe à 6 et 7 Km de notre éco-quartier, Parc de matériaux de matériaux de construction Bouadjil de Souidania se situe à 9 km de notre site)



Figure 74 : Localisation du site d'intervention dans la région  
Source : Google-Maps

##### Transport et accessibilité :

- Favoriser le transport doux : marche à pied et à vélo en créant des pistes cyclables et de grandes voies piétonnes
- Disponibilité de grande variété de transport en commun à proximité de notre site :
- Navette maritime Algérie Ferries : la station se situe à 100 mètres de notre site au bord du port de pêche. La navette dessert le port de Cherchell, Tipaza et Alger.
- Proximité des stations de Bus : moins de 500 mètres. L'une des stations dessert les villes de Cheraga, Zeralda, Kolea ... l'autre dessert toutes la partie du littoral : vers Tipaza, Alger centre ....



Figure 75 : Localisation du site d'intervention  
Source : Google-Maps



Figure 76 : Localisation des stations de bus  
Source : Google-Maps

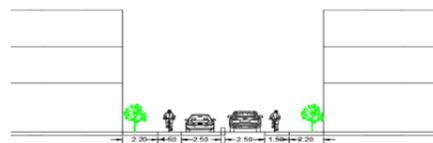


Figure 77 : Coupe schématique sur la voie de l'EQ  
Source : Auteurs

#### Gestion de l'eau :

- L'approvisionnement en eau potable se fait localement (par la station d'épuration et de récupération des eaux usées de Ain Benian)
- Organisation des récupérations des eaux de pluie

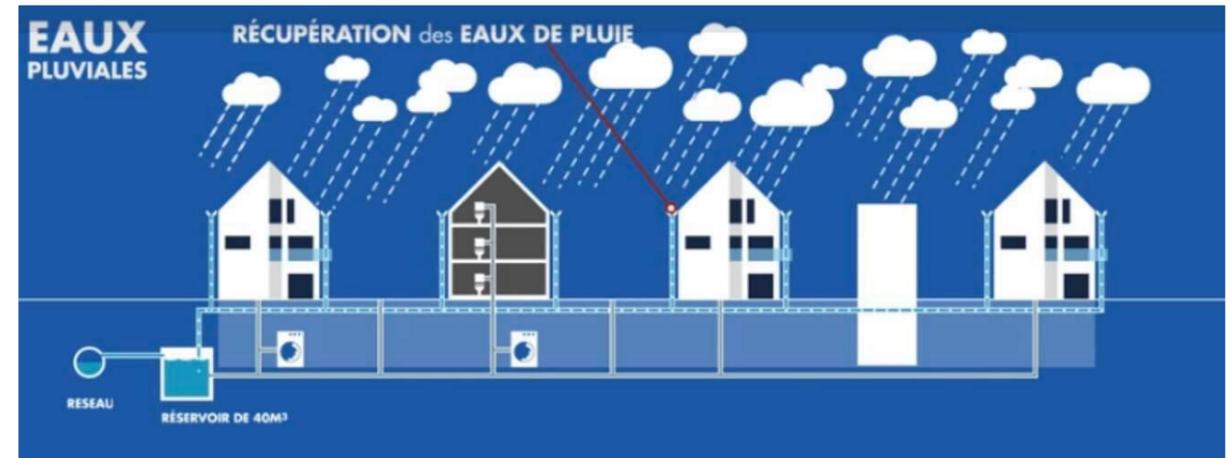


Figure 78 : Schéma de récupération des eaux pluviales  
Source : recuperateurdeau.fr

#### Végétation et Biodiversité :

- Maintien et amélioration de la biodiversité

Créer des microclimats pour améliorer la qualité de vie et bien être des habitants

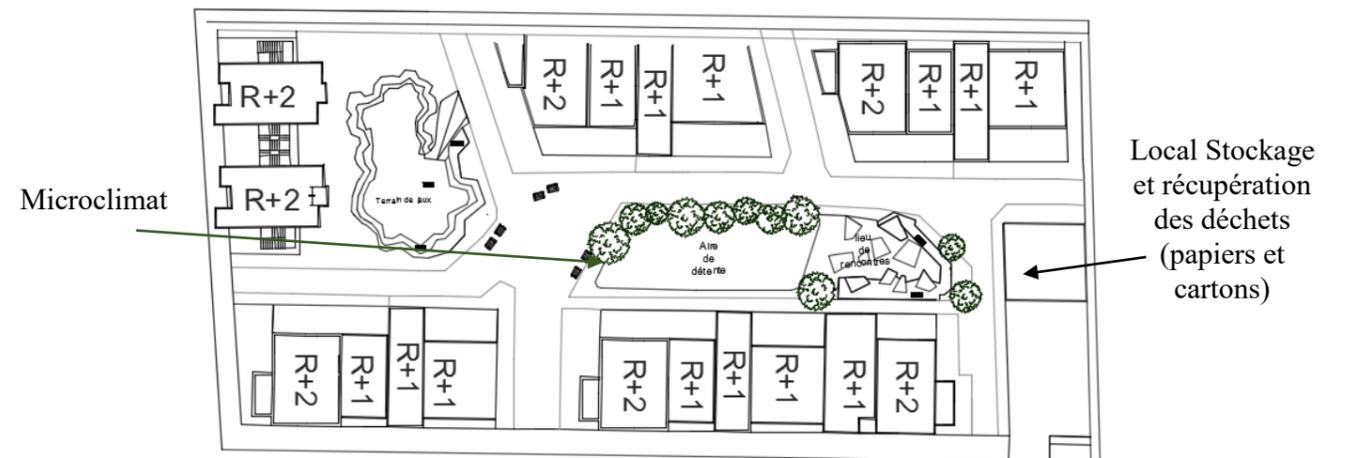


Figure 79 : Plan de mass d'un îlot de l'éco-quartier  
Source : Auteurs

## 2.4. GENESE DU PROJET

### La 1<sup>ère</sup> étape :

Détermination des espaces bâti et des espaces non-bâti, suivant la loi du ministère de l'enseignement et de l'éducation français :

- Deux tiers (2/3) seront dédiés au bâti
- Un tiers (1/3) sera dédié au non-bâti

Le bâti sera orienté vers le Nord, aligné sur le boulevard principal de l'éco-quartier.

Le non-bâti, qui est les espaces extérieurs seront orientés vers le Sud, afin d'en profiter de l'ensoleillement, et éviter l'ombrage permanent causé par le bâti.

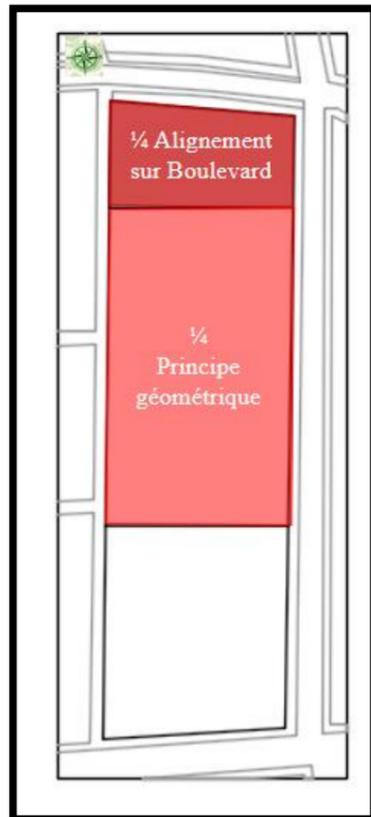


Figure 88 : Schéma du bâti  
Source : Auteurs

### La 2<sup>ème</sup> étape :

Afin de concrétiser la métaphore du cocon (premier contact avec l'extérieur), nous allons déterminer une trame géométrique à suivre pour l'obtention de la fragmentation, cela en reliant plusieurs points important de notre terrain, en gardant un alignement dans la façade Nord, pour l'harmonisation de la façade urbaine du boulevard.

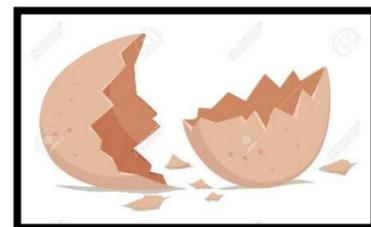


Figure 89 : Œuf brisé (Cocon)  
Source : 123rf.com

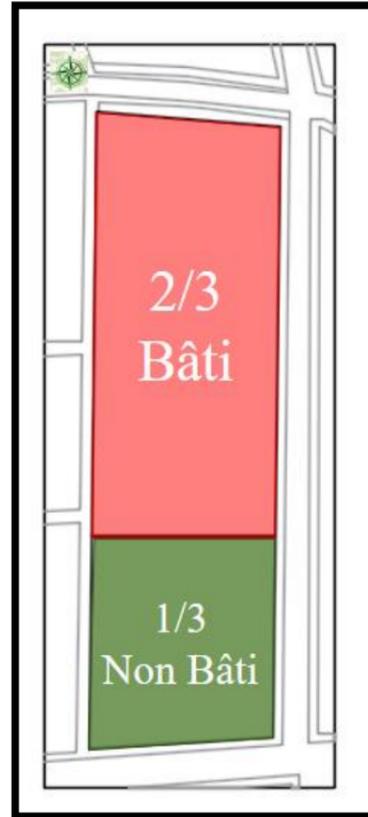


Figure 87 : Schéma d'affectation du bâti et non-bâti  
Source : Auteurs

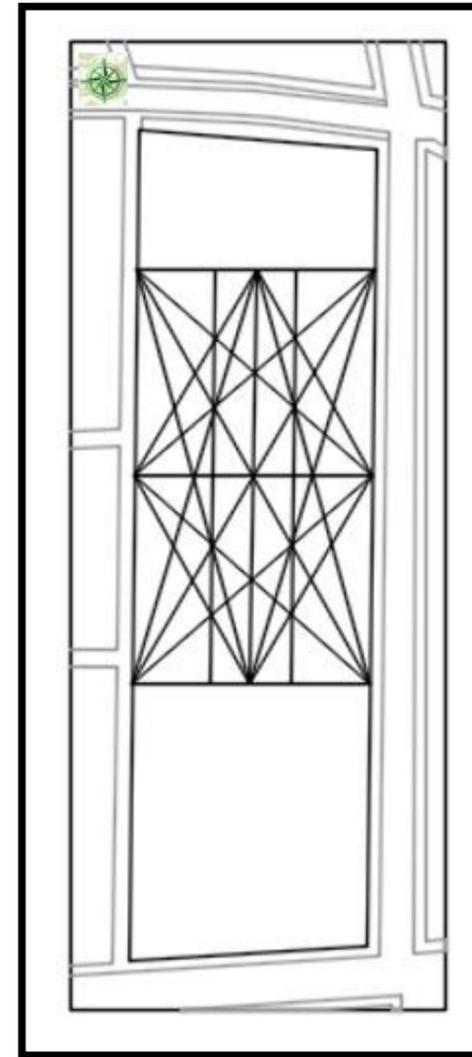


Figure 90 : Schéma de détermination de la géométrie utilisé pour la fragmentation  
Source : Auteurs

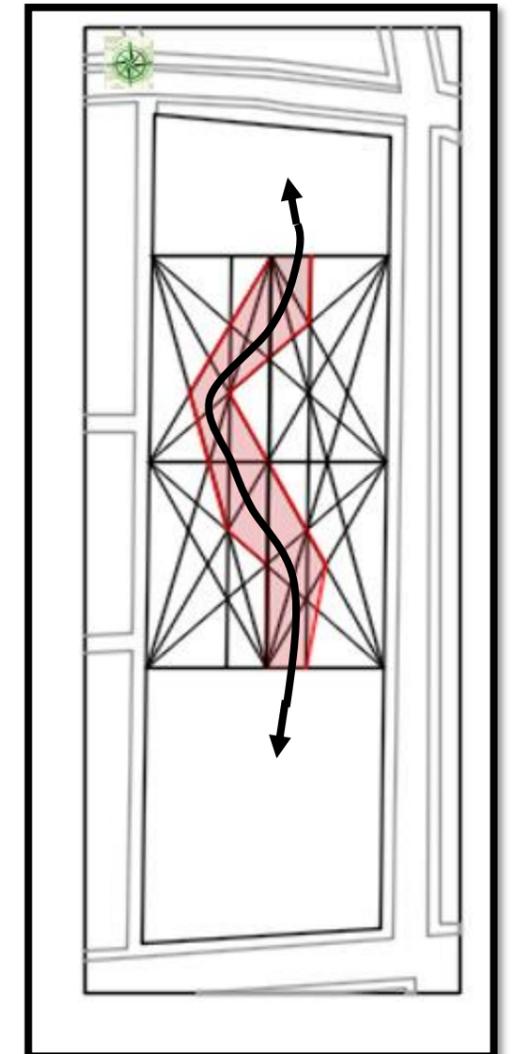


Figure 91 : Schéma de détermination de la fragmentation  
Source : Auteurs

**La 3<sup>ème</sup> étape :**

Nous allons utiliser le même principe de la fragmentation, qui reflète la métaphore du cocon dans la détermination du tracé des espaces extérieurs du groupement scolaire.

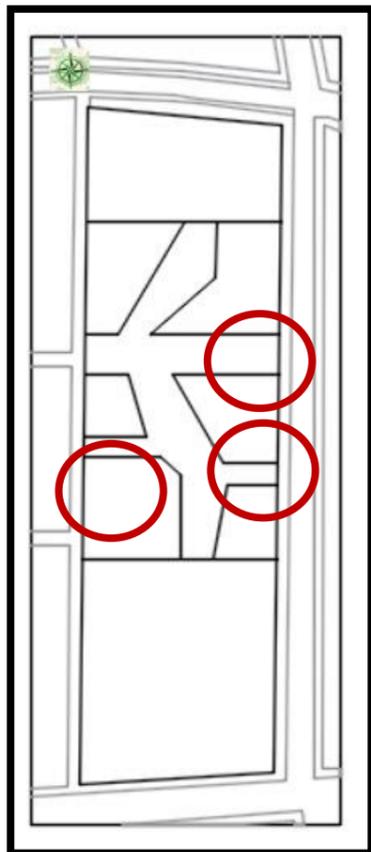


Figure 93 : Schéma de détermination de différents accès  
Source : Auteurs

**La 4<sup>ème</sup> étape :**

Matérialisation des accès au groupement scolaire, avec un retrait.

- Accès piétons coté éco-quartier
- Accès piétons coté boulevard Est
- Accès mécanique coté boulevard Est

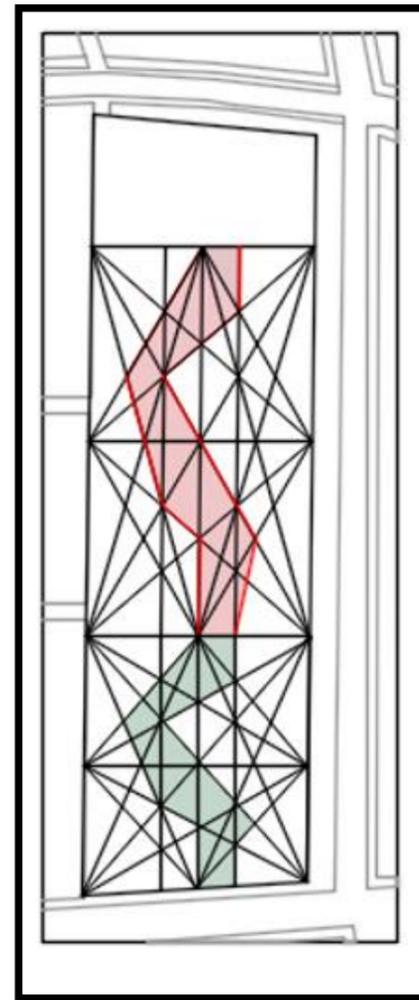


Figure 92 : Schéma de détermination de la fragmentation  
Source : Auteurs

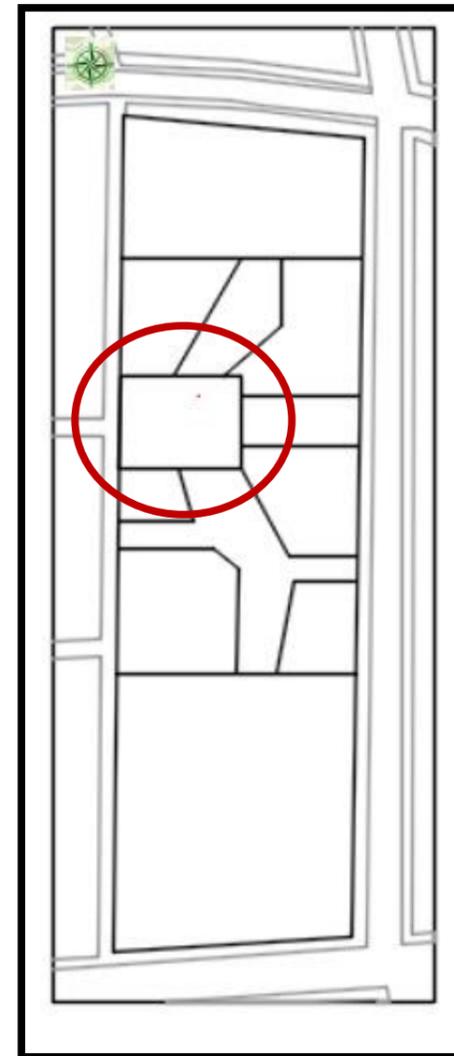


Figure 94 : Schéma de l'élément central (administration)  
Source : Auteurs

**Synthèse générale :**

**La 5<sup>ème</sup> étape :**

Création d'un espace de transition central, dédié à l'administration, qui sera l'élément marquant de l'équipement.

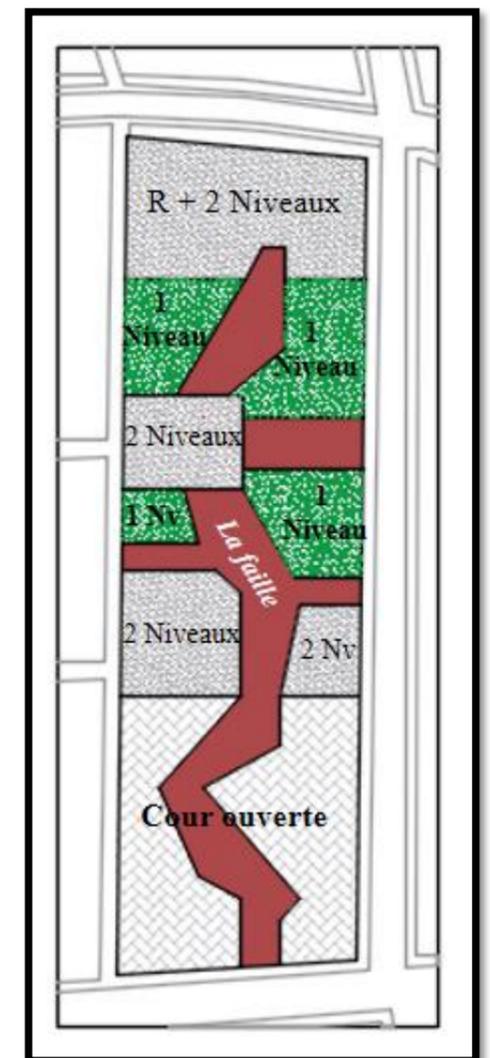


Figure 95 : Schéma synthèse générale  
Source : Auteurs

## II. SIMULATION

### II.1 PROCESSUS DE SIMULATION D'ÉCLAIRAGE AVEC DIALUX-EVO

#### II.1.1 INTERFACE D'ACCUEIL DU LOGICIEL DIALUX EVO :

- Définition d'un nouveau projet
- Planification d'une pièce (Classe dans notre cas)



Figure 114 : Interface du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

#### II.1.2 PLANIFICATION DE LA PIÈCE

- Définir la zone d'application
- Définir la hauteur de la pièce

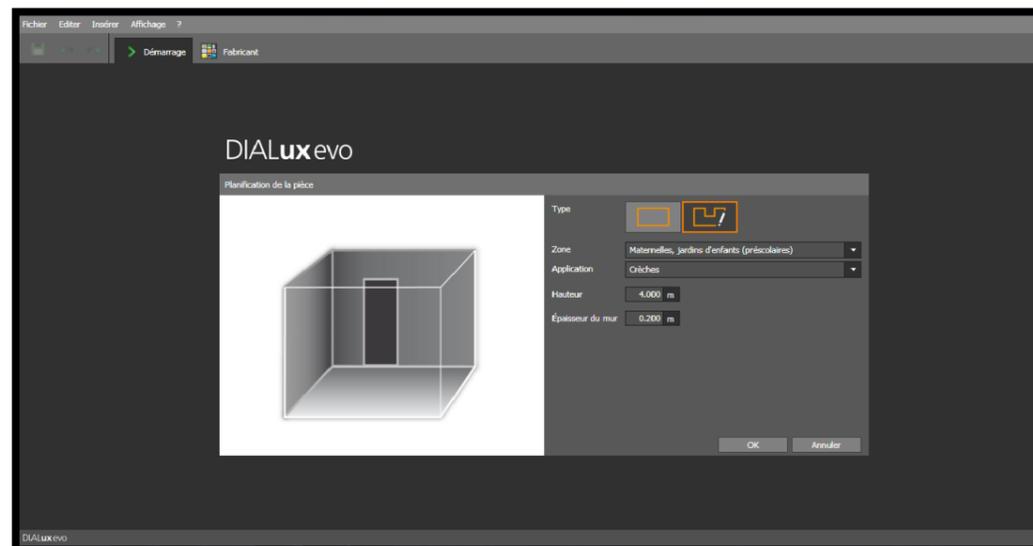


Figure 115 : Interface du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

#### II.1.3 CONCEPTION DE LA PIÈCE

- Importer ou concevoir une pièce
- Modéliser la pièce en 3D

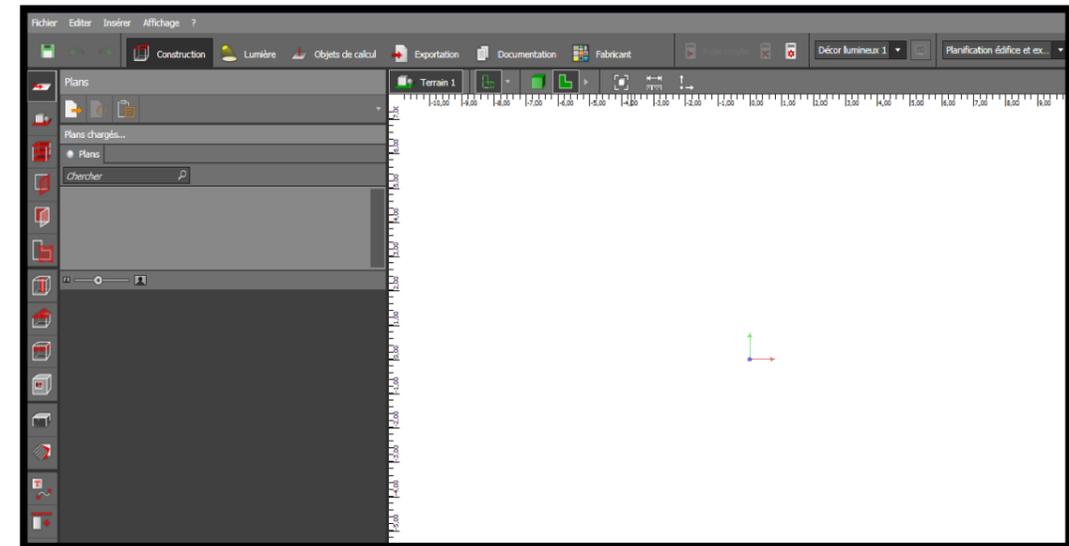


Figure 116 : Interface du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

- Définir le Nord : Orientation du projet
- Définir la localisation du projet
- Définir les ouvertures de l'édifice
- Définir l'aménagement de l'édifice

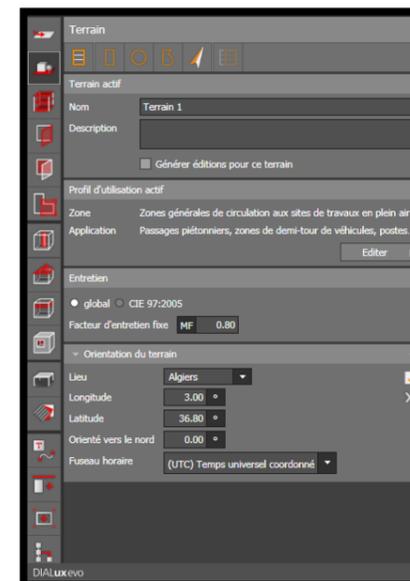


Figure 117 : Interface du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

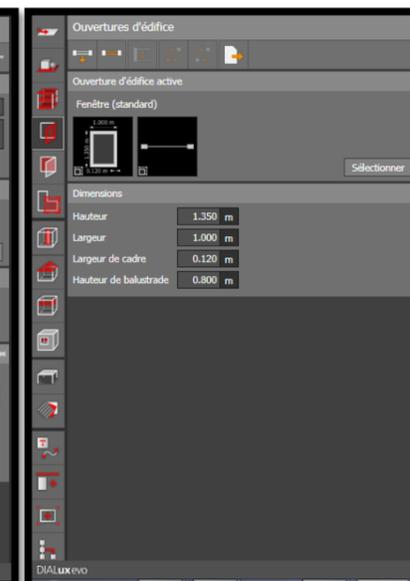


Figure 118 : Interface du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

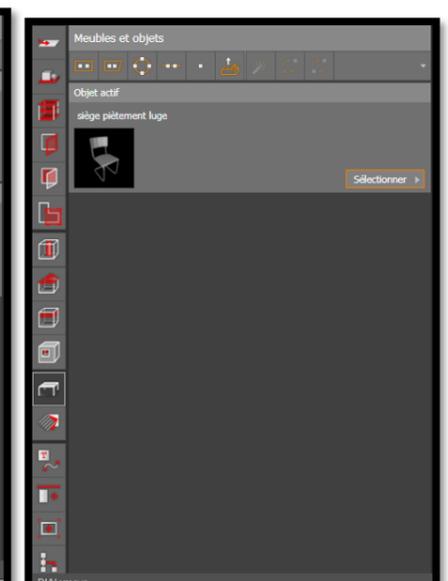


Figure 119 : Interface du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

Après avoir modéliser la pièce, défini les ouvertures et aménager la classe place a la partie éclairage

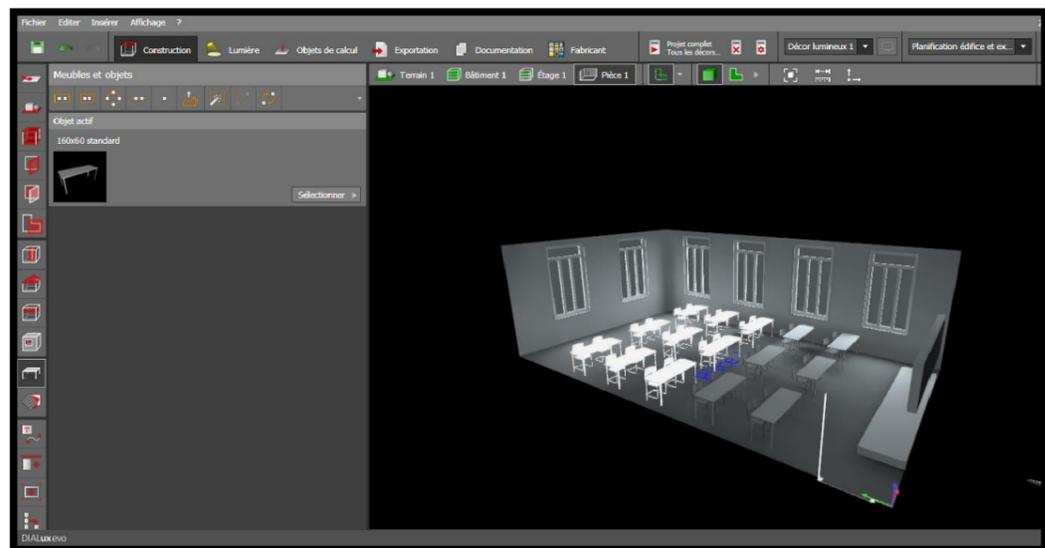


Figure 120 : Interface du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

### II.1.1 INTERFACE LUMIERE DU LOGICIEL DIALUX EVO

- Définir le type de ciel (Couvert, intermédiaire, dégagé ou pas de lumière du jour)
- Définir la date et l'heure du moment souhaité
- Lancé la simulation

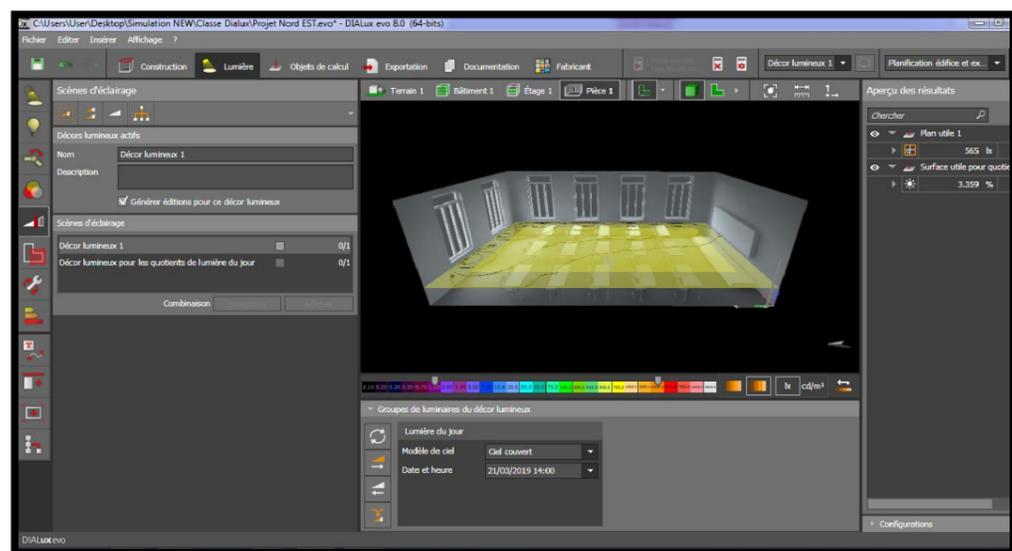


Figure 121 : Interface du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

- Avant le résultat il y aura un récapitulatif de les paramètres choisi (Localisation, date, heure, orientation ...)
- Répartition du taux de l'éclairage dans la pièce

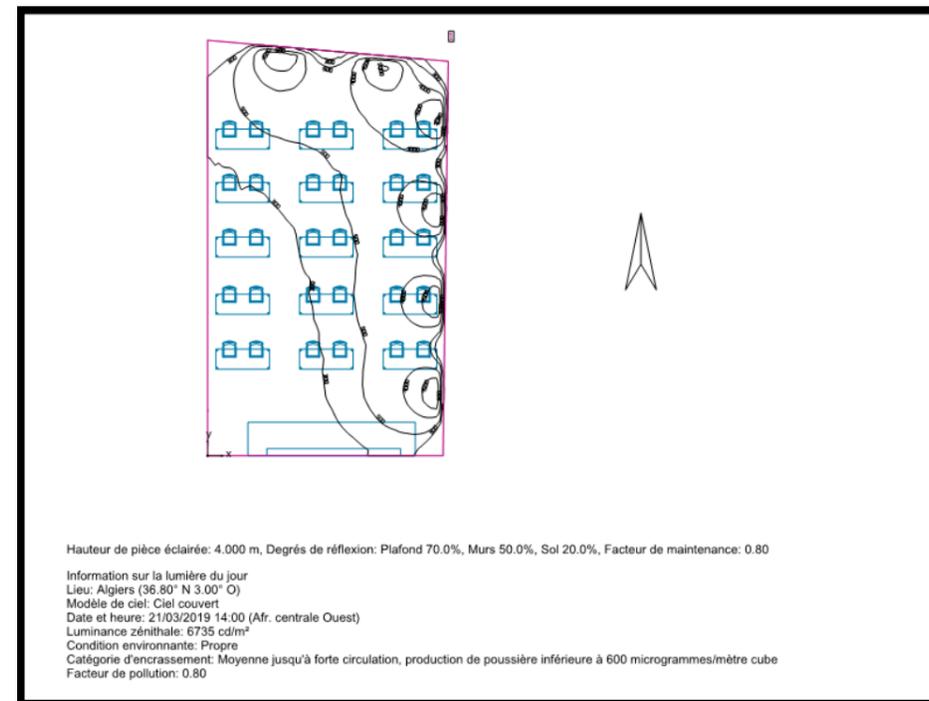


Figure 122 : Résultat du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

Résultats :

- Eclairage moyen
- Eclairage minimum
- Eclairage maximum

Plan utile						
Surface	Résultat	Moyenne (Consigne)	Min	Max	Min/moyen	Min/Max
1 Plan utile 1	Eclairage perpendiculaire (adaptatif) [lx] Hauteur: 0.800 m, Marge: 0.000 m	565 (≥ 500)	101	2041	0.18	0.05
Lumière du jour						
Surface utile pour quotient de lumière du jour 1	Facteur lumière du jour [%] Hauteur: 0.850 m, Marge: 1.000 m	3.359	1.017	8.839	0.29	0.11

Figure 123 : Résultat du logiciel dialux-evo  
Source : Auteurs

Si les résultats ne sont pas dans les normes, entre 300 et 500 Lux, deux paramètres peuvent être modifier :

- Le nombres d'ouvertures
- Dimension de l'ouverture

## II.2. PROCESSUS DE SIMULATION D'ECLAIRAGE AVEC DIALUX EVO POUR NOTRE PROJET DE GROUPEMENT SCOLAIRE

### II.2.1. METHODE DE SIMULATION POUR UNE CLASSE DE COURS

1. Importer notre classe d'Autocad
2. Modéliser notre classe en 3D à l'aide de DIALUX evo
3. Régler les différents paramètres (localisation, date et heure, orientation)
4. Définir le nombre d'ouvertures et leurs positions dans la classe
5. Aménager notre classe
6. Définir les différents scenarios de simulations : 6 pour chaque classe (3 saisons et à 2 heures différentes de la journées)
7. Enregistrer les résultats et les interpréter
8. Si les résultats sont bon c'est à dire un confort assurer la majeure partie de l'année (valeur entre 300 et 500 Lux) ça voudra dire que notre paramètre (nombre d'ouverture et dimensions de l'ouverture). Par contre si le confort n'est pas assuré on changera le nombre de fenêtres : une de plus s'il y a un manque d'éclairément et une de moins s'il y a éblouissement

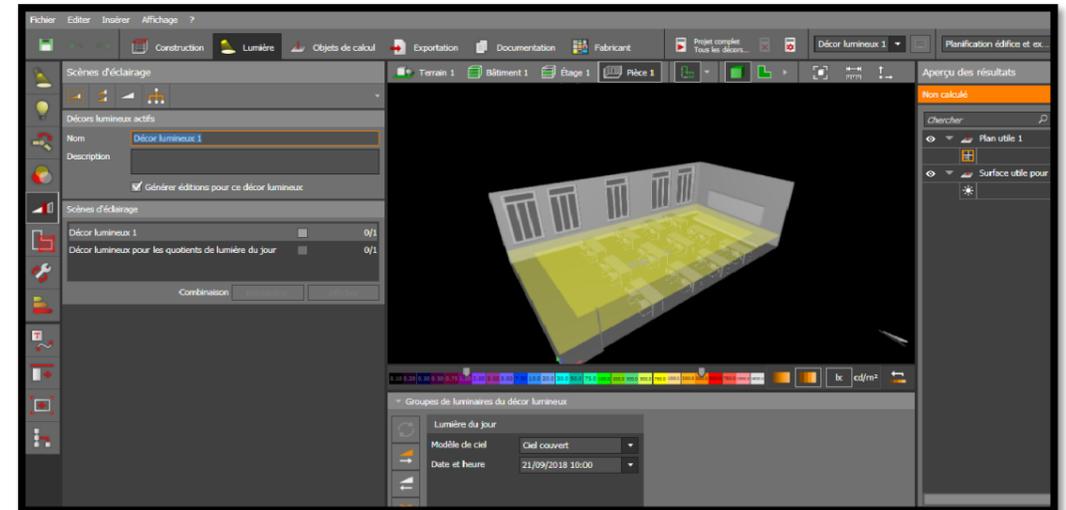


Figure 126 : Interface du logiciel Dialux-evo  
Source : Dialux-evo

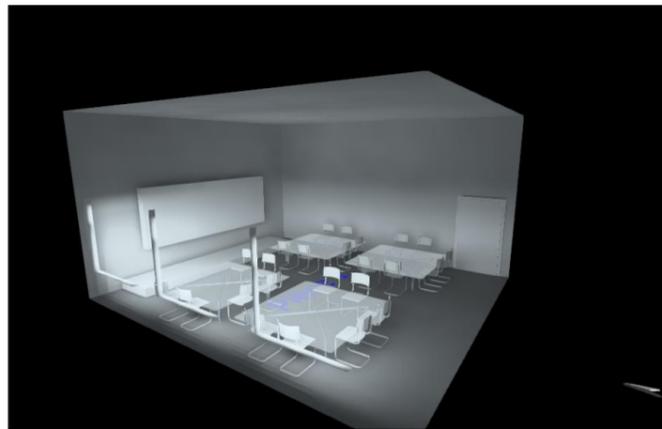


Figure 124 : Exemple de modélisation et aménagement d'une classe de préscolaire  
Source : Dialux-evo

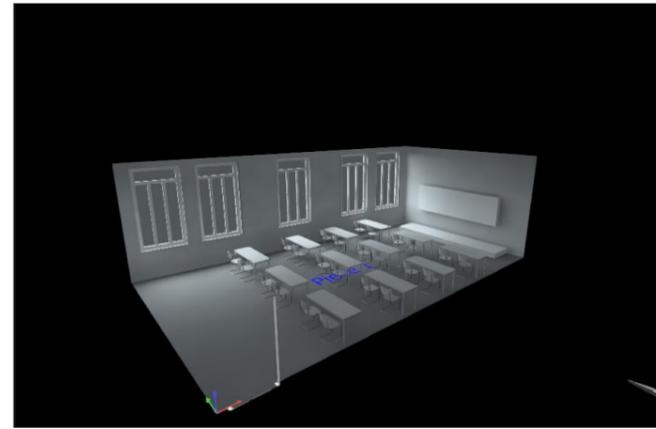


Figure 125 : Exemple de modélisation et aménagement d'une classe de primaire  
Source : Dialux-evo

### I.2.2. EXEMPLE DE SIMULATION A L'AIDE DU LOGICIEL DIALUX EVO

- Après avoir modéliser et aménager la classe de cours la partie construction est terminé il faut partie sur l'interface lumière.
- Il faut ensuite choisir les paramètres de simulations : date et heure de la simulation
- Les paramètres réglés on peut lancer la simulation on clique sur commencer le calcul

- Le logiciel DIALUX Evo nous donne le niveau d'éclairément moyen (380 Lux) lors de la simulation 21 Décembre à 10h (La matinée en saison hivernal).
- On a aussi la repartitions du taux d'éclairément dans toutes la pièce
- Pour ce cas si le taux d'éclairément moyen est dans les normes
- Ceci est un seul scenario il faudra faire aussi ceux de l'après-midi et des deux autres saisons, automne et printemps (matinée et après-midi) pour pouvoir définir si nos paramètres sont bons ou pas.

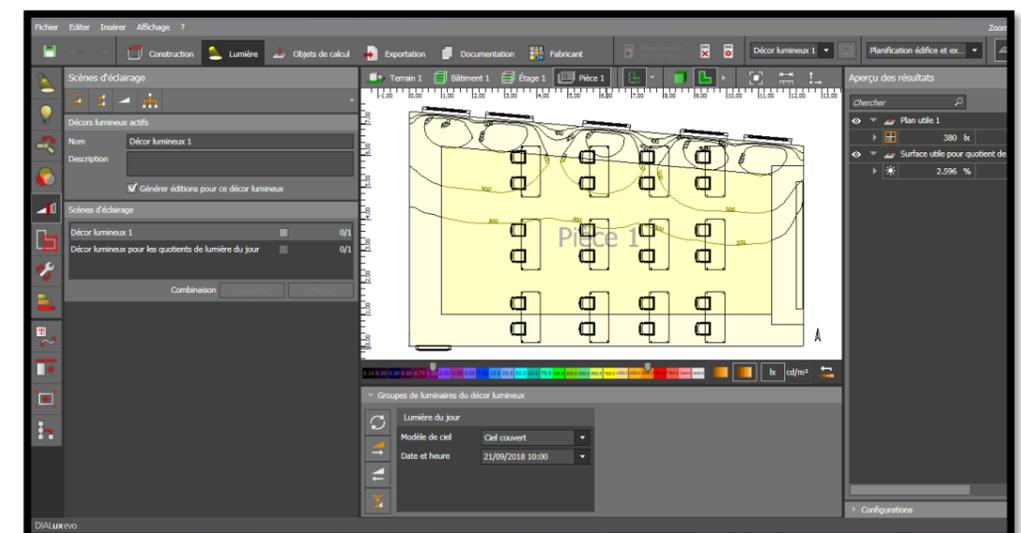


Figure 127 : Interface du logiciel Dialux-evo  
Source : Dialux-evo



## II.3. RESULTATS DES SIMULATIONS

### II.3.1.RESULTAT DE L'EXEMPLE DE SIMULATION

- Le niveau d'éclairage naturel moyen en Automne et au Printemps sont aux normes pour les classes de cours a 10 et 14h avec des valeurs qui varient entre 346 Lux et 469 Lux sachant que les normes varient entre 300 et 500 Lux
- Le niveau d'éclairage naturel moyen en Hiver est inférieur aux normes pour les classes avec des taux qui varient entre 188 et 283 Lux avec les cinq ouvertures de 280x150 cm.
- Le niveau d'éclairage naturel moyen étant assuré la majeure partie de l'année scolaire ont conclu que le choix des 5 ouvertures de 280x150 cm est judicieux tout en assurant un apport en éclairage artificiel adéquat pour la saison hivernale

Saisons	Horaires	
	10H	14H
21 Septembre	380 Lux	346 Lux
21 Décembre	188 Lux	283 Lux
21 Mars	354 Lux	469 Lux

Tableau 19 : Taux d'éclairage moyen de classe, en fonction de temps  
Source : Auteurs

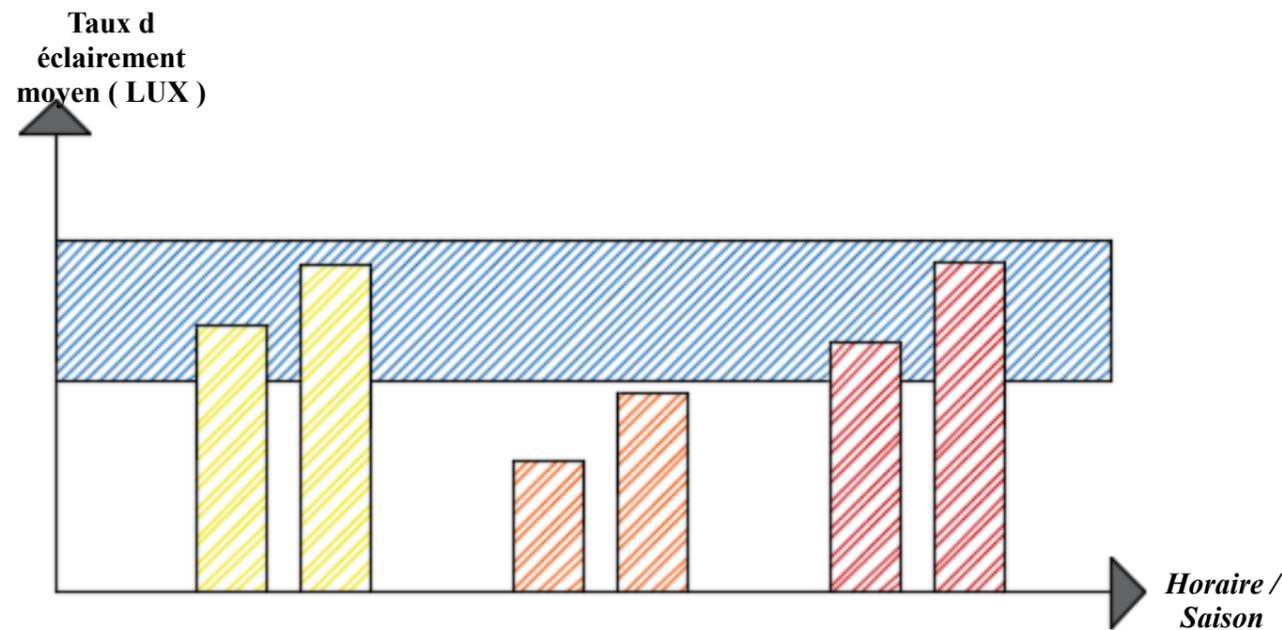


Figure 128 : Taux d'éclairage moyen de classe, en fonction de temps  
Source : Auteurs

### II.3.2.RESULTATS GENERAUX

Date de la simulation	21 Septembre		21 Décembre		21 Mars	
Heure de la simulation	10 h	14 h	10 h	14 h	10 h	14 h
Orientation de la classe	<b>Taux d'éclairage Moyen</b>					
Classe Orienté NORD (5 fenêtres)	380 Lux	466 Lux	188 Lux	283 Lux	354 Lux	469 Lux
Classe Orienté SUD EST (4 fenêtres)	473 Lux	580 Lux	243 Lux	353 Lux	441 Lux	584 Lux
Classe Orienté SUD (4 fenêtres)	432 Lux	529 Lux	222 Lux	322 Lux	402 Lux	532 Lux
Classe Orienté EST (5 fenêtres)	377 Lux	462 Lux	194 Lux	281 Lux	351 Lux	465 Lux
Classe Orienté NORD EST (6 fenêtres)	457 Lux	561 Lux	235 Lux	341 Lux	426 Lux	564 Lux
Classe Orienté OUEST (4 fenêtres)	435 Lux	533 Lux	224 Lux	324 Lux	405 Lux	537 Lux
Classe Orienté SUD OUEST (5 fenêtres)	416 Lux	509 Lux	214 Lux	310 Lux	387 Lux	513 Lux

Figure 129 : Résultats de taux d'éclairage moyen des classes, en fonction de temps  
Source : Auteurs

### II.3.3.INTERPRETATION DES RESULTATS OBTENUS

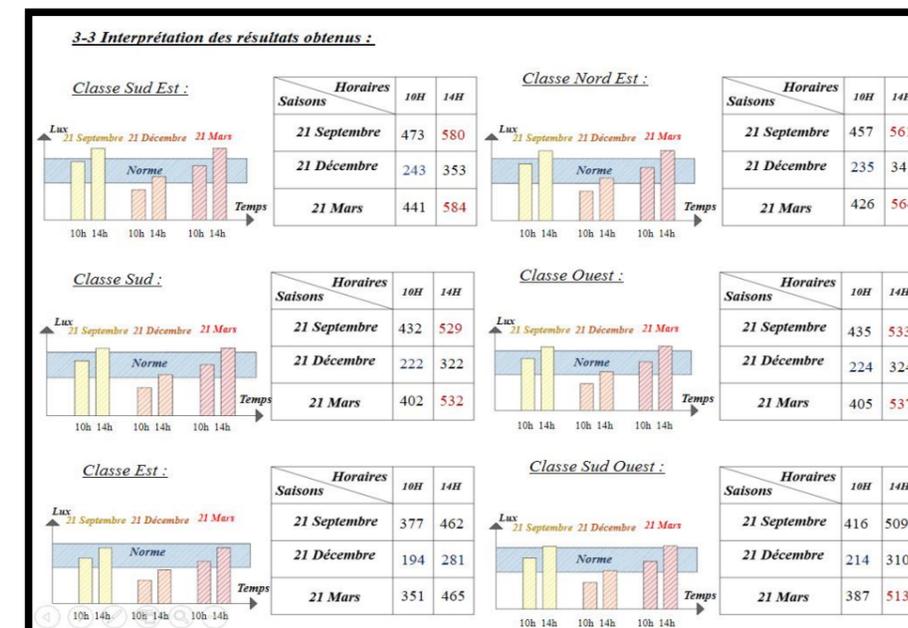


Figure 130 : Résultats de taux d'éclairage moyen des classes, en fonction de temps  
Source : Auteurs