

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



UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1  
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME  
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

Mémoire en vue l'obtention de diplôme de master en Architecture

**Option :** Architecture Bioclimatique

**INTITULE DU PROJET :**

**Conception d'un groupe scolaire bioclimatique au sein d'un écoquartier à  
Berrouaghia**

**THEME DE RECHERCHE :**

**Amélioration du confort visuel dans les salles de cours**

**Réalisé par :**

-KIMOUCHE Islam

-OULD AISSA Houssem

**Encadré par :**

-M<sup>r</sup> TIBERMACHINE Islam

- M<sup>r</sup> OULDZEMIRLI Mohamed Abdelmoumen

**Devant le jury composé de :**

Promotion : 2018/2019

# Remerciements

**« Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail »**

Nous voudrions adresser nos profonds remerciements à nos encadreurs Mr **TIBERMACINE** et Mr **OULDZMIRLI**, pour leur patience et leur soutien qui nous ont été précieux afin de mener notre travail à bon port.

Nos vifs remerciements vont également aux **membres du jury** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nos remerciements s'étendent également à nos **familles** qui par leurs prières et leurs encouragements, nous avons pu surmonter tous les obstacles.

Et enfin nous remercions toute personne qui a participé ou contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

# Dédicace

*A mes très chers parents, pour leur : amour, sacrifice, patiences, soutien et prières, depuis mon enfance jusqu'à ce jour.*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux, et le fruit de votre soutien infailible.*

*A mes chers frères et sœurs. Pour leur appui et leur encouragement*

*A mes chères amies. A tous mes enseignants qui m'ont éclairé sur ce chemin du savoir.*

*A tous qui ont attendu l'achèvement de ce travail et qui ont prié 'Dieu' pour plus de réussites.*

*A mon pays.*

*Je dédie ce modeste travail*

*Islam, Houssein*

## Résumé

Assurer la qualité de vie des générations futures n'est que le fruit de la maîtrise du développement durable et des ressources de la planète. L'application de ces derniers est devenue indispensable dans l'architecture, l'urbanisme et à l'aménagement du territoire, et concerne tous les intervenants: décideurs politiques, maitres d'ouvrage, urbanistes, architecte, ingénieurs, paysagistes, etc... ce qui implique la nécessité de sensibiliser chaque intervenant aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique.

Le travail proposé examine la possibilité de concevoir un groupe scolaire bioclimatique au sein d'un écoquartier dans la ville de Berrouaghia, à quelques kilomètres de la ville de Médéa.

D'après l'analyse du site réalisée, cette ville est loin des objectifs du développement durable, et elle manque d'équipements structurants, cela nous a poussé à poser la question sur l'échelle à laquelle on doit intervenir pour apporter une meilleure vie à ses habitants.

Notre travail consiste à l'aménagement d'un écoquartier qui répond aux aspirations de ses futurs occupants, tout en améliorant la qualité paysagère de la ville et essayé d'atteindre les objectifs de la qualité environnementale, en réalisant des bâtiments bioclimatiques associe une bonne intégration au site, économie d'énergie et emploi de matériaux sains et renouvelables.

Nous avons proposé d'y intégrer un groupe scolaire vu le manque des équipements éducatifs sur l'environnement immédiat de l'assiette. Et le rôle de ce dernier sur la favorisation de la mixité fonctionnelle. Nous nous sommes trouvés face à une problématique sur la typification des équipements éducatifs en Algérie, et l'adaptation aux conditions climatiques, et la problématique du confort visuel dans les salles de classe. Pour répondre à ces problématiques nous avons réalisé des recherches thématiques, et une analyse de quelques exemples similaires, ce qui nous a permis de tirer des concepts qui peuvent nous aider dans notre intervention et des recommandations qui dirigent notre conception.

Nous avons conclu notre travail par une évaluation environnementale de l'écoquartier et du projet, complété par la maîtrise de logiciels permettant une simulation de l'éclairage naturel dans une salle de classe.

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

## ملخص:

ضمان نوعية حياة الأجيال القادمة ليست سوى ثمرة التمكن من تحقيق التنمية المستدامة للموارد. حيث أصبح تطبيق هذه الأخيرة لا غنى عنه في مجال العمارة والتخطيط الحضري واستخدام الأراضي، كما أنها تشغل اهتمامات جميع أصحاب المجال: صناع القرار، وأصحاب المشاريع، المخططين، المهندس المعماري، المهندسين... وغيرهم وهذا ما يعني الحاجة إلى توعية كل أصحاب المصلحة بقضايا واتجاهات العمارة البيئية و المناخية البيولوجية .

العمل المقترح يدرس إمكانية تصميم مجمع مدرسي بيومناحي ضمن حي مستدام في مدينة البرواقية التي تبعد بضع كيلومترات عن مدينة المدية.

وفقا لتحليل الموقع فهذه المدينة بعيدة كل البعد عن أهداف التنمية المستدامة، وتعاني من نقص المرافق الهيكلية، مما دفعنا إلى التساؤل حول المقياس الذي يجب علينا التدخل فيه لتحقيق حياة أفضل لسكانها.

مهمتنا هي تطوير حي مستدام يلبي تطلعات سكانه في المستقبل، مع تحسين منظر المدينة ومحاولة بلوغ أهداف الجودة البيئية من خلال إنشاء المباني المناخية البيولوجية التي تحقق التكامل الجيد مع الموقع، وكذا توفير الطاقة واستخدام مواد صحية ومتجددة.

اقترحنا دمج مجموعة مدرسية نظراً لنقص المرافق التعليمية في البيئة المباشرة للموقع و دور الأخير في تعزيز التنوع الوظيفي محاولين في ذلك إيجاد حل للنموذج الموحد للمرافق التعليمية في الجزائر، ومدى تكيفها مع الظروف المناخية. إضافة الى ذلك، مشكلة الراحة البصرية في الفصول الدراسية. ولمعالجة هذه الأخيرة انجزنا البحث الموضوعي، وتحليل بعض الأمثلة المشابهة، التي سمحت لنا رسم المفاهيم التي يمكن أن تساعدنا في تصميم المجمع المدرسي.

خلصنا عملنا بتقييم بيئي للحي والمشروع المنجز، وكذا محاكاة الإضاءة الطبيعية في الفصول الدراسية.

الكلمات المفتاحية: حي إيكولوجي، مجمع مدرسي، الراحة البصرية، الإضاءة الطبيعية.

## **Abstract :**

Ensuring the quality of future generations lives is only the result of being able to achieve the sustainable development of resources. However, the application of these last has become an essential standard in architecture and in urban and regional planning. It concerns all stakeholders: policy makers, project owners, urban planner, architect, engineers, landscapers, etc... which requires the necessity to sensitize each stakeholder about sustainable development issues and about ecological and bioclimatic architecture affairs.

The proposed work examines the possibility of designing a bioclimatic school group within an eco-district in Berrouaghia city, a few kilometers far from Medea city.

This city, after analysing its site, is far from all sustainable development objectives and lacks structural equipments. This deficiency makes us wondering about what we can do to provide Berrouaghia's inhabitants with better life conditions.

Our work involves the development of an eco-district that fulfils all its future inhabitants' needs in addition to improve the cityscape and try to achieve environmental quality goals by establishing ecological climatic buildings that combine good site integration, energy saving and the use of healthy and renewable materials.

We proposed to integrate a school group due to the lack of educational facilities on the immediate environment and its role in promoting functional diversity. We faced a problematic about the typification of educational facilities in Algeria, the adaptation to climatic conditions, and the issue of visual comfort in the classroom. To resolve these issues, we conducted thematic research, and an analysis of some similar examples, which allowed us to draw concepts that can help us in our intervention and recommendations that guide our design.

We concluded our work with an environmental evaluation of the eco-district and the project, completed by the control of a software allowing a simulation of natural lighting in a classroom.

**Keywords:** Eco-district - School group - Visual comfort - Natural light

# Table de matière

## CHAPITRE I : Introductive

Remerciment.....	I
Dedicace .....	II
Resumé .....	III
ملخص.....	IV
Abstract.....	V
Table des matières .....	VI
Liste des abréviations .....	XII
Liste des figures .....	XIII
Liste des tableaux .....	XVIII

## PARTIE INTRODUCTIVE

### CHAPITRE I: Introduction generale

1. Introduction.....	1
2. Motivation du choix de thème.....	2
3. Problématique générale.....	3
4. Problématique spécifique .....	4
5. Hypothèses .....	5
6. Objectifs .....	6
7. Méthodologie de travail .....	7
8. Structure du mémoire.....	8

## PARTIE THEORIQUE

### CHAPITRE II : Approche urbanistique

Introduction .....	9
1 Concept et définition.....	9
1.1 La notion du développement durable .....	9
1.1.1 Définition.....	9
1.1.2 Les trois dimensions du développement durable .....	10
1.1.3 Les objectifs du développement durable .....	11
1.1.4 Les enjeux et objectifs du développement durable algérien.....	12

<b>1.2</b>	<b>L'Eco-quartier .....</b>	<b>13</b>
1.2.1	Définition.....	13
1.2.2	Les principes de l'écoquartier .....	13
1.2.3	Les cinq piliers d'un éco quartier .....	15
1.2.4	Les caractéristiques d'un éco quartier .....	15
<b>2</b>	<b>Analyse des exemples :.....</b>	<b>16</b>
	<b>Conclusion.....</b>	<b>18</b>

### **CHAPITRE III : Approche architecturale**

	<b>Introduction .....</b>	<b>19</b>
<b>1</b>	<b>Architecture bioclimatique .....</b>	<b>19</b>
1.1	Définition .....	19
1.2	Principes de base de l'architecture bioclimatique .....	20
1.3	Les trois systèmes de l'architecture bioclimatique.....	20
1.4	Les objectifs de l'architecture bioclimatique .....	21
1.5	Les stratégies de l'architecture bioclimatique .....	21
<b>2</b>	<b>Définitions liées au thème de l'éducation .....</b>	<b>23</b>
2.1	Définition de l'éducation .....	23
2.2	Définition de l'apprentissage .....	23
2.3	Définition de la pédagogie .....	23
2.4	Définition de l'école .....	23
2.5	Typologie des écoles.....	24
2.6	Types conceptuels de bâtiment scolaire.....	24
2.7	Définition du groupe scolaire.....	25
2.8	Quelle est la différence entre l'école et le groupe scolaire ? .....	25
2.9	Le milieu scolaire entre environnement physique, confort et occupation.....	25
2.9.1	Caractéristique de l'architecture scolaire.....	25
2.9.2	Répondre aux besoins physiques .....	25
<b>3</b>	<b>Analyse des exemples .....</b>	<b>28</b>
	<b>Conclusion.....</b>	<b>30</b>

## CHAPITRE IV : Approche spécifique

Introduction .....	31
<b>1 Définition des concepts .....</b>	<b>31</b>
1.1 La lumière .....	31
1.2 L'éclairage naturelle.....	31
1.3 Le confort visuel.....	32
1.4 Les caractéristiques de base du confort visuelle .....	32
1.4.1 Le niveau d'éclairement.....	32
1.4.2 Le facteur de lumière du jour (FLJ).....	33
1.4.3 L'autonomie en lumière du jour .....	33
1.4.4 L'uniformité lumineuse .....	33
1.4.5 Le rendu et la température des couleurs.....	33
1.4.6 L'éblouissement .....	34
1.4.7 Les ombres .....	34
1.4.8 La transmission lumineuse .....	34
<b>2 Les variations de l'éclairage naturel .....</b>	<b>35</b>
2.1 Type du ciel .....	35
2.1.1 Ciel uniforme .....	35
2.1.2 Ciel couvert (CIE) .....	35
2.1.3 Ciel clair (sans soleil).....	35
2.1.4 Ciel clair avec soleil (serein) .....	36
2.1.5 Moment de l'année .....	36
2.1.6 L'heure du jour .....	36
2.1.7 L'orientation et l'inclinaison de l'ouverture.....	36
<b>3 Réglementation de l'éclairage .....</b>	<b>36</b>
<b>4 Niveau d'éclairement et la relation au monde extérieur .....</b>	<b>37</b>
<b>5 Capturer la lumière naturelle et limiter les apports solaires .....</b>	<b>37</b>
<b>6 Élément à prendre en considération avant la conception architecturale .....</b>	<b>38</b>
6.1 Programmation .....	38
6.2 Esquisse.....	38
6.3 Dimension des ouvertures .....	38
6.4 Position des ouvertures .....	38
6.5 Forme des ouvertures .....	38

<b>7</b>	<b>Les outils et les méthodes d'évaluation du confort .....</b>	<b>39</b>
7.1	Mesures sur site .....	39
7.2	Les méthodes de calcul simplifiées .....	40
7.3	Les logiciels informatiques.....	41
7.4	L'utilisation de modèles réduits.....	42
	<b>Conclusion.....</b>	<b>43</b>

## **PARTIE PRATIQUE**

### **CHAPITRE V :Analyse contextuelle**

	<b>Introduction .....</b>	<b>44</b>
<b>1</b>	<b>Situation de l'aire d'étude .....</b>	<b>44</b>
1.1	L'échelle du territoire .....	44
1.2	L'échelle régionale et communale .....	44
1.3	A l'échelle de la ville .....	45
1.4	A l'échelle du quartier.....	45
1.4.1	Accessibilité : .....	45
1.4.2	Environnement immédiat .....	45
1.5	Constats .....	45
<b>2</b>	<b>Données de l'environnement naturel .....</b>	<b>46</b>
2.1	Forme et surface .....	46
2.2	Nature du sol .....	46
2.3	Topographie .....	46
2.4	Le climat .....	47
2.4.1	Température .....	47
2.4.2	Les vents .....	47
2.4.3	L'hygrométrie.....	47
2.4.4	La pluviométrie .....	47
2.4.5	La couverture végétale.....	48
2.5	Constats .....	48
<b>3</b>	<b>Les données de l'environnement construit .....</b>	<b>49</b>
3.1	Le tissu urbain .....	49
	Constats : .....	49
3.2	Les équipements socio-culturels .....	50

Constat .....	50
4 Les données de l'environnement règlementaire.....	52
5 Analyse séquentielle .....	52
5.1.1 Ambiance sonore .....	52
5.1.2 Ambiance solaire .....	53
6 Diagramme de Givoni.....	54
Synthèse.....	55

## CHAPITRE VI : Elaboration du projet

1 La démarche d'aménagement de l'éco quartier .....	55
Introduction .....	55
1.1 Démarche conceptuelle.....	55
2 Les étapes d'élaboration du projet architectural.....	59
2.1 Programme qualitatif :.....	59
2.1.1 Organigramme fonctionnel : .....	59
2.1.2 Organigramme spatial .....	59
2.2 Démarche conceptuelle du projet.....	60
2.2.1 La démarche géométrique .....	60
2.2.2 Démarche Bioclimatique.....	61
2.2.3 Démarche conceptuelle du plan de masse .....	62
2.3 Le fonctionnement général du groupe scolaire .....	63
2.4 La façade .....	64
2.5 Le system constructif.....	65
2.5.1 Les matériaux de construction .....	65
2.5.2 La structure .....	66
2.5.3 La composition des murs et des planchers.....	67
3 Evaluation environnemental de l'écoquartier.....	68
3.1 La mobilité.....	68
3.2 Mixité fonctionnelle .....	69
3.3 La gestion des déchets .....	69
3.4 La gestion des eaux .....	70
3.5 La végétation .....	71
4 Evaluation environnementale du groupe scolaire.....	72

<b>4.1</b>	<b>Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat.....</b>	<b>72</b>
<b>4.2</b>	<b>Gestion des eaux.....</b>	<b>73</b>
<b>4.3</b>	<b>Gestion des déchets .....</b>	<b>73</b>
<b>4.4</b>	<b>Confort acoustique .....</b>	<b>73</b>
<b>4.5</b>	<b>Confort hygrothermique et confort visuel.....</b>	<b>74</b>
	<b>Conclusion.....</b>	<b>74</b>

## **CHAPITRE VII : Simulation de l'éclairage naturel**

	<b>Introduction .....</b>	<b>75</b>
<b>1</b>	<b>Présentation Du Logiciel .....</b>	<b>75</b>
<b>2</b>	<b>Protocole de simulation .....</b>	<b>76</b>
<b>2.1</b>	<b>Présentation du cas d'étude .....</b>	<b>76</b>
<b>2.2</b>	<b>Caractéristique du cas d'étude.....</b>	<b>77</b>
<b>2.3</b>	<b>Présentation des cas de simulation et configuration.....</b>	<b>78</b>
<b>2.4</b>	<b>Normes d'éclairage dans les salles de cours .....</b>	<b>79</b>
<b>2.5</b>	<b>Présentation du plan de travail à simuler .....</b>	<b>79</b>
<b>2.6</b>	<b>La methode d'interpretation des resultats .....</b>	<b>79</b>
<b>2.7</b>	<b>Les étapes de simulation sur dialuxe evo.....</b>	<b>80</b>
<b>3</b>	<b>résultat et interpretation .....</b>	<b>81</b>
<b>4</b>	<b>Critères de choix du nouveau procédé .....</b>	<b>90</b>
	<b>La transmission lumineuse .....</b>	<b>90</b>
	<b>La Réflexion lumineuse .....</b>	<b>90</b>
	<b>Le nouveau procédé.....</b>	<b>90</b>
	<b>Conclusion.....</b>	<b>92</b>
	<b>Conclusion generale .....</b>	<b>93</b>
	<b>Annexe .....</b>	<b>94</b>

## Liste des abréviations

**CES** : Coefficient d'emprise au sol

**C.I.E** : Commission Internationale de l'Éclairage

**COS** : Coefficient d'occupation du sol

**F.L.J** : Facteur de Lumière du Jour

**FNAU** : Fédération nationale des agences d'urbanisme

**MATE** : le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement

**M.T** : Moyenne tension

**PMR** : Personnes à Mobilité Réduite

**R.N** : Route Nationale

**SNAT** : le schéma national d'aménagement du territoire

**TIC** : technique d'information et de communication

**WWF** : World Wild life Fund (Fonds mondial de la vie sauvage)

**G.S** : groupe scolaire

**T** : Température

**H.T** : Haute tension

**T.P** : Travaux Pratiques

**PDAU** : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

**RGPT** : Règlement General Pour La Protection Du Travail

# LISTE DES FIGURES

## CHAPITRE II : APPROCHE URBANISTIQUE

<b>Figure 1</b> : Représentation du concept du développement durable .....	10
<b>Figure 2</b> : Les objectifs du développement durable.....	12
<b>Figure 3</b> : Les principes de l'éco quartier.....	14
<b>Figure 4</b> : Les cinq piliers d'un quartier durable.....	15
<b>Figure 5</b> : Eco quartier Pou de colobre -France- .....	15
<b>Figure 7</b> : Carte du quartier "Tafilelt' .....	16
<b>Figure 8</b> : Situation du quartier "Tafilelt' .....	16
<b>Figure 6</b> : Situation du quartier Hammarby Sjostade .....	16
<b>Figure 9</b> : Plan d'aménagement du quartier Hammarby Sjostad .....	16
<b>Figure 10</b> : L'espace public quartier Hammarby .....	17
<b>Figure 11</b> : Système bâti du quartier Hammarby Sjostad .....	17
<b>Figure 12</b> : Système bâti du quartier Tafilelt'.....	17
<b>Figure 14</b> : Espace public du quartier Tafilelt' .....	17
<b>Figure 13</b> : Jardin central de Hammarby Sjostad .....	17
<b>Figure 15</b> : Eco-parc de Tafilelt' .....	17

## CHAPITRE III : APPROCHE ARCHITECTURALE

<b>Figure 1</b> : Schéma des principes de base de l'architecture bioclimatique .....	20
<b>Figure 2</b> : Les objectifs de l'architecture bioclimatique.....	21
<b>Figure 3</b> : Stratégie du chaud .....	22
<b>Figure 4</b> : Stratégie du froid .....	22
<b>Figure 5</b> : Stratégie de l'éclairage naturel .....	22
<b>Figure 6</b> : Typologie des écoles .....	24
<b>Figure 7</b> : Types de modèles conceptuels de bâtiments scolaires .....	24
<b>Figure 9</b> : Vue d'ensemble du projet .....	28
<b>Figure 8</b> : Vue d'ensemble du projet .....	28
<b>Figure 10</b> : Plan de masse .....	28
<b>Figure 11</b> : Plan de masse .....	28
<b>Figure 12</b> : Vue d'en haut du projet .....	28
<b>Figure 13</b> : Coupe schématique du projet .....	28
<b>Figure 14</b> : Vue du projet .....	28
<b>Figure 15</b> : Cours de récréation .....	28
<b>Figure 19</b> : Plan de masse du groupe scolaire la cigale.....	29
<b>Figure 17</b> : Bibliothèque et patio .....	29
<b>Figure 18</b> : Genèse de la forme du groupe scolaire la cigale Beausoleil .....	29
<b>Figure 16</b> : Vue aérienne du projet .....	29

## CHAPITRE IV : APPROCHE SPECIFIQUE

<b>Figure 1</b> : Mosquée Sidi Brahim .....	31
<b>Figure 2</b> : Chapelle de Ronchamp .....	31
<b>Figure 3</b> : Le confort visuel .....	32
<b>Figure 4</b> : Surface recevant une quantité de lumière .....	32
<b>Figure 5</b> : Cas d'uniformité améliorée dans un terrain de volleyball.....	33
<b>Figure 6</b> : Ambiances lumineuses éclairée par luminaires de 300 .....	33
<b>Figure 7</b> : Objet invoquant de l'ombre provenant d'un éclairage unilatéral.....	34
<b>Figure 8</b> : Objet sans ombres due à un éclairage multi directionnel .....	34
<b>Figure 9</b> : Ciel uniforme .....	35
<b>Figure 10</b> : Ciel couvert (CIE).....	35
<b>Figure 11</b> : Ciel clair sans soleil .....	35
<b>Figure 12</b> : Ciel clair avec soleil .....	36
<b>Figure 13</b> : Angles de vue d'une personne assise pour différents niveaux d'allèges .....	37
<b>Figure 14</b> : Diagramme de Waldram.....	40
<b>Figure 15</b> : Diagramme de Waldram.....	40
<b>Figure 16</b> : Simulation avec le logiciel Dialux.....	41
<b>Figure 17</b> : Simulation de l'éclairage artificiel sur avec la maquette.....	42

## CHAPITRE V : ANALYSE CONTEXTUELLE

<b>Figure 1</b> : Situation de la wilaya de Médéa.....	44
<b>Figure 2</b> : Situation et contexte locale de la ville de Berrouaghia.....	44
<b>Figure 3</b> : Situation du terrain d'intervention. ....	45
<b>Figure 4</b> : Accessibilité du terrain d'intervention .....	45
<b>Figure 5</b> : Environnement immédiat.....	45
<b>Figure 6</b> : Forme du site d'intervention.....	46
<b>Figure 7</b> : Coupes Topographiques sur le terrain .....	46
<b>Figure 8</b> : Température de Berrouaghia 2009-2018 .....	47
<b>Figure 9</b> : Rose des vents .....	47
<b>Figure 10</b> : Hygrométrie de Berrouaghia .....	47
<b>Figure 11</b> : Pluviométrie de Berrouaghia .....	47
<b>Figure 12</b> : Carte de la couverture végétale .....	48
<b>Figure 13</b> : Espèce d'arbre .....	48
<b>Figure 14</b> : Les équipements socio-culturels dans la ville de Berrouaghia .....	50
<b>Figure 15</b> : Les ambiances sonores sur le site d'intervention .....	51
<b>Figure 16</b> : Combinaison des simulations des ombres portés par les objets proches .....	52
<b>Figure 17</b> : Diagramme de Givoni.....	53
<b>Figure 18</b> : Carte de synthèse de l'analyse de site .....	54

## CHAPITRE VI : ELABORATION DU PROJET

<b>Figure 1</b> : Schéma des enveloppes .....	55
<b>Figure 2</b> : Franchissement des barrières .....	56
<b>Figure 3</b> : Coupe sur la voie piétonne.....	56
<b>Figure 4</b> : Coupe sur la voie mécanique.....	56
<b>Figure 5</b> : Schéma de structure.....	56
<b>Figure 6</b> : Coupe sur la RN 01.....	56
<b>Figure 7</b> : Coupe sur le boulevard .....	56
<b>Figure 8</b> : Organigramme fonctionnel de l'Eco quartier .....	57
<b>Figure 9</b> : Schéma d'affectation des parcelles .....	57
<b>Figure 10</b> : Schéma d'aménagement.....	58
<b>Figure 11</b> : Coupe schématique de l'écoquartier .....	58
<b>Figure 12</b> : Organigramme fonctionnel du groupe scolaire.....	59
<b>Figure 13</b> : Organigramme spatial du groupe scolaire .....	59
<b>Figure 14</b> : Schéma des principes bioclimatique.....	61
<b>Figure 15</b> : Plan de masse du groupe scolaire .....	62
<b>Figure 16</b> : Le fonctionnement du groupe scolaire.....	63
<b>Figure 17</b> : Vue sur la façade est du projet.....	64
<b>Figure 18</b> : Vue sur la façade ouest du projet.....	64
<b>Figure 19</b> : Vue sur la façade sud du projet.....	64
<b>Figure 20</b> : Structure en béton armée du projet .....	66
<b>Figure 21</b> : Schéma de types de structure appliquées au projet.....	66
<b>Figure 22</b> : Model 3D de la structure du projet .....	66
<b>Figure 23</b> :La mobilité dans .....	68
<b>Figure 24</b> : Parking à étage.....	68
<b>Figure 25</b> : Parking à vélo .....	68
<b>Figure 26</b> : La mixité fonctionnelle dans l'écoquartier .....	69
<b>Figure 27</b> : Schéma de la gestion des déchets dans l'écoquartier .....	69
<b>Figure 28</b> :Machine de compostage.....	69
<b>Figure 29</b> : Les bornes de tri sélectif .....	69
<b>Figure 30</b> : Schéma de la gestion des eaux dans l'écoquartier.....	70
<b>Figure 31</b> : Noue paysagère sur les voies piétonnes.....	70
<b>Figure 32</b> : Jardin filtrant.....	70
<b>Figure 33</b> : Schéma de la couverture végétale dans l'écoquartier.....	71
<b>Figure 34</b> :Cypres toujours vert.....	71
<b>Figure 35</b> :Eucalyptus.....	71
<b>Figure 36</b> :Pin d'Alep .....	71
<b>Figure 37</b> : Les fonctions du groupe scolaire .....	72
<b>Figure 38</b> :Schéma de circulation dans le groupe scolaire .....	72
<b>Figure 39</b> : Variété des vues au groupe scolaire.....	72
<b>Figure 40</b> : Gestion des eaux dans le groupe scolaire .....	73
<b>Figure 41</b> : Pavé perméable.....	73
<b>Figure 42</b> :Gestion des déchets dans le groupe scolaire .....	73
<b>Figure 43</b> : Confort acoustique au groupe scolaire.....	73
<b>Figure 44</b> : Stratégie de la ventilation et l'éclairage naturel .....	74

## CHAPITRE VII : SIMULATION DE L'ECLAIRAGE NATUREL

<b>Figure 1</b> : Logo du logiciel dialux .....	75
<b>Figure 2</b> : Disposition des salles a simuler .....	76
<b>Figure 3</b> : Géométrie de la salle de classe .....	76
<b>Figure 4</b> : Coupe géométrique de la salle de cours.....	77
<b>Figure 5</b> : Récapitulatif des différents indicateurs et variables .....	78
<b>Figure 6</b> : Plan de travail a simulé.....	79
<b>Figure 7</b> : Interface du logiciel Source .....	80
<b>Figure 8</b> : Réglage de la géométrie importé .....	80
<b>Figure 9</b> : Importation de la 3d sur dialuxe evo .....	80
<b>Figure 10</b> : Sélection de la pièce a simulé .....	80
<b>Figure 11</b> : Paramètre du site .....	80
<b>Figure 12</b> : Simulation .....	80
<b>Figure 13</b> : Résultat .....	80
<b>Figure 15</b> : Superposition des 3 zones sur le plan utile (cas initiale) .....	82
<b>Figure 16</b> : Superposition des 3 zones sur le plan utile (cas initiale) .....	82
<b>Figure 17</b> : Superposition des 3 zones sur le plan utile (cas initiale) .....	82
<b>Figure 14</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (cas initiale) .....	82
<b>Figure 19</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (cas initiale) .....	82
<b>Figure 18</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (cas initiale) .....	82
<b>Figure 20</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.5m) .....	83
<b>Figure 21</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.5m) .....	83
<b>Figure 22</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.5m) .....	83
<b>Figure 23</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.2m) .....	83
<b>Figure 24</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.2m) .....	83
<b>Figure 25</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.2m) .....	83
<b>Figure 26</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 1.1m) .....	84
<b>Figure 27</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 1.1m) .....	84
<b>Figure 28</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 1.1m) .....	84
<b>Figure 29</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.7m) .....	84
<b>Figure 30</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.7m) .....	84
<b>Figure 31</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.7m) .....	84
<b>Figure 32</b> : Histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (1er indicateurs).....	85
<b>Figure 33</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 40 cm) .....	86
<b>Figure 34</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 40 cm) .....	86
<b>Figure 35</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 30 cm) .....	86
<b>Figure 36</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 30 cm) .....	86
<b>Figure 37</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 30 cm) .....	86
<b>Figure 38</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 40 cm) .....	86
<b>Figure 39</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 50 cm) .....	87
<b>Figure 40</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 50 cm) .....	87
<b>Figure 41</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 50 cm) .....	87
<b>Figure 42</b> : Histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (2 <sup>ème</sup> indicateurs).....	87
<b>Figure 43</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 25 %) .....	88
<b>Figure 44</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 25 %) .....	88
<b>Figure 45</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 25 %) .....	88
<b>Figure 46</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 20 %) .....	88

<b>Figure 47</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 20 %) ...	88
<b>Figure 48</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 20 % ) ..	88
<b>Figure 49</b> : Histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (3ème indicateurs) .	89
<b>Figure 50</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (combinaison d'indicateurs) .	90
<b>Figure 51</b> : Histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (combinaison d'indicateurs).....	90
<b>Figure 52</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (combinaison d'indicateurs) .	90
<b>Figure 53</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (combinaison d'indicateurs) .	90
<b>Figure 55</b> : Caractéristique du vitrage .	91
<b>Figure 56</b> : Exemple de transmission lumineuses optimisées de divers types de vitrage disponibles sur le marché a la date de l'écriture de cet ouvrage .....	91
<b>Figure 57</b> : Schéma de la transmission lumineuse au niveau du vitrage .....	91
<b>Figure 54</b> : Fenêtre avec vitrage à faible émissivité Source : mfg.dz.....	91
<b>Figure 58</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (simulation avec double vitrage) .	92
<b>Figure 59</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (simulation avec double vitrage) .	92
<b>Figure 60</b> : Histogramme du confort au niveau des salles de classe (simulation avec double vitrage) .	92
<b>Figure 61</b> : Histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (l'ajout d'un double vitrage a basse émissivité).....	92

# LISTE DES TABLEAUX

## CHAPITRE II : APPROCHE URBANISTIQUE

**Tableau 1:** Comparatif de la morphologie urbaine des quartier Hammarby Sjostad et Tafilelt.....16

## CHAPITRE III : APPROCHE ARCHITECTURALE

**Tableau 1 :** Les types de l'architecture bioclimatique.....20

**Tableau 2 :** Des taux de renouvellement pour les ventilations mécanique ou naturelle dans une école  
.....27

## CHAPITRE IV : APPROCHE SPECIFIQUE

**Tableau 1:** Forme et configuration de fenêtre .....39

## CHAPITRE V : ANALYSE CONTEXTUELLE

**Tableau 1:** Pourcentages des pentes .....46

**Tableau 2:** Les constats et les recommandations sur l'analyse climatique .....48

**Tableau 3:** Le tissu urbain .....49

**Tableau 4:** Les données de l'environnement règlementaire .....51

## CHAPITRE VI : ELABORATION DU PROJET

**Tableau 1:** Les matériaux de construction Source : auteur.....65

**Tableau 2:** La composition des murs et des planchers appliqués au projet.....67

## CHAPITRE VII : SIMULATION DE L'ECLAIRAGE NATUREL

**Tableau 1 :** la variante environnementale.....77

**Tableau 2 :** variante de choix des matériaux .....77

**Tableau 3 :** les différents cas de simulation et configuration .....78

**Tableau 4 :** synthèse récapitulatif et interprétation des résultats de la 1er variable  
.....85

**Tableau 5 :** synthèse récapitulatif et interprétation des résultats de la 1er variable  
.....87

**CHAPITRE I :**  
**INTRODUCTION GENERALE**

### 1. Introduction

« L'avènement de l'architecture bioclimatique et solaire a permis de reposer le problème de l'intégration des facteurs physiques de l'environnement dans le champ de l'architecture ». (1)

L'homme a toujours pratiqué l'architecture sans avoir besoin de la nommer, l'architecture fut un moyen pour s'abriter et se protéger du climat. Ce dernier était un facteur important qui, à travers un savoir-faire millénaire a influé l'adaptation du bâti à son environnement pour assurer un certain confort.

Depuis les années 70 un nouveau concept qui cherche à créer une parfaite harmonie entre l'architecture, les conditions climatiques, le site de construction et les matériaux utilisés ; tout en faisant des économies d'énergie, donne naissance à une nouvelle architecture dite bioclimatique, qui se manifeste essentiellement à travers les écoquartiers.

La relation qui existe entre l'architecte et l'environnement, concerne non seulement l'impact écologique, mais également celui du climat qui est l'un des critères essentiels dans toute conception architecturale.

Aujourd'hui, l'Algérie en plus du problème de l'architecture qui ne respecte pas l'environnement et le climat, malheureusement on remarque l'apparition de nouveaux quartiers mal façonnés, avec comme seul but, loger sans une structure adéquate, ni équipements nécessaires à la vie sociale et la mixité fonctionnelle. Cependant, les équipements sont les joyaux de la ville, leurs architectures, leurs designs et leurs implantations construisent l'espace urbain et retracent le milieu publico collectif.

L'école par sa fonction sociale et comme lieu de savoir et de vie en communauté, permet à l'adolescent de mieux comprendre la transformation dont il fait l'objet.

En Algérie, depuis l'indépendance, un certain nombre de facteurs dont : la pression démographique, la volonté d'instruire, la démocratisation de l'enseignement, sont à l'origine d'une demande incessante en matière de construction scolaire.

Ce qui a poussé l'état à mettre en place un système de normalisation des constructions scolaires, ayant pour objectifs la réduction des couts et délais de réalisation en négligeant les facteurs climatiques et leur influence sur le bâtiment scolaire.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons donc opté pour les équipements éducatifs, et plus précisément les groupes scolaires, afin d'essayer d'en faire un espace agréable à fréquenter.

### **2. Motivation du choix de thème**

En cherchant à pousser l'étude de simulation bioclimatique et l'évaluation environnemental, nous avons porté un intérêt aux régions à climat non indulgent, et pour cela la région de Médéa qui culmine à environ 900 m d'altitude a été choisi comme site d'intervention qui affiche souvent des températures avoisinant 0° C pendant de très longues heures en hiver.

Ainsi, et après avoir mené quelques recherches sur cette willaya, nous avons choisi la ville de Berrouaghia comme ville d'intervention. Et en cherchant juste à l'entrée de la ville, un terrain vierge se présente à nous.

Et il s'est avéré que c'est un prochain secteur d'urbanisation (secteur à urbaniser AU4) ou un quartier fut projeté d'un programme de 750 logements (environ 3 blocs déjà réalisés). C'est ainsi que l'on a décidé d'apporter une touche bioclimatique à travers notre écoquartier qui fera partie intégrante du nouveau pôle urbain.

Mettre l'accent sur le thème générique de la bioclimatique comme solution plus que nécessaire dans les régions à climat non indulgent afin qu'elle ne soit pas seulement un confort mais une nécessité du siècle des grands changements climatiques.

L'envie d'offrir un équipement éducatif plus proche aux habitants de l'écoquartier et le pôle urbain vu le manque de ce dernier, l'intention d'apporter un plus à notre thème de recherche et rompre avec la typification existante.

Pousser la recherche dans la bioclimatique à un niveau plus expérimental que théorique en mettant en valeur les simulations existant pour les rendre plus efficaces aux décideurs du secteur du bâtiment et urbains.

### 3. Problématique générale

Face aux risques que court notre environnement, l'être humain se trouve dans l'obligation d'être responsable d'une bonne gestion globale des ressources naturelles et de l'environnement. La conception architecturale doit être liée à l'intégration harmonieuse à l'environnement et à la préservation du milieu naturel, en pensant à résoudre les problèmes causés par l'humain.

L'Algérie a connu le développement de beaucoup de nouvelles cités comme réponse à la crise de logement, des cités sans planifications ou le seul souci est logé sans aucune mixité fonctionnelle ou sociale, celles-ci ne répondent pas aux besoins des citoyens avec un manque d'équipements approximatif considérable.

Notre cas d'études est l'une de ces cités, et notre intervention concernera une extension qui comporte différents équipements avec une intégration du bâti existant en lui procurant une empreinte écologique, prenant en charges les facteurs climatiques, les contraintes du site et l'impact du quartier sur la ville.

*Comment aménager un quartier qui répond aux défis environnementaux de son site, tout en intégrant les principes du développement durable dans son aménagement pour répondre aux besoins et aspirations des futurs occupants ?*

Par ailleurs, notre intérêt s'est porté sur le secteur de l'éducation, un secteur dont beaucoup de problèmes n'ont toujours pas trouvé de solutions adéquates au plan architectural et pédagogique.

À cet égard il est regrettable de constater que notre pays n'a pas assuré l'harmonisation et l'adaptation aux exigences de la pédagogie, du climat, et du style architectural, à travers une typification des équipements scolaires malgré le fait qu'il existe toute une variété de régions climatiques et culturelles. Depuis l'Indépendance un certain nombre de facteurs dont : la pression démographique, la volonté d'instruire, la démocratisation de l'enseignement, sont à l'origine d'une demande incessante en matière de construction scolaire.

Ce qui a poussé l'Etat à mettre en place un système de normalisation des constructions scolaires, ayant pour objectifs la réduction des couts et délais de réalisation (une moyenne de 200 école primaire par an selon les statistiques du ministère de l'Education national de 1962 jusqu'à 2012) en négligeant les facteurs climatiques et leur influence sur le bâtiment scolaire.(voir annexe 01)

Cependant l'école ne doit plus être un lieu de coercition, mais un espace propice à l'épanouissement de l'enfant tout en répondant aux besoins de comforts et de pédagogie.

Finalement, tous ces problèmes constatés, nous ont conduits à poser les problématiques suivantes :

*comment concevoir un groupe scolaire qui prend en charge les facteurs climatiques, respectant l'environnement d'un côté et l'écocitoyenneté d'un autre ? Et comment arriver à travers notre projet à rompre la typification dans la conception et créer un équipement scolaire confortable qui permet l'épanouissement des élèves ?*

### **4. Problématique spécifique**

La problématique du confort dans l'établissement scolaire est largement abordée ces dernières décennies dans les pays européens, vu l'importance du confort sur le rendement des élèves, voir leur réussite

L'éducation en Algérie accuse un retard considérable sous tous ses niveaux, par rapport aux autres pays déjà développés dans ce domaine, notamment dans le cadre des groupes scolaires .et le confort assuré par ces derniers.

Le confort visuel est un élément souvent négligé dans les équipements éducatifs en Algérie, or l'équilibre psychologique, pédagogiques et le rendement maximal des occupants (élèves, enseignants et personnels ) . y sont intimement liés .

Un bon confort visuel peut influencer positivement sur les relations entre les différents usagers du bâtiment comme il peut au contraire, s'il est absent ou mal réalisé, être une source de malaise.

Les salles de cours nécessitent un bon éclairage pour offrir un rendement meilleur, notamment en saison hivernale ou notre équipement sera le plus occupé.

Pour cela, la question qui se pose est :

*Comment peut-on assurer un confort visuel convenable dans les salles de cours ?*

*Quels sont les moyens susceptibles qui nous conduisent à un niveau d'éclairage adapté aux activités éducatives ? Quels sont les paramètres qui permettent d'atteindre l'ambiance lumineuse favorable en assurant la propagation uniforme de la lumière naturelle ?*

## 5. Hypothèses

L'extension de quartier peut être offrir une gamme importante de services tels que (loisirs, soins, repos, éducation...etc.).

Inscrire le projet dans le cadre de l'architecture durable peut être nous aide à profiter le maximum des éléments naturels offert par le site et en minimisant l'utilisation des énergies fossiles, afin de préserver la qualité environnementale.

L'architecture de l'établissement scolaire a un impact sur le rendement des élèves en classe.

Un groupe scolaire regroupe une diversité d'ambiances et de fonctions qui répondent aux besoins ultimes des individus en matière de mixité sociale et fonctionnelle.

Le dimensionnement des ouvertures peut avoir un meilleur apport en lumière naturelle dans les salles d'apprentissage.

La position de l'ouverture peut avoir un impact sur propagation de la lumière dans l'espace

L'utilisation d'une protection verticale peut minimiser l'effet d'éblouissement a l'intérieure de la salle de cour

Utiliser un type de vitrage spécifique peut avoir a un impact sur le confort visuel .

## 6. Objectifs

L'objectif de ce travail consiste à concevoir un écoquartier à la ville de Berrouaghia a faible impact sur l'environnement, encourage les interactions sociales et favorise un sentiment de communauté au niveau du quartier.

Rendre l'établissement scolaire un espace agréable à vivre, en répondant aux besoins particuliers de ce dernier tout en respectant l'environnement. En offrant le confort maximal au niveau de notre équipement et rendre son espace agréable aux usagers.

Concevoir un Equipment éducatif sur des principes bioclimatiques qui va assurer les besoins du quartier, propose une nouvelle architecture scolaire en Algérie.

Améliorer le confort visuel dans une salle d'apprentissage  
-minimiser l'utilisation de l'éclairage artificiel en profitant l'éclairage naturel

-Garantir un niveau d'éclairement naturel optimale sur le plan de travail.

Permettre des opportunités d'apprentissage à travers l'architecture et élever l'environnement d'apprentissage en utilisant des stratégies d'éclairage naturel.

## 7. Méthodologie de travail

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

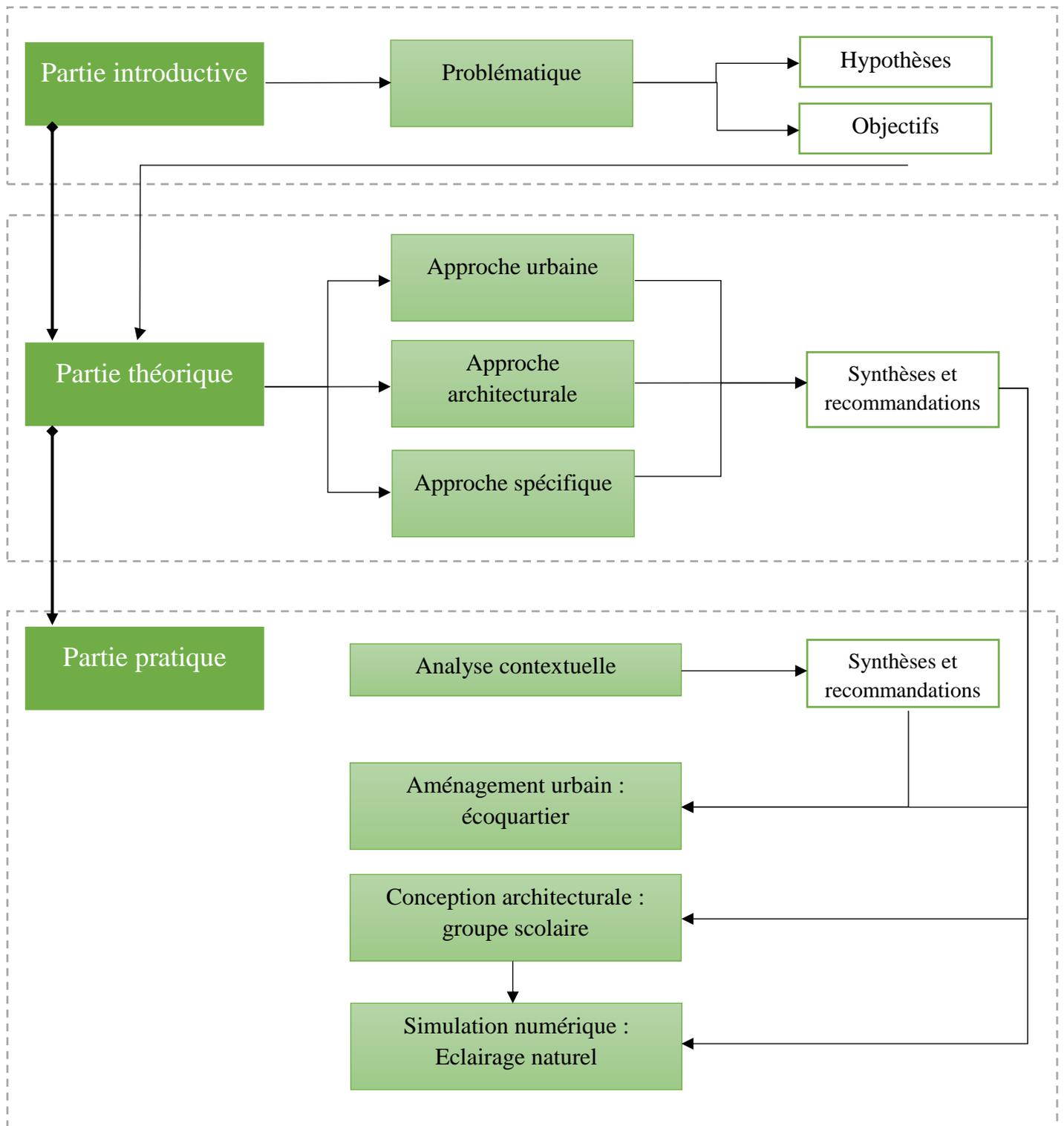
**1 - Elaboration d'un cadre de référence** : qui a pour objectif de mieux cerner le thème de recherche à travers les concepts du développement durable et architecture bioclimatique, les établissements scolaires et l'éclairage naturel et l'importance de leur prise en compte dans la partie pratique. Cette partie du travail est élaborée sur la base d'une recherche bibliographique.

**2- Connaissance du milieu physique et des élément urbains et architecturaux d'interprétation appropriés** : connaissance de l'environnement dans toutes ses dimensions climatiques, urbaine, réglementaire ; pour une meilleure intégration du projet, confort et pratiques sociales : la dimension humaine est indissociable du concept de développement durable, la recherche de la qualité environnementale est une attitude ancestrale visant à établir un équilibre entre l'homme et son environnement, privilégier les espaces de socialisation et de vie en communauté pour renforcer l'identité et la cohésion sociale.

**3- Conception appliquée** : cette partie illustre dans un premier temps la stratégie urbaine adoptée dans l'aménagement d'un Eco-quartier à Berrouaghia. 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.

**4- Evaluation environnementale et énergétique** : vérification de la conformité du projet aux objectifs environnementaux et énergétiques à travers différents outils : référentiel HQE, évaluation du confort visuel.

## 8. Structure du mémoire



# **LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## **CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE**

1. Mazouz S. Eléments de conception architecturale: OPU; 2014.

**CHAPITRE II :**  
**APPROCHE URBANISTIQUE**

### Introduction

Aujourd'hui la moitié des habitants de la planète vit dans les villes. Là où l'urbanisation ne cesse de se développer. Jours après jours l'importance de l'urbanisme responsable émerge sur la surface, afin de faciliter la vie des habitants dans un cadre de vie meilleur. De nos jours l'urbanisme se tourne vers la notion de durabilité. Cette notion qui est fréquemment entendue dans ce domaine est devenue une condition nécessaire dans le processus des urbanistes d'aujourd'hui, qui eux à leur tour essaient de repenser l'urbanisme d'une façon responsable afin de diminuer ces impacts négatifs sur l'environnement. Penser « durable » c'est penser au futur, là où les générations à venir risquent d'affronter les conséquences négatives d'aujourd'hui.

Lors de l'établissement de cette approche, nous commencerons par donner un aperçu sur les aspects importants de notre thème, concernant les principes et les piliers du développement durable et l'architecture bioclimatique suivi par l'analyse de deux éco quartiers un pour ses aspects bioclimatiques et l'autre pour sa situation dans le territoire national.

## 1 Concept et définition

### 1.1 La notion du développement durable

#### 1.1.1 Définition

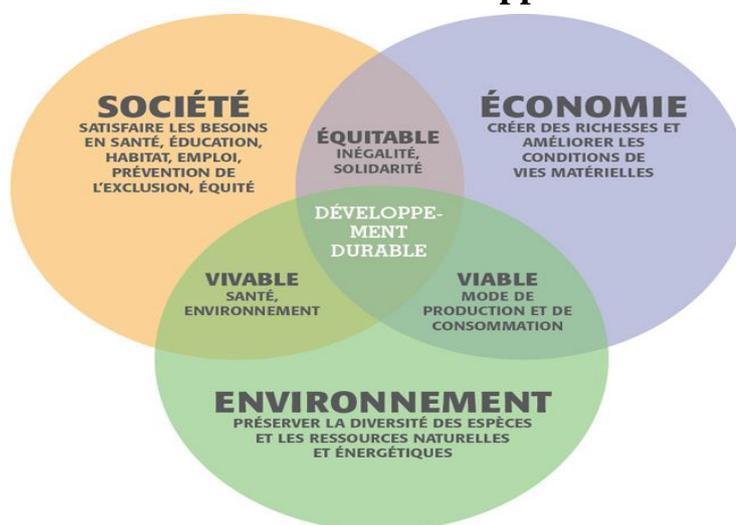
Le développement durable est un mode de régulation et une stratégie dont le but est d'assurer la continuité à travers le temps d'un développement social et économique, dans de respect de l'environnement et sans compromettre les ressources naturelles qui sont essentiels à l'activité humaine.

Le développement durable n'est pas donc une théorie, mais une démarche stratégique fondée sur la notion d'une double solidarité :

- Solidarité dans l'espace, entre les territoires riches en ressources et pauvres, entre l'échelle globale et l'échelle locale selon le principe que tout ce que nous faisons à l'échelle locale a des répercussions à l'échelle globale.
- La solidarité dans le temps, entre hier, aujourd'hui et demain, qui signifie que les décisions politiques ou économiques doivent tenir compte les spécificités historiques, socioculturelles locales et intégrer le long terme. (1)

Le développement durable est une forme de développement économique ayant pour objectif principal de concilier le progrès économique et social avec la préservation de l'environnement, ce dernier étant considéré comme un patrimoine devant être transmis aux générations futures. (2)

### 1.1.2 Les trois dimensions du développement durable



*Figure 1 : Représentation du concept du développement durable*

*Source : site web de l'assemblée nationale française, issue du débat une culture du développement durable*

Pour envisager un développement durable, il s'agit de trouver un équilibre viable, vivable et durable entre l'efficacité économique, l'équité sociale, et la protection de l'environnement.<sup>1</sup>

#### A. Pilier socioculturelle

- Organiser la gouvernance urbaine pour l'écoquartier
  - S'organiser, s'entourer et piloter.
  - Impliquer, écouter et décider.
  - S'assurer que les objectifs fixés seront respectés et atteints.
  - Evaluer et préparer une gestion durable.
  - Se respecter mutuellement et progresser ensemble.
- Améliorer la cohésion sociale
  - Inscrire le projet dans son contexte social intercommunal.
  - Renforcer les liens sociaux.
  - Promouvoir toutes les formes d'accessibilité à tous les habitants.
- Promouvoir la mixité sociale et fonctionnelle

<sup>1</sup> Le programme Action 21 pour la mise en œuvre du développement durable au niveau des territoires. Ce programme s'articule autour des trois piliers : l'environnement et la solidarité, l'efficacité économique, et l'équité sociale.

- Réduire les phénomènes de ségrégation socio-spatiale.
- Organiser la mixité fonctionnelle.
- Prévoir les équipements indispensables aux fonctions urbaines.
- Imposer aux opérateurs des impératifs de résultats en termes de maîtrise des charges.

### **B. Pilier économique**

- Optimiser la portée économique du projet
  - Inscrire le projet dans la dynamique de développement local.
  - Anticiper et encadrer l'impact économique du projet.
- Assurer la pertinence du montage financier du projet
  - Optimiser le montage financier et le coût global du projet.
  - Imposer des objectifs de résultats en matière de réduction/maitrise des charges.
- Garantir la pérennité du projet
  - Prévoir des possibilités d'évolution conjoncturelle du projet.
  - Prévenir les risques liés au projet.

### **C. Pilier environnemental**

- Promouvoir les performances écologiques dans l'aménagement :
  - **Eau** : optimiser l'utilisation locale des eaux urbaines (eau pluviale, économie d'eau, traitement des eaux usées).
  - **Déchets** : prévenir la production de déchets ; optimiser les filières de collecte et de traitement des déchets.
  - **Biodiversité** : promouvoir la nature en ville et ménager des coupures d'urbanisation, des trames vertes et bleues.
  - **Mobilité** : maîtriser les déplacements individuels motorisés, diversifier l'offre de Mobilité, favoriser les modes doux et les transports en commun.
  - **Sobriété énergétique et énergies renouvelables** : diversifier la production locale de l'énergie.
  - **Densité et formes urbaines** : promouvoir une gestion économe de l'espace et la reconquête des zones centrales dégradées. (3)

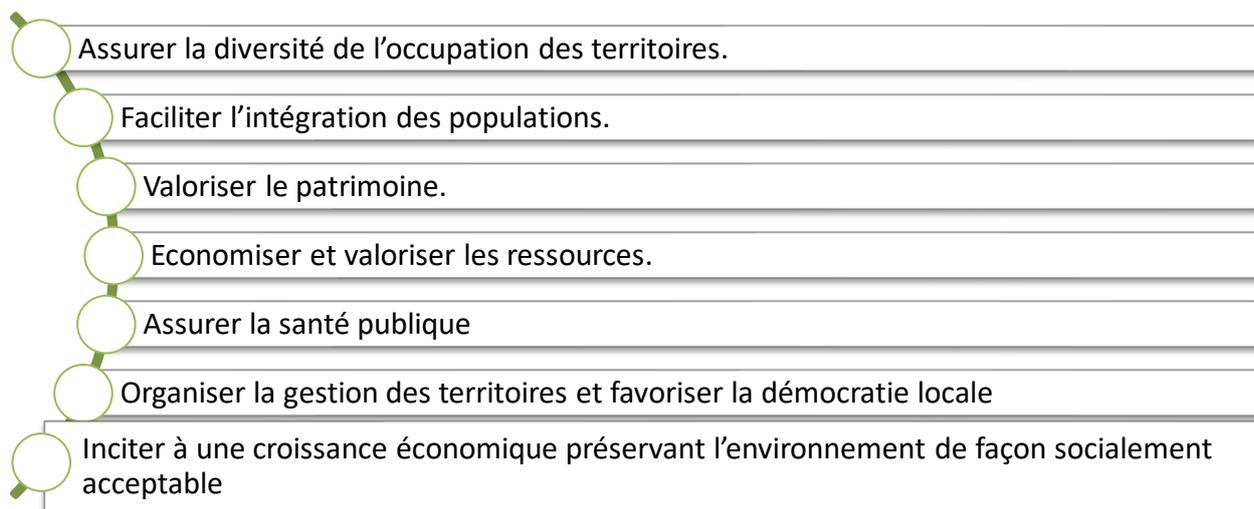
#### **1.1.3 Les objectifs du développement durable**

Les objectifs du développement durable s'inscrivent dans une stratégie qui doit non seulement les concilier, mais considère qu'il y a synergie entre ces objectifs. C'est la Stratégie des 3 E : Equité, Environnement, Economique, auxquels il convient d'ajouter la gouvernance.

## CHAPITRE II : APPROCHE URBANISTIQUE

Ils ont été formulés de manière à s'appliquer aux territoires habités, et notamment aux territoires urbains. Ils ont aussi comme caractéristique commune de mettre l'homme et les relations entre les hommes à centre des préoccupations de développement des territoires, et ce dans un cadre planétaire.

C'est-à-dire parvenir simultanément à une équité sociale (considérations et droits égaux entre citoyens), une efficacité économique (droit à l'emploi...) préservation et amélioration de l'environnement (naturel et artificiel) : (4)



*Figure 2: les objectifs du développement durable.*

*Source : FNAU (Fédération nationale des agences d'urbanisme) , version adaptée par l'auteur*

### 1.1.4 Les enjeux et objectifs du développement durable algérien

D'après les objectifs énumérés par le schéma national d'aménagement territorial (SNAT) 2025/2030, élaboré et présenté par le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE) en 2008 et éprouvé en 2010, les préoccupations prioritaires sont d'abord celles du développement, avant être celles de durabilité. En effet, le (SNAT) analyse d'abord les six systèmes nationaux (system de l'eau et de sol, system écologique, patrimonial, relationnel : transport, technique d'information et de communication (TIC), enseignement et formation ; system productif et urbain) en déduit 6 enjeux majeurs et précise 8 objectifs prioritaires en réponse à ses enjeux, en les étayant par 20 programmes d'action spécifiques. (1)

- Epuisement des ressources (eau, sol, énergie, faune et flore)
- Crise du rural
- Décrochage démo-économique
- Crise urbaine
- Ouverture de l'économie nationale
- Non gouvernance territoriale

## 1.2 L'Eco-quartier

### 1.2.1 Définition

L'écoquartier est un territoire qui, pour sa création ou sa réhabilitation intègre dans une démarche volontaire, une conception et une gestion intégrant les critères environnementaux, un développement social urbain équilibré favorisant la valorisation des habitants, la mixité sociale et des lieux de vie collective, des objectifs de développement économique, de création d'activités et d'emplois locaux, les principes de la gouvernance que sont la transparence, la solidarité, la participation et le partenariat (5).

C'est un quartier urbain, conçu de façon à minimiser son impact sur l'environnement en assurant la qualité de vie des habitants, en visant un fonctionnement à long terme, une autonomie fonctionnelle, la création d'une solidarité sociale et une intégration cohérente au site ; il doit répondre aux objectifs locaux et globaux du développement durable. (6)

### 1.2.2 Les principes de l'écoquartier<sup>2</sup>

**Gouvernance** : des quartiers bien gérés par une participation efficace et globale, une représentation et une direction.

**Transport et mobilité** : des quartiers bien connectés grâce à de bons services et moyens de transport permettant aux habitants d'accéder à leur lieu de travail et aux services. Une bonne infrastructure de transport public est essentielle à la limitation de la voiture.

**Environnement** : offrir aux habitants l'opportunité de vivre dans le respect de l'environnement (bâtiment basse consommation ou à énergie positive, limitation des déchets, recyclage, utilisation des matériaux naturels et écologiques, limitation de la consommation d'eau), et de profiter d'un cadre de vie propre et sûr.

**Economie** : une économie locale vivante et florissante.

**Services** : mise à disposition de services publics, privés, communs et volontaires accessibles à tous les habitants.

**Equité** : juste pour chaque habitant, à la fois pour les générations actuelles et futures.

---

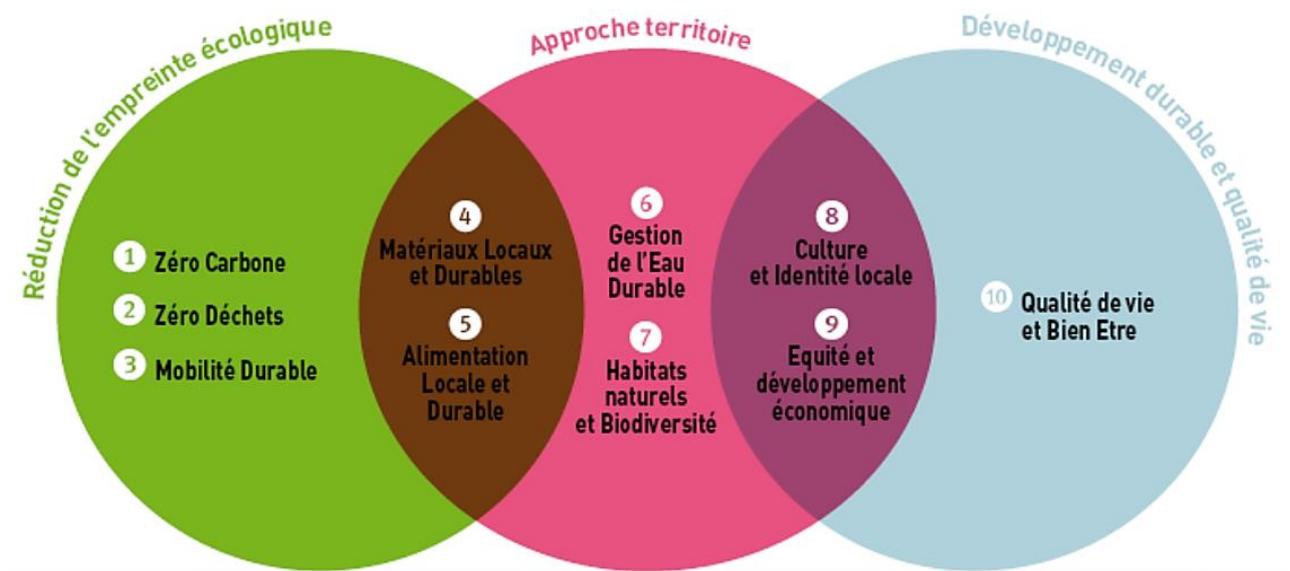
<sup>2</sup> Un des acteurs européens dans la promotion de modèles urbains plus durables est EnergyCities, association européenne d'autorités locales qui inventent leur future énergétique, créée en 1990 et représentant maintenant plus de 1000 villes dans 30 pays. Elle propose sur son site [energycities.com](http://energycities.com) que la planification de quartiers durables ait pour objectif de fonder un quartier sur des principes environnementaux, économiques et sociaux en mettant l'accent sur les points les principes de l'écoquartier

## CHAPITRE II : APPROCHE URBANISTIQUE

**Diversité** : développer des quartiers diversifiés et a cohésion sociale par la mixité des catégories sociales et la mixité des générations.

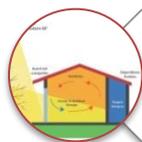
**Mixité des fonctions** : différence majeure avec les quartiers suburbains existants qui connaissent souvent un zonage (séparant les zones résidentielles des zones industrielles et commerciales).

**Identité** : active, globale et sure avec une forte culture locale et un partage des activités de quartier ; apporte le sentiment d'appartenance au quartier que beaucoup d'habitants recherchent. Chaque quartier nécessite par conséquent un centre bien défini. (7)



*Figure 3: les principes de l'éco quartier,  
source : Selon le WWF (World Wild life Fund),*

### 1.2.3 Les cinq piliers d'un éco quartier



**Habitations** : construire des logements économes en énergie, utilisant des énergies renouvelables.



**Déplacements** : marche à pied, vélo, transports en commun, les voitures garées à l'extérieur des quartiers.



**Déchets** : réduire les quantités de déchets par le réemploi, le recyclage et la valorisation, apprendre les techniques de compostage.



**Propreté d'eau** : améliorer la propreté des lieux de façon permanente et récupérer les eaux de pluie.



**Végétaux** : améliorer les espaces naturels et le patrimoine végétale qui consomme du CO2.

*Figure 4: les cinq piliers d'un quartier durable :  
source : energy-cities.eu, version adaptée par l'auteur*

### 1.2.4 Les caractéristiques d'un éco quartier

Dans ses principales caractéristiques, l'éco quartier doit être un quartier : (7)

#### Les caractéristiques

Défini, avec un centre et des limites.

Compact : pour assurer une densité durable et limiter son impact sur le territoire

Complet : pour limiter les déplacements, faciliter les échanges et améliorer la qualité de vie

Connecté, au voisinage et à la ville

Autonome dans son fonctionnement et en solidarité sociale

Facilite les liens homme nature

Répond aux enjeux globaux et locaux avec un bilan environnemental positif



*Figure 5: Eco quartier Pou de colobre - France-source : ZAC écoquartier du «Pou de les colobres» dossier de création rapport de présentation - mars 2012*

## 2 Analyse des exemples :

### Introduction

Beaucoup d'informations sur les écoquartiers et leurs performances sont disponibles aujourd'hui. Différents auteurs proposent une catégorisation des écoquartiers à travers une analyse générale de leurs caractéristiques, leur contexte, les innovations qu'ils intègrent ou leurs modèles d'urbanisation. En revanche ces travaux restent généralistes et peu de détails sont disponibles quant aux composants urbains et leurs principales caractéristiques.

Nous avons réalisé une analyse des caractéristiques urbaines de deux écoquartiers (**Hammarby Sjostad** au Suède un exemple connu à l'échelle mondiale et **Tafilelt** en Algérie un échantillon local, le premier et le seul écoquartier dans notre pays)

À travers un travail de mesure de ces principaux composants (espaces bâtis, voiries, espaces verts, etc.) aussi ses performances environnementales, ce qui nous permet de comprendre au mieux l'approche d'écoquartier et d'en connaître les grands principes de conception et la projection de ces principes sur la réalité.



Figure 8: situation du quartier Hammarby Sjostade Source : Grace Yopez

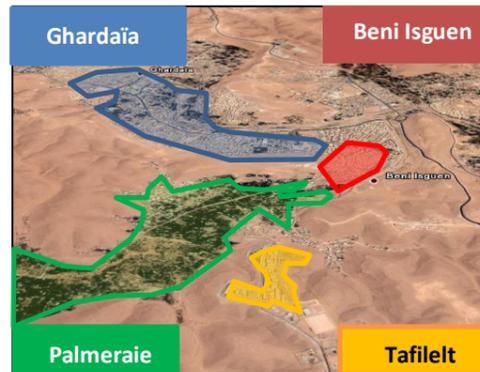


Figure 7: Situation du quartier "Tafilelt" Source: Google image adaptée par auteur

### Ecoquartier Tafilelt

#### Fiche technique :

**Situation :** la vallée du M'Zab à 2.3 km du Ksar de Beni Isguen à Ghardaïa au sud Algérien .

**Nature de l'opération :** Réalisation de la nouvelle cité ksar « Tafilelt »

**Surface total :** 22,5 HA

**Promoteur :** Association Amidoul

**Année de départ et d'achèvement :** 1997/ 2015

**Site naturel :** Terrain rocheux avec une pente :12 à 15%

**Climat :** un climat saharien , des hivers froids et secs et des étés très chauds et secs

### Ecoquartier Hammarby Sjostad

#### Fiche technique :

**Situation :** à Stockholm sur le côté orientale de la Suède a l'endroit où le lac Malar rejoint la mer baltique.

**Nature de l'opération :** la réhabilitation de l'ancien quartier Hammarby sjostad

**Surface total :** 200 HA

**Architect :** Stellan Fryxell.

**Année de départ :** 1994/2010

**Climat :** climat tempéré chaud

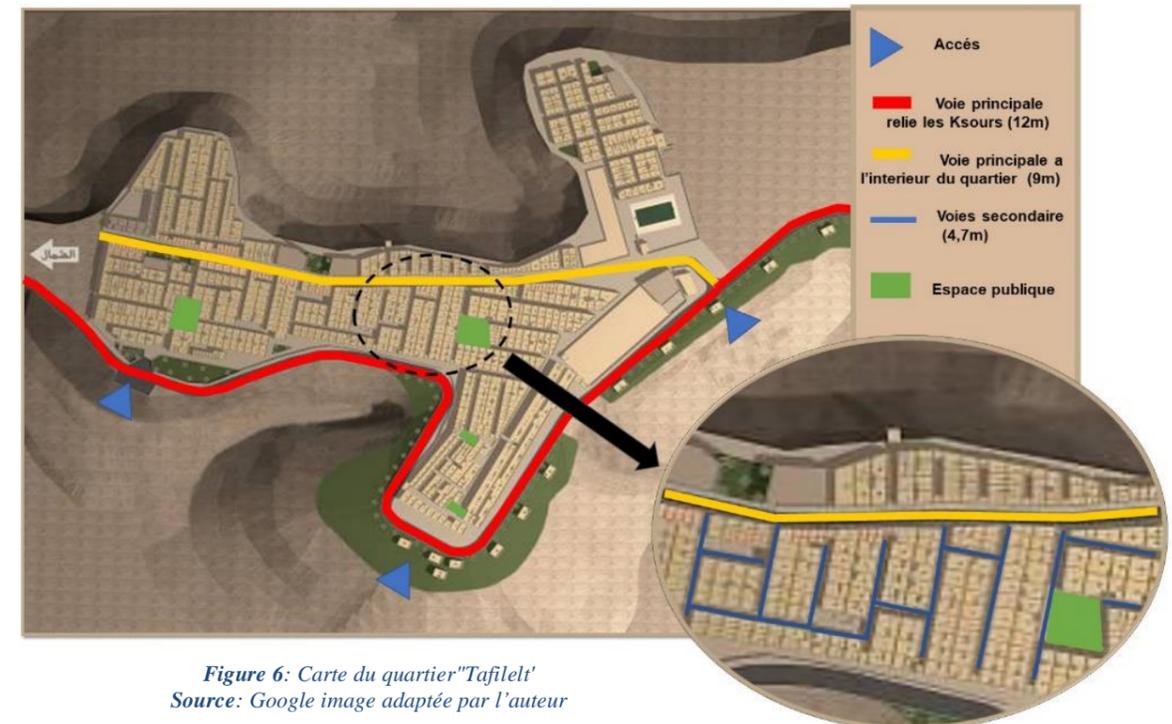


Figure 6: Carte du quartier "Tafilelt" Source: Google image adaptée par l'auteur

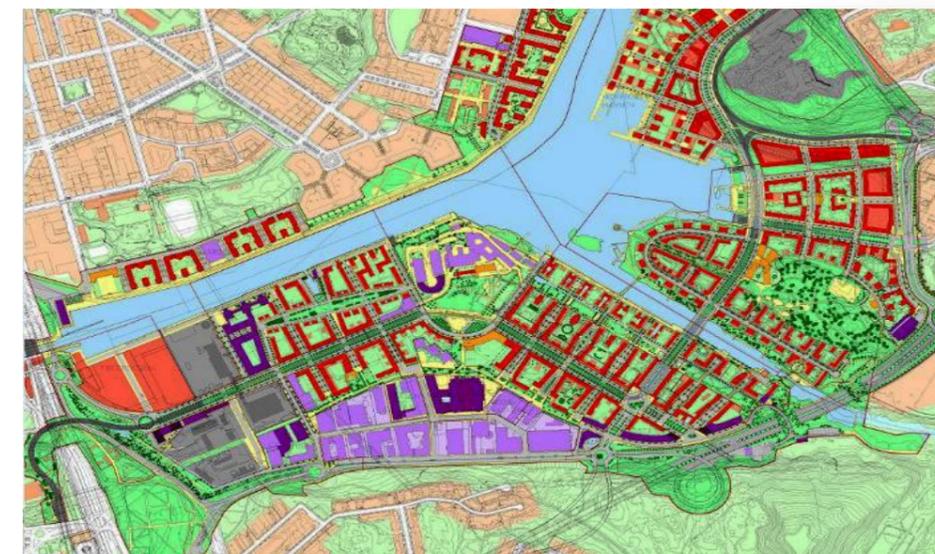


Figure 9: Plan d'aménagement du quartier Hammarby Sjostad Source : ZAC écoquartier du «Pou de les colobres» dossier de création rapport de présentation - mars 2012

Tableau 1 : Comparatif de la morphologie urbaine des quartier Hammarby Sjostad et Tafilelt Source : auteur

		Hammarby Sjostade	Tafilelt
Morphologie urbaine	Surface	200	160
	Nombre de logements	10000	870
		Population	35000
	Distance du centre-ville	4	5
	Espace vert (ha)	50.8	
	Densité (hab/ha)	175	39

**Hammarby Sjostad** est également denses mais offrent tout de même 25% d'espace vert. La densité est recherchée dans ces projets à travers la hauteur et la compacité des constructions.

**Tafilelt** présente une densité très faible, n'offre pas pour autant des surfaces en espace vert supérieures à la moyenne. Cela peut s'expliquer par la typologie des bâtiments construits : logements

**Le bâti :**

**Hammarby :** l'implantation des bâtiments est majoritairement sous forme d'îlots fermés avec un cœur d'îlot aménagé en jardin que l'on peut traverser à pied, la diversité des typologies crée une complexité de composition urbaine.

**Tafilelt :** Le bâti est constitué d'îlots serrés. L'organisation du ksar est basée sur le principe de la compacité repris de l'architecture ksourienne afin de limiter l'excès de chaleur. Le ksar est caractérisé par un tracé orthogonal régulier.



Figure 11: Système bâti du quartier Hammarby Sjostad



Figure 12: système bâti du quartier Tafilelt

**Le viaire :**

**Hammarby :** les parcours mécaniques sont limités pour maîtriser l'impact de la voiture dans l'urbain, la répartition des parkings répond à une localisation stratégique (les portes ou les limites du quartier),

Le système de transport en commun est très attractive (Métro, tramway, taxi, location de voiture ...) d'où l'écoquartier est relié avec le reste de la ville à travers ce système,

Les parcours cyclables sont avantageés et larges. On retrouve dans les axes viaires du quartier une grande présence du végétal ; elle se traduit souvent par une ligne arborée dans les axes importants.

**Tafilelt :** L'accessibilité au ksar se fait à partir d'une voie qui le relie aux restes des ksours à partir d'une entrée principale.

La voie secondaire qui permet la distribution des îlots et comporte une deuxième entrée au ksar .

Les voies sont étroites 4.7m ce qui minimise la circulation mécanique au sein du ksar.



Figure 10: l'espace public quartier Hammarby Source : la maison thomas maison écologique



Figure 13: espace public du quartier Tafilelt Source auteur

**Le non-bâti :**

**Hammarby :** plus qu'un aménagement les espaces verts ont des fonctions et une variété remarquable, tous les espaces sont conçus pour créer un lien entre le bâti et la nature

**Tafilelt :** la densité des espaces verts est réduite à l'intérieur du Ksar mais on trouve des espaces publics aménagés en aires de jeux, à l'extérieur du ksar on trouve un éco-parc comme espaces pour la protection des espaces menacés du biosphère saharienne, et pour la gestion des déchets solides et liquides.

**Performances environnementales : (Tafilelt)**

Tafilelt s'inscrit dans une démarche de préservation patrimoniale et environnementale. Nous sommes situés dans la vallée du M'Zab, un site à l'équilibre fragile au cœur du désert du Sahara, qui souffre principalement du manque d'eau.

**Gestion des eaux :** quatre mini-stations de traitement des eaux usées à base de végétation (phyto-épuration) répartie dans différents points de la cité.

**Gestion des déchets :** mis en place d'un système de tri sélectif. Toutes les familles ont été formées en amont pour connaître les techniques de gestion des déchets. Nous utilisons par exemple les déchets organiques pour faire du compost ou pour nourrir les chèvres.

Nous avons aussi créé un éco-parc avec des espaces dédiés aux pratiques biologiques, où nous organisons de nombreuses activités.

**Sensibilisation à l'écocitoyenneté :** les gens s'inscrivent spontanément dans cette démarche lorsqu'ils sont bien informés. Grâce à cette prise de conscience des habitants, le volume de déchets domestiques a été réduit de 60 à 70%. Tafilelt est aujourd'hui réputé pour sa propreté. Les services de la commune ne prennent en charge le ramassage des déchets qu'à des points bien précis. Le reste du nettoyage de la vallée est pris en charge par les citoyens eux-mêmes.

**Utilisation des matériaux locaux** à la construction (la pierre et la chaux, le plâtre)

**Performances environnementales (Hammarby)**

**Gestion des eaux :** Les eaux usées subissent un traitement dans la station d'épuration de Henriksdal, située à proximité : ce traitement produit du biogaz qui sert actuellement à alimenter les gazinières domestiques, et les eaux de pluie sont drainées localement dans le sol (dans certains cas, retardées par les toitures végétalisées)

**Gestion des déchets :** mis en place un système de tri pneumatique, il existe un système fixe (station de collecte centrale) qui relie des poubelles à triple compartiment à un système de canalisation sous vide, où les déchets sont aspirés par de puissants courants d'air.

**Gestion d'énergie :** la consommation moyenne des logements devrait être inférieure à 60 KWh/m<sup>2</sup> pour couvrir ces besoins l'offre énergétique est basée en totalité sur les énergies renouvelables (énergie solaire).

**Les matériaux :** utilisation des matériaux écologiques .

**Mixité fonctionnelle :** De nombreux commerces et services de proximité, situés au rez-de-chaussée des immeubles, se sont ouverts : salons de coiffure, de beauté...). Des terrains de sport en plein air sont aménagés en plein cœur d'Hammarby



Figure 14: Jardin central de Hammarby Sjostad Source: la maison thomas maison écologique



Figure 15: Eco-parc de Tafilelt Source :auteur

**Synthèse :**

L'écoquartier est un quartier urbain, conçu de façon à minimiser son impact sur l'environnement tout en assurant la qualité de vie des habitants. Il vise un fonctionnement à long terme, une autonomie fonctionnelle et une intégration cohérente à la ville. Ce quartier correspond à un espace urbain bien défini, avec un centre et des limites clairement identifiables.

C'est un quartier à la fois compact et complet, qui permet des échanges sociaux et une vie de quartier. Il favorise les courtes distances et est intégré et/ou connecté à la ville par transport en commun. Enfin la nature y trouve une place essentielle, avec l'objectif de sensibiliser les habitants et de créer des liens homme-nature fort.

Tafilelt représente le premier pas de notre pays vers des quartiers et des villes durables et un exemple de l'écocitoyenneté.

L'architecture vernaculaire nous offre plusieurs solutions écologiques qui permettent d'augmenter le confort de l'espace vécu.

### Conclusion

Les écoquartiers sont aujourd'hui la formalisation d'un urbanisme en évolution avec de nouvelles idées et propositions qui répondent à des exigences et des aspirations de projets urbains plus respectueux de l'environnement et dans un nouveau rapport à la nature.

Les écoquartiers tentent de répondre à un double enjeu : celui de la densité nécessaire, et celui de la pleine réintégration et du respect de la nature dans l'espace urbain.

Ils promeuvent la coexistence entre espace naturel et densité urbaine, l'importance accordée à la lutte contre la consommation énergétique urbaine, à la gestion des eaux et à la protection des écosystèmes.

Ces quartiers cherchent également à favoriser une dynamique sociale pédagogique et responsable des usagers vers un habitat plus respectueux de son environnement et la prise en compte de la mobilité des habitants.

L'écoquartier est un concept innovant avec des principes qui doivent s'adapter à différents contextes et non un modèle à multiplier.

# LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## CHAPITRE II : APPROCHE URBANISTIQUE

1. Berezowska-Azzag E. Connaitre le contexte du developpement durable. 1<sup>er</sup> ed. Alger: Synergie; 2011.
2. Toupie. [En ligne].; 2018 [cité le 2018 10 15. Disponible sur : [http://www.toupie.org/Dictionnaire/Developpement\\_durable.htm](http://www.toupie.org/Dictionnaire/Developpement_durable.htm).
3. Université de Nime. Unime. [En ligne].; 2017 [cité le 2018 10 05. Disponible sur : [www.unimes.fr/fr/util/developpement\\_durable/histoire-et-origines.html](http://www.unimes.fr/fr/util/developpement_durable/histoire-et-origines.html).
4. Ministère de la transition écologique et solidaire.France. CPU. [En ligne].; 2015 [cité le 2019 01 29. Disponible sur : [http://www.cpu.fr/wp-content/uploads/2018/06/Guide-ODD-m%C3%A9tiers-ESR\\_web\\_1.1-1.pdf](http://www.cpu.fr/wp-content/uploads/2018/06/Guide-ODD-m%C3%A9tiers-ESR_web_1.1-1.pdf).
5. Agence nationale de l'environnement et des nouvelles energies. Quartier Durable. Guide d'expérience européennes. 2015 Avril 24; p. 5.
6. Yopez G. Construction d'un outil d'évaluation environnementale des écoquartiers. Memoire de doctorat :Sciences et techniques architecturales. 2011 Septembre 7.
7. Regenermel E. Le developpement durable: un autre modèl à construire. [En ligne]. [cité le 2019 01 31. Disponible sur : [http://www.energy-cities.eu/spip.php?page=recherche&id\\_rubrique=&q=developemet+durable&ok.x=0&ok.y=0](http://www.energy-cities.eu/spip.php?page=recherche&id_rubrique=&q=developemet+durable&ok.x=0&ok.y=0).

**CHAPITRE III :**  
**APPROCHE ARCHITECTURALE**



## **Introduction**

# **1 Architecture bioclimatique**

Pour concevoir un projet architectural quelconque, il faut suivre un processus d'analyse et de résolution des problèmes, où le concepteur devrait avoir une bonne compréhension des concepts et des principes qu'il va employer dans son projet. Dans ce chapitre on s'approfondit sur la compréhension de l'architecture bioclimatique, et , pour ensuite aborder le thème de l'éducation suivi par l'analyse d'exemple des groupes scolaires , pour leurs aspects bioclimatiques et leur fonctionnement. Les synthèses et les recommandations finales tirées de ce chapitre vont tracer les limites de notre projet et l'amélioration de la production architecturale .

## **1.1 Définition**

L'architecture bioclimatique est une sous discipline de l'architecture qui recherche un équilibre entre la conception et la construction de l'habitat, son milieu (climat, environnement,) et les modes et rythmes de vie des habitants.

L'architecture bioclimatique permet de réduire les besoins énergétiques, de maintenir des températures agréables, de contrôler l'humidité et de favoriser l'éclairage naturel.

Cette discipline est notamment utilisée pour la construction d'un bâtiment haute qualité environnementale (HQE).

La construction bioclimatique doit faire le lien entre le bâtiment (site, forme, matériaux, mise en œuvre...), le bien-être de son occupant et le respect de l'environnement. Olgyay a utilisé le terme « bioclimatique » pour la première fois en 1953 pour définir L'architecture qui répond à son environnement climatique en vue de réaliser le confort pour les occupants grâce à des décisions de conception appropriées. (1)

La conception bioclimatique est surtout une sorte d'engagement dont les bases sont : un programme architectural, un paysage, une culture, quelques matériaux locaux, certaines notions de bien-être et d'abri dont la synthèse est une couverture habitable.

## 1.2 Principes de base de l'architecture bioclimatique

S'inscrivant dans une démarche de développement durable, l'architecture bioclimatique se base sur les principes suivants :



*Figure 1 : schéma des principes de base de l'architecture bioclimatique*  
*Source : Alain Liébard et d'André De Herde, 2005 adaptés par l'auteur*

## 1.3 Les trois systèmes de l'architecture bioclimatique

Pour une notion de confort et assurer le bien-être, l'architecture bioclimatique se base sur plusieurs systèmes :

Système passive : solutions architecturales et constructives sans ou avec très peu d'apport d'énergie.

Système active : solutions technologiques en consommant de l'énergie.

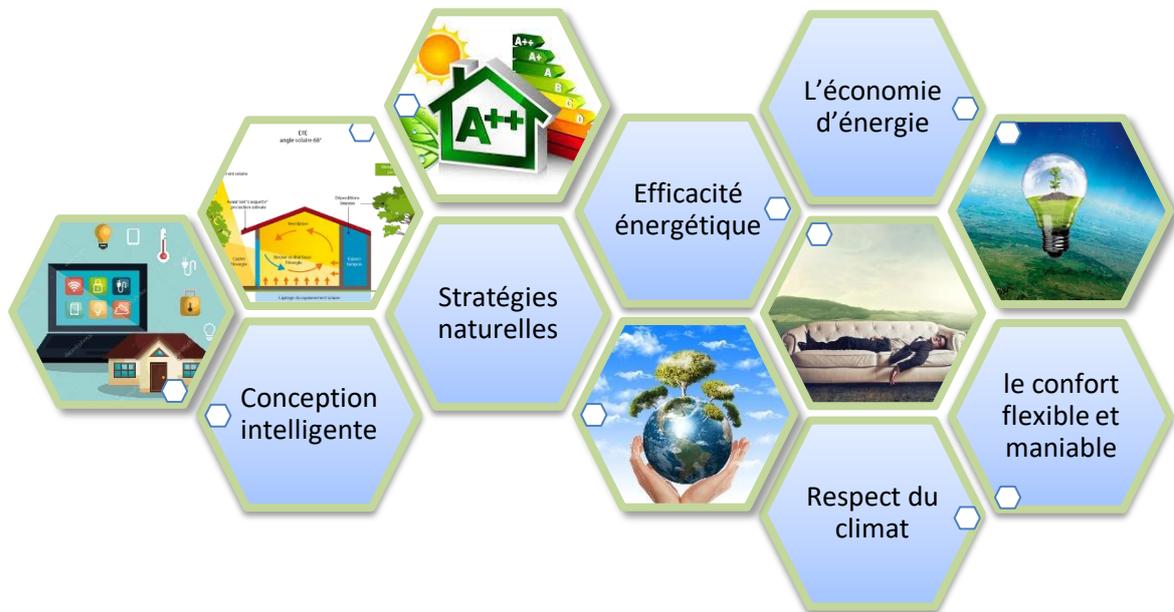
Système hybride : est la combinaison entre les deux systèmes.

*Tableau 1 : Les types de l'architecture bioclimatique*  
*Source : auteur*

Système passive :	Système active :	Système hybride :
Ensemble de dispositifs tel que : le patio ,Jardin d'hiver, Atrium, Véranda, Double peau ect ...	Ensemble des technologie des énergie renouvelables telle que : chauffe-eaux solaire , éolien , panneau photovoltaïque , capteur d'air ,capteurs solaires ...	Est un système naturel par une régulation active tel que le puits canadien

## 1.4 Les objectifs de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique a pour but d'assurer des conditions de vie optimales, en utilisant des moyens naturels, dans la mesure du possible. (2)



*Figure 2: les objectifs de l'architecture bioclimatique  
Source : auteur*

## 1.5 Les stratégies de l'architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique s'appuie sur des stratégies thermiques :

- Stratégie du chaud (hiver en climat tempéré)
- Stratégie du froid (été en climat tempéré)
- La stratégie de l'éclairage (3)

### Stratégie du chaud

**Capter le soleil :** le rayonnement solaire est collecté et transformé en chaleur.

**Stocker la chaleur :** l'énergie captée est stockée pour une utilisation différée.

**Distribuer la chaleur :** la chaleur captée et stockée est distribuée aux parties du bâtiment qui requièrent du chauffage.

**Conserver la chaleur :** la chaleur distribuée est retenue dans le bâtiment.



Figure 3 : Stratégie du chaud

Source : La Conception bioclimatique | Marion Dujardin

### Stratégie du froid

**Se protéger :** de rayonnement solaire et des apports de chaleur

**Minimiser :** les apports interne

**Dissiper :** prévoyez un système de ventilation performant pour assurer le renouvellement de l'air afin d'évacuer l'humidité.

**Refroidir :** Il s'agit par un dispositif mécanique ou naturel d'apporter de la fraîcheur dans l'habitat.

**Eviter :** Il s'agit de s'agiter au le transfert de la chaleur vers l'intérieur par le matériau



Figure 4 : Stratégie du froid

Source : La Conception bioclimatique | Marion Dujardin

### Stratégie de l'éclairage naturel

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera également à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel. L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage. (4)



Figure 5 : Stratégie de l'éclairage naturel

Source : Construction Jan Maison passive

## **2 Définitions liées au thème de l'éducation**

### **2.1 Définition de l'éducation**

L'éducation nF, c'est l'action de former et d'enrichir l'esprit d'une personne. (5)

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. L'éducation permet de transmettre d'une génération à l'autre la culture nécessaire au développement de la personnalité et à l'intégration sociale de l'individu. (6)

Formation de quelqu'un dans tel ou tel domaine d'activité ; ensemble des connaissances intellectuelles, culturelles, morales acquises dans ce domaine par quelqu'un ou par un groupe. (7)

L'Art de former une personne, spécialement un enfant ou un adolescent, en développant ses qualités physiques, intellectuelles et morales, de façon à lui permettre d'affronter sa vie personnelle et sociale avec une personnalité suffisamment épanouie. (8)

### **2.2 Définition de l'apprentissage**

L'apprentissage est un ensemble de mécanismes menant à l'acquisition du savoir-faire ou de connaissances. L'acteur de l'apprentissage est appelé apprenant. On peut opposer l'apprentissage à l'enseignement dont le but est de dispenser des connaissances et savoirs. (9)

### **2.3 Définition de la pédagogie**

La pédagogie est la science qui cherche à perfectionner les méthodes d'une formation individuelle dans un contexte communautaire. (5)

### **2.4 Définition de l'école**

Établissement chargé de donner un enseignement collectif général aux enfants d'âge scolaire et préscolaire. (10)

## 2.5 Typologie des écoles

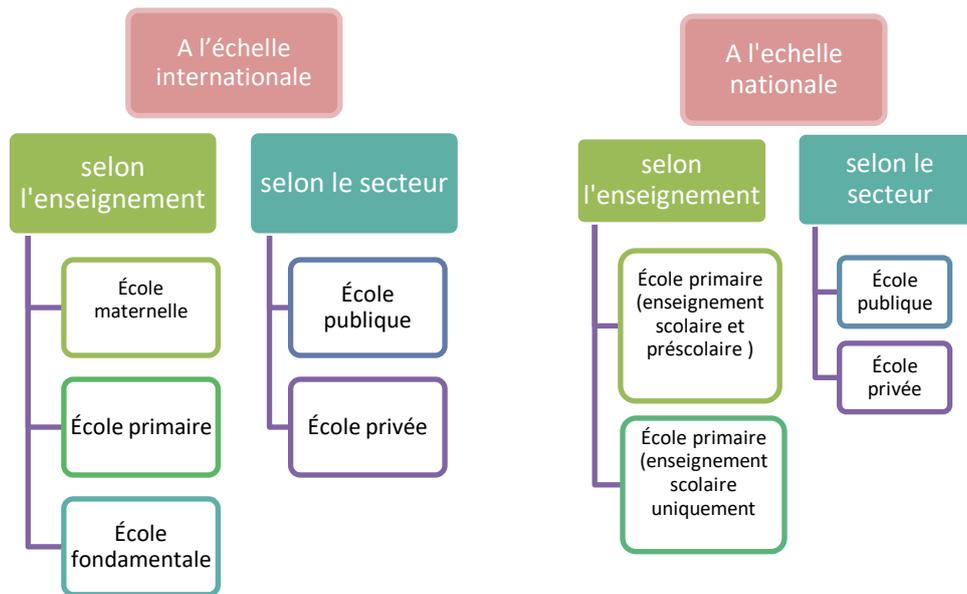


Figure 6: typologie des écoles  
 Source : hauteur

## 2.6 Types conceptuels de bâtiment scolaire

Le choix d'un type donné dépend des caractéristiques spécifiques de l'école, du niveau d'éducation et du nombre d'élèves. Mais il dépend également de la philosophie de l'école en matière d'éducation, des conditions climatiques et de son emplacement dans la région (urbain, suburbain ou rural) (11)

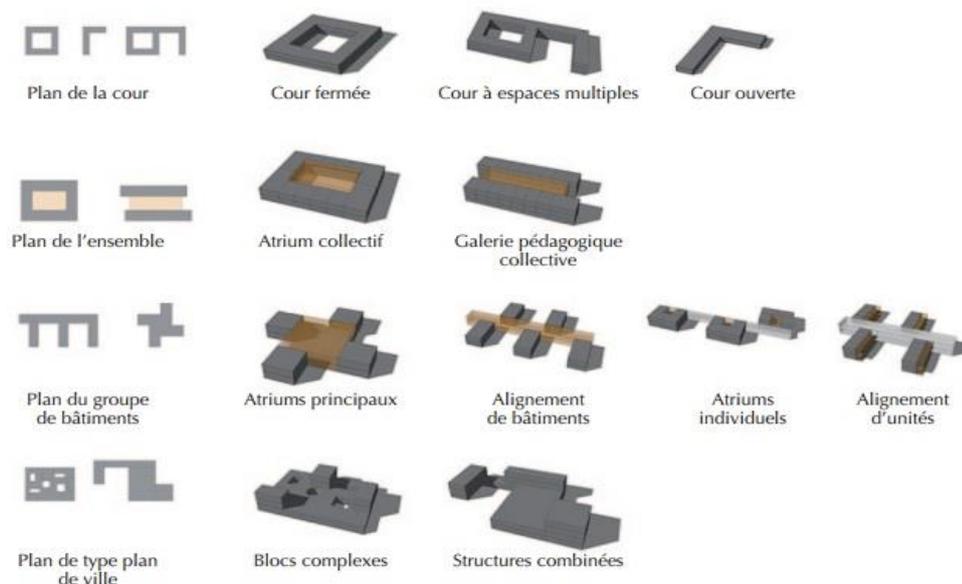


Figure 7: Types de modèles conceptuels de bâtiments scolaires  
 Source : Les plans de construction des écoles européennes du XXIe siècle : présentation.PDF

## **2.7 Définition du groupe scolaire**

En France, dans l'enseignement public, un groupe scolaire est un établissement d'enseignement primaire, comprenant à la fois les classes de maternelle (petite, moyenne et grande sections) et d'élémentaire (CP, CE1, CE2, CM1, CM2) sous une direction commune.

Un groupe scolaire dépend généralement de la commune, comme les écoles maternelles et élémentaires. (12)

## **2.8 Quelle est la différence entre l'école et le groupe scolaire ?**

L'enfant peut être scolarisé dans une École ou dans un Groupe scolaire.

A titre d'exemple, votre enfant peut commencer sa scolarité à l'École maternelle et la poursuivre à l'École élémentaire située juste à côté de la première. Il s'agit bien de deux écoles distinctes et chacune a son propre Directeur (ou sa propre Directrice).

Cependant, un Groupe scolaire est un établissement qui accueille, à la fois, des enfants de niveau maternelle et élémentaire. Les deux niveaux se trouvent au sein d'un même établissement qui est dirigé par une seule personne (13)

## **2.9 Le milieu scolaire entre environnement physique, confort et occupation (14)**

### **2.9.1 Caractéristique de l'architecture scolaire**

La construction des bâtiments abritant des activités éducatives telles que l'école primaire s'oppose à deux niveaux de complexité. Le premier concerne la pédagogie et ses exigences et la deuxième sont relatives aux contraintes architecturales.

Aucune de ces deux disciplines n'est capable d'offrir des solutions fiables à problématique de conception et de réalisation des établissements scolaires.

Ces derniers du part leurs rôles, sont censés répondre aux besoins physiques, psychologiques ainsi qu'aux besoins pédagogiques des enfants.

### **2.9.2 Répondre aux besoins physiques**

#### **A. Confort thermique**

En général, l'école n'est utilisée que la journée, quatre à cinq jours par semaine seulement. Elle est fermée durant les périodes des vacances scolaires. En réalité l'occupation effective de l'école est partielle, pendant les deux périodes, hivernale et estivale. Malgré ce que nous venons d'évoquer, le

souci d'assurer un confort thermique optimal en hiver comme en été reste majeur, et il doit pousser la conception à ce que l'on puisse aussi bien utiliser les gains solaires passifs pour le chauffage en hiver et se protéger des rayonnements solaires en été .

La qualité des matériaux doit être choisie de manière à éviter le risque d'apparition des moisissures sur les surfaces intérieures des salles de cours.

Un bâtiment scolaire contient divers locaux, occupés simultanément ou bien en alternance. Ces locaux ont des exigences de confort thermiques différentes. À titre d'exemple, l'espace de circulation ne nécessite pas un soin intense en termes de confort thermique comme les salles de cours.

### **B. Confort lumineux :**

L'activité de l'enseignement et de l'apprentissage exige un certain niveau d'éclairage. Les élèves ainsi que les enseignants doivent avoir un environnement lumineux, confortable stimulant et attrayant. L'utilisation de la lumière naturelle combinée à un éclairage artificiel performant sont les bases pour une utilisation rationnelle de l'énergie électrique dans les écoles.

Les niveaux d'éclairage artificiel exigés mesuré a (1) un mètre du sol , sont les suivants :

-Salles d'enseignement général	250 lux
-Salles d'enseignement général pour cours du soir	350 lux
-Salles spéciales (dessin, couture, laboratoire de science)	500 lux
-Dégagement et circulation	100 lux

### **C. Confort acoustique**

La présence du bruit dans les salles de classe génère une déconcentration chez les élèves et les enseignants. La conception des espaces et des locaux et le choix des matériaux doivent prendre en compte le temps de réverbération. L'introduction des isolants acoustiques est une exigence dans les environnements ayant des niveaux de nuisances sonores élevés, pour cette raison le lieu d'implantation des écoles doit être judicieusement choisi.

### **D. Qualité de l'air**

La présence des élèves et des enseignant dans la salle de cour pour des heures est à l'origine de la concentration des odeurs et des polluants toxiques. L'aération via un apport d'air extérieur est nécessaire pour renouveler l'air intérieur, afin de réduire la quantité des polluants à une valeur

acceptable. L'aération est aussi utilisée pour évacuer la chaleur cumulée durant l'occupation des salles.

Les études indiquent les différents taux de renouvellement d'air dans une salle de cours, selon les activités qui s'y déroulent, d'un point de vue hygiénique.

Le règlement sanitaire fixe les valeurs minimales des taux de renouvellement pour les ventilations mécanique ou naturelle dans une école pour ses différents espaces.

*Tableau 2 : des taux de renouvellement pour les ventilations mécanique ou naturelle dans une école  
Source : Évaluation du confort thermique dans les établissements scolaires*

<i>Classe , salles d'études , atelier</i>	<b>15 m<sup>3</sup>/h par occupant</b>
<i>Bureau , accueil</i>	18 – 25 m <sup>3</sup> /h par occupant
<i>Cantine , salle a manger</i>	22 m <sup>3</sup> /h par occupant
<i>Sanitaire</i>	30m <sup>3</sup> /h plus 15m <sup>3</sup> /h par équipement
<i>Office relais</i>	15 m <sup>3</sup> /h par repas
<i>Dépôts ,archives , circulation, hall</i>	0.36 m <sup>3</sup> /h par m <sup>2</sup> de surface au

### 3 Analyse des exemples

#### Groupe scolaire Rosalind Franklin

- Architecte : **Chartier Dalix**
- Maître d'ouvrage : **SADEV 94 / Ville d'Ivry-sur-Seine**.
- Statut du projet : **Achévé**
- Surface : **8 650 m<sup>2</sup> SHON**
- Date de livraison : **2015**
- Matériaux principaux : **Béton, panneaux Métalliques, bois**.
- Réalisation : **2015**
- Entreprise : **EPDC, entreprise tce**
- **HQE : Démarche environnementale et RT /12**



Figure 8 : vue d'ensemble du projet  
Source : <https://www.darchitectures.com/groupe-scolaire-rosalind-franklin-et-residences-etudiants-ivry-sur-seine-chartier-dalix-a2769.html>

#### Présentation du projet

L'école s'organise sous la forme d'un paysage en terrasses successif accueillant de la végétation cela permet de pouvoir se situer dans son propre bâtiment, mais aussi dans un environnement plus étendu qui est celui de son cœur d'îlot.

Les espaces extérieurs se répondent, se scandent en se donnant à voir mutuellement (les élèves de la maternelle seront un jour à l'école élémentaire).

Une pédagogie autour de la biodiversité peut être mise en place dans ce contexte,

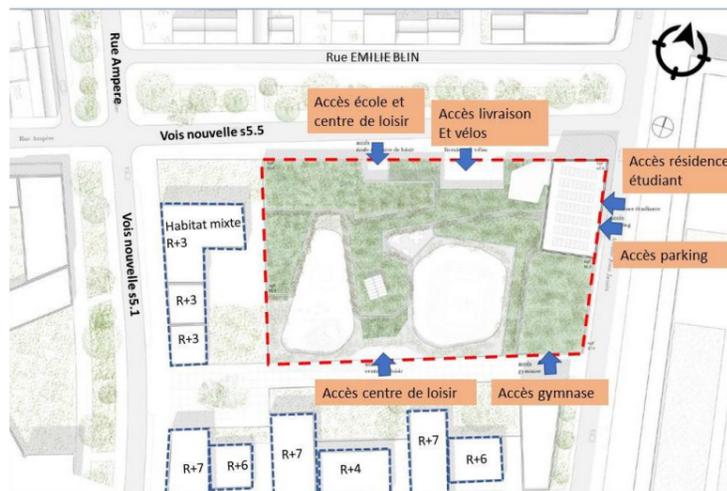


Figure 11 : plan de masse  
Source : auteur

#### Aspects bioclimatiques :



Figure 14 : vue du projet  
source : <https://www.darchitectures.com/groupe-scolaire-rosalind-franklin-et-residences-etudiants-ivry-sur-seine-chartier-dalix-a2769.html>

Les toitures végétalisées et Jardin pédagogique

Un auvent en métal horizontale permet de maîtriser les apports solaires

Le groupe scolaire s'organise en 3 péninsules qui dégagent 2 cours de récréation plein sud, offrant un ensoleillement maximum aux espaces les plus pratiqués, c'est-à-dire les salles de classe, les circulations et les cours de récréation.

#### Groupe scolaire jardin d'enfants

##### Fiche technique :

Architectes : **Vo Trong Nghia Architects**  
Emplacement: **Biên Hòa, Dong Nai, Vietnam**  
Projet : **groupe scolaire**  
Surface : **3800.0 m<sup>2</sup>**  
Année du projet : **2013**

##### Présentation du projet :

Le projet se situe à Biên Hòa à la capitale de Vietnam à côté d'une grande usine de chaussures.

Conçu pour 500 enfants des travailleurs de l'usine. une seule voie secondaire mène vers les deux projets (l'usine et le groupe scolaire).

Le projet est accessible par trois entrées.

- Le gabarit est en R+1 avec un plan en forme de nœud qui entoure le contour des trois cours de récréation.

##### Aspects bioclimatiques :



Figure 12 : vue d'en haut du projet  
Source : archidaily.com

Le bâtiment est une bande étroite continue avec des fenêtres ouvrantes qui maximisent la ventilation transversale et l'éclairage. En conséquence, il peut fonctionner sans climatisation, malgré le climat tropical intense.



Figure 15: cours de récréation  
Source : archidaily.com



Figure 9: vue d'ensemble du projet  
Source : archidaily.com

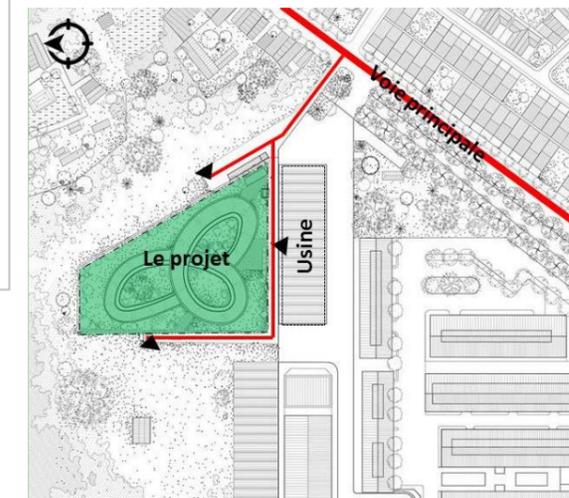


Figure 10 : plan de masse  
Source : archidaily.com

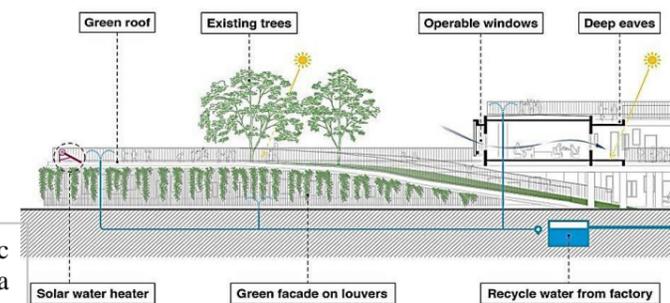


Figure 13 : coupe schématique du projet  
Source : archidaily.com

Ces dispositifs sont conçus de manière visible et jouent un rôle important dans l'éducation durable des enfants. Les eaux usées d'usine sont recyclées pour irriguer la verdure et les toilettes à chasse d'eau, le jardin d'enfants est exploité, de plus il n'y a pas de climatiseurs dans les salles de classe malgré le GS situé dans un climat tropical rigoureux.

Un bardage en bois permettra de maîtriser les apports solaires directs

## Groupe scolaire : La Cigale , Beausoleil

Architecte: Agence CAB (Calori, Azimi, Botineau)

Maître d'ouvrage : Ville de Beausoleil Nice

Statut du projet :Achevé

Surface :4400m<sup>2</sup> SHON

Date de livraison : 2009

Coût des travaux : 5,9 M€

Matériaux principaux :Béton, filets inox

Réalisation : 2009



Figure 19 : vue aérienne du projet  
Source : CABMEDIA Construction Moderne N°133

## Dispositifs bioclimatiques passive :

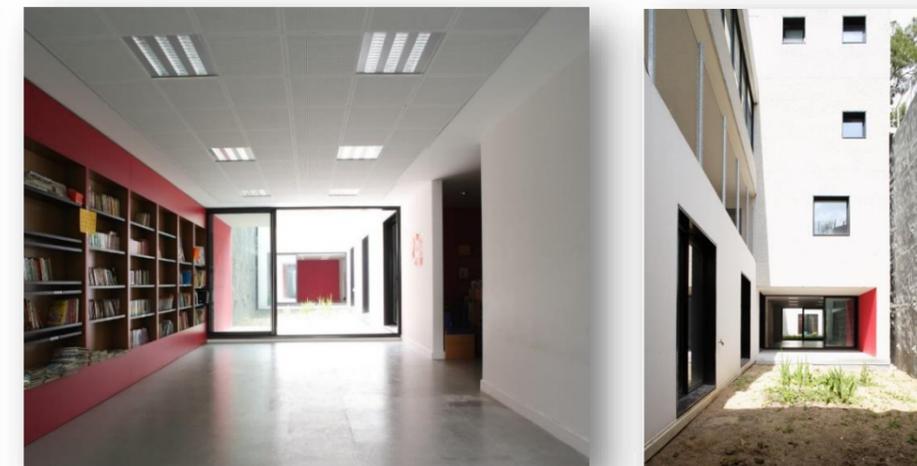


Figure 17 : Bibliothèque et patio  
Source : CABMEDIA Construction Moderne N°133

Des patios intérieurs aménagés entre le bâtiment et le soutènement de la Moyenne corniche assurent l'éclairage naturel des locaux communs et contribuent au confort thermique

En contrebas du terrain, le bandeau s'incline pour marquer l'entrée des élèves.

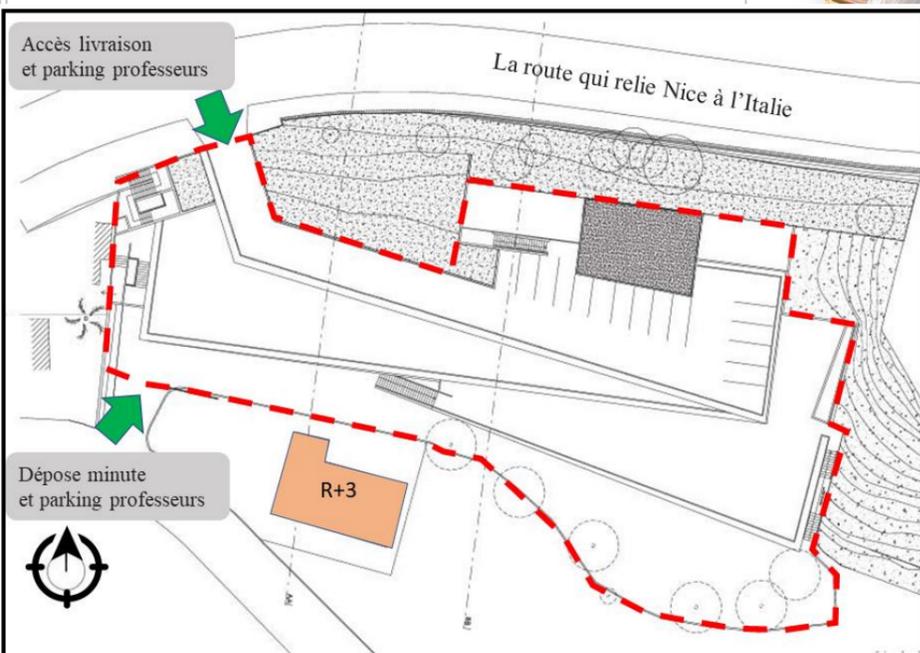


Figure 16: plan de masse du groupe scolaire la cigale  
Source : auteur

### Présentation du projet :

Le terrain présentait l'immense atout d'allier l'orientation favorable plein sud . La double accessibilité du terrain, a permet la dissociation de 2 entrées. En amont, un accès livraison et parking professeurs en contrebas, les parents bénéficient d'une dépose-minute. Les architectes proposeront la pertinente alternative "d'empiler", en quelque sorte, trois rez-de-chaussée et leurs cours pour faire bénéficier chacune des trois unités programmatiques d'un prolongement extérieur indépendant. L'intention était d'établir un rapport intime entre topographie et construction dans l'idée de reconstituer le terrain dans son caractère initial avec des plateaux superposés et la volonté de marquer ces lignes dans le site comme pour reconstituer un paysage de restanques

Oscillant entre la légèreté des porte-à-faux et l'aspect monolithique du matériau, ce bâtiment aux lignes contemporaines a su rester intemporel.

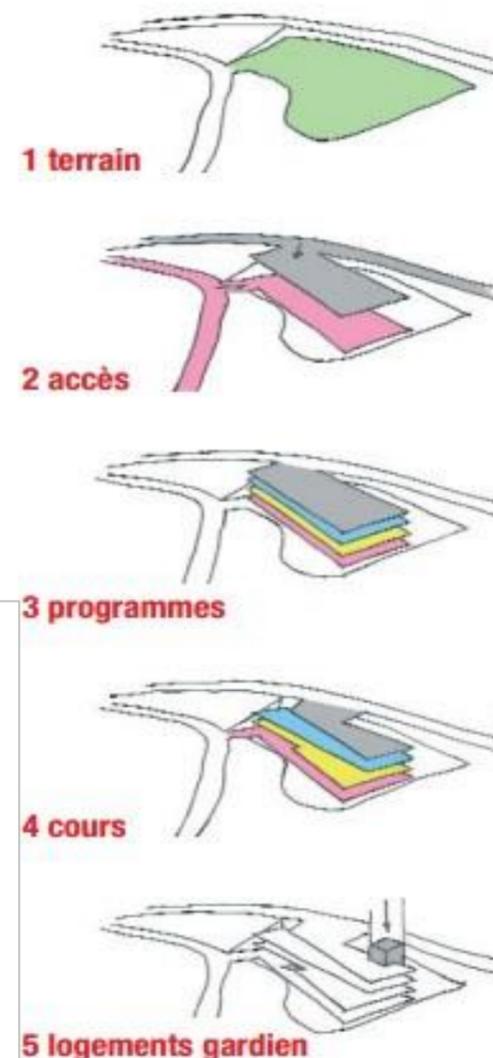


Figure 18 : genèse de la forme du groupe scolaire la cigale Beausoleil  
Source : CABMEDIA Construction Moderne N°133



L'espace du hall se développe sur toute la hauteur, un code couleur facilite l'orientation des élèves

Les filets des garde-corps en maille inox s'effacent dans l'azur méditerranéen.

En contrebas du terrain, le bandeau s'incline pour marquer l'entrée des élèves.





## **Conclusion**

Les différentes thématiques et échelles que nous avons abordées dans ce chapitre, nous ont permis à approfondir nos connaissances sur les matières qui sont liées directement à notre projet et porter une réflexion sur son aspect conceptuel.

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 les chapitres suivants 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.

# LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## CHAPITRE III : APPROCHE ARCHITECTURALE

1. Djebri,S. Semahi,N. Zemmouri,B. La Conception Bioclimatique Des Batiment En Algerie. En Conférence Internationale des Energie Renouvelable (CIER); 20 - 22 décembre 2016; Hammamet , Tunisie. p. 104-110.
  2. Fredery Lavoye ADH. Academia. [En ligne].; 2008 [cité le 2019 fevrier 01. Disponible sur : [\(L'architecture bioclimatique - Fiche PRISME\). Technical Report . , iweb.](#)
  3. Ooreka maison. [En ligne]. [cité le 2019 02 02. Disponible sur : <https://maison-passive.ooreka.fr/comprendre/architecture-bioclimatique>.
  4. Tixier N. HAL. [En ligne]. Grenoble ; 2017 [cité le 2019 4 6. Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01672065/document>.
  5. CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales ,Ortolang outils et ressources pour un traitement. [En ligne].[cité le 2019 02 01. Disponible sur : <http://www.cnrtl.fr/definition/education>.
  6. Guide A. La Toupie. [En ligne]. [cité le 2019 02 01. Disponible sur : <http://www.toupie.org/Dictionnaire/Education.htm>.
  7. LAROUSSE. Dictionnaires de français LAROUSSE. [En ligne]. [cité le 2019 02 03. Disponible sur : <https://www.larousse.com/dictionnaires/francais/%c3%a9ducation/27867?q=education#27722>.
  8. Carrel A. L'Homme cet inconnu. paris : Librairie plon ; 1935.
  9. Les définition le dico des définitions. [En ligne].; 2011 [cité le 2019 04 28. Disponible sur : <http://lesdefinitions.fr/apprentissage>.
  - 10 LAROUSSE. Dictionnaires de français LAROUSSE. [En ligne]. [cité le 2019 02 03. Disponible sur : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9cole/27609>.
  - 11 Rigolon A. Les plans de construction des écoles européennes du XXIe siècle. [En ligne].; 2010 . [cité le 2019 02 03. Disponible sur : [https://www.researchgate.net/publication/46456896\\_Les\\_plans\\_de\\_construction\\_des\\_ecoles\\_europeennes\\_du\\_XXIe\\_siecle\\_Presentation](https://www.researchgate.net/publication/46456896_Les_plans_de_construction_des_ecoles_europeennes_du_XXIe_siecle_Presentation).
  - 12 Débétiseur. [En ligne]. [cité le 2019 02 03. Disponible sur : <https://www.debetiseur.com/quelle-est-la-difference-entre-ecole-et-groupe-scolaire/>.
- Fatma Arhab DBSH. Évaluation du confort thermique dans les établissements scolaires France : Edition universitaire européennes ; 2011.

**CHAPITRE IV :**  
**APPROCHE SPECIFIQUE**

## Introduction

La sensation de confort est une synthèse de nombreux éléments, tels que le confort thermique, le confort acoustiques, la qualité de l'air et la qualité lumineuse des espaces. Cette dernière provient de l'adéquation entre l'activité définie d'un local, la quantité de lumière, et la qualité de cette lumière : sa couleur, sa variabilité, les contrastes plus ou moins fort qu'elle crée, etc. Vu cette multiplicité de facteur, on ne peut pas « mesurer le confort ». A travers cette partie, on trouve des indications sur comment maximiser la quantité la lumière naturelle et éviter les phénomènes tels que l'éblouissement.



Figure 1: Mosquée Sidi Brahim  
Source : Pinterest.com

Dans une démarche de construction durable, on privilégiera l'utilisation de la lumière naturelle à la place de l'éclairage artificiel. La qualité « spectrale » de la lumière naturelle ainsi que sa variabilité et ses nuances offrent une perception optimale des formes et des couleurs. L'éclairage artificiel doit être donc considéré comme un complément à la lumière naturelle.

Pour le concepteur, la plus grande difficulté sera de s'assurer que son projet offre un niveau d'éclairage naturel suffisant pour une période maximale au cours de l'année. Plusieurs notions théoriques définissent scientifiquement la quantité de lumière.

## 1 Définition des concepts

### 1.1 La lumière

« La lumière est un phénomène physique ; un transport d'énergie sans transport de matière. Dans son acception générale de lumière visible, elle est constituée de l'ensemble des ondes électromagnétiques perçues par la vision humaine, c'est-à-dire dont les longueurs d'onde, dans le vide, sont comprises entre 380 nm et 780 nm... ». (1)

### 1.2 L'éclairage naturelle

« L'éclairage naturel est l'éclairage provenant de la voûte céleste, et les réflexions de l'environnement, à l'exclusion de l'éclairage direct du soleil. ». (2)



Figure 2: Chapelle de Ronchamp  
Source : fondationlecorbusier.fr

### 1.3 Le confort visuel

Le confort visuel est une notion objective faisant appel à des paramètres quantifiables et mesurables

Mais elle a aussi une part de subjectivité à travers une sensation de satisfaction et de bien-être par rapport à l'ambiance lumineuse (naturelle ou artificielle) fournie dans un local et permettant d'effectuer les tâches normalement. (3)

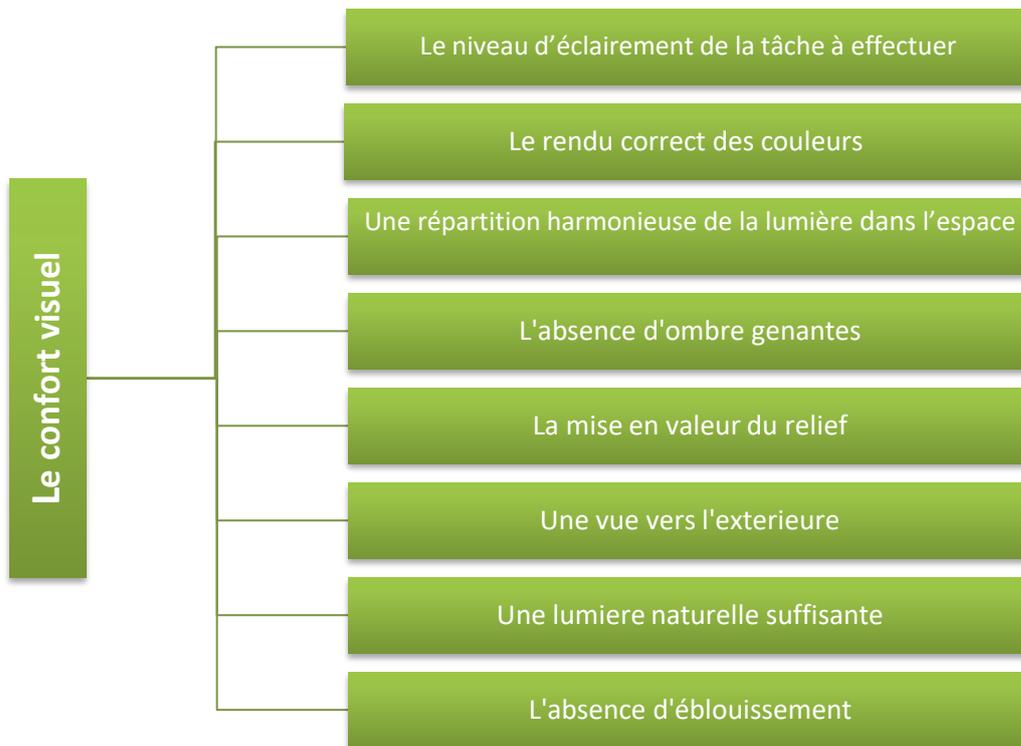


Figure 3 : confort visuel  
source : auteur

### 1.4 Les caractéristiques de base du confort visuelle

#### 1.4.1 Le niveau d'éclairage

Correspond à un flux lumineux reçu par unité de surface. Son unité est le « lux » ou « lx ». L'éclairage moyen recommandé est généralement fixé selon la fonctionnalité du local et la précision de la tâche visuelle qui doit y être exercée.

En Algérie, le climat lumineux varie aux alentours de 35 kilos lux. Dans un contexte plus universel et selon la précision des tâches à exécuter, l'éclairage d'un plan de travail devrait être entre 300 lux et 800 lux . (4)

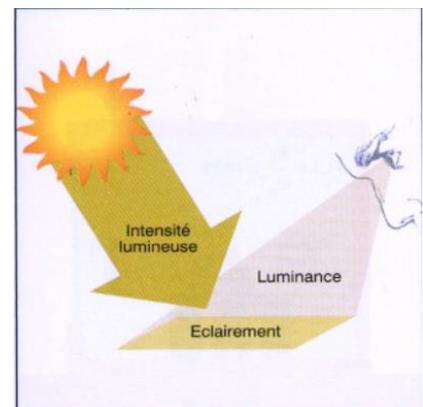


Figure 4 : Surface recevant une quantité de lumière  
Source : Éclairage naturel  
L5C – 2009/2010

### 1.4.2 Le facteur de lumière du jour (FLJ)

C'est le rapport de l'éclairement naturel intérieur reçu en un point (généralement le plan de travail ou le niveau du sol) à l'éclairement extérieur simultané sur une surface horizontale, en site parfaitement dégagé, par ciel couvert. Il s'exprime en (%).

### 1.4.3 L'autonomie en lumière du jour

Le DA (*Daylight Autonomy*) est défini comme étant le pourcentage des heures occupées par an, où le niveau minimum d'éclairement requis peut être assuré par la seule lumière naturelle. Un objectif raisonnable est d'arriver à un temps d'utilisation de l'éclairage naturel d'au moins 50-60 % (pour un horaire de 8h00 à 18h00). (4)

### 1.4.4 L'uniformité lumineuse

Si le niveau d'éclairement et la luminance varient dans le champ visuel, une adaptation de l'œil est nécessaire lorsque le regard se déplace.

Durant ce moment, l'acuité visuelle est diminuée, entraînant des fatigues inutiles. La répartition lumineuse ou l'uniformité des niveaux d'éclairement caractérise les variations du niveau d'éclairement et est définie comme étant le rapport entre l'éclairement minimum et l'éclairement moyen observé dans la zone de travail. L'uniformité d'éclairement des zones de travail et des zones environnantes immédiates est définie, dans la zone considérée, comme étant le rapport :

$$\text{Éclairement minimum} / \text{Éclairement moyen}$$

### 1.4.5 Le rendu et la température des couleurs

La lumière d'une source est constituée généralement d'une infinité de radiations à longueurs d'onde différentes. C'est de cette distribution de longueurs d'onde, représenté par un spectre lumineux, que dépendent la température de couleur et l'indice de rendu des couleurs. (4)

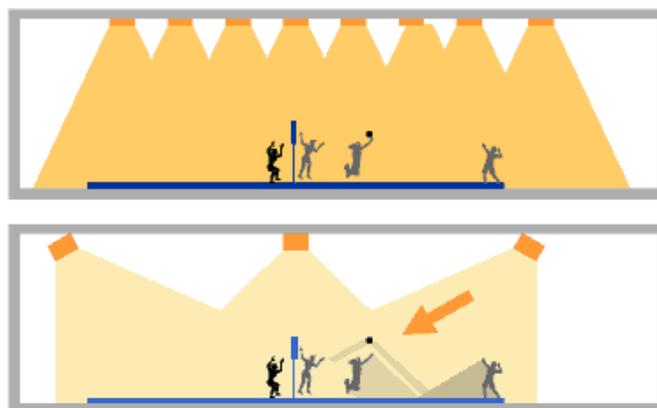


Figure 5 : Cas d'uniformité améliorée dans un terrain de volleyball

Source : <http://www.energieplus-lesite.be/>



Figure 6 : Ambiances lumineuses éclairées par luminaires de 300

Source : <http://www.energieplus-lesite.be/>

### 1.4.6 L'éblouissement

L'éblouissement est dû à la présence, dans le champ de vision, de luminances excessives (sources lumineuses intenses) ou de contrastes de luminances excessifs dans l'espace ou dans le temps. Suivant l'origine de l'éblouissement, on peut distinguer : (5)

#### *L'éblouissement direct*

- produit par un objet lumineux (lampe, fenêtre, ...) situé dans la même direction que l'objet regardé ou dans une direction voisine.

#### *L'éblouissement par réflexion*

- produit par des réflexions d'objets lumineux sur des surfaces brillantes (anciens écrans d'ordinateur, plan de travail, tableau ...).

### 1.4.7 Les ombres

En fonction de sa direction, la lumière peut provoquer l'apparition d'ombres marquées qui risquent de perturber le travail effectué. A l'inverse, une lumière non directionnelle, telle qu'on peut la créer avec un éclairage artificiel purement indirect, rendra difficile la perception des reliefs et peut rendre, par exemple, les visages désagréables à regarder.

Une pénétration latérale de la lumière naturelle satisfait généralement à la perception tridimensionnelle du relief des objets et de leur couleur, grâce à sa directionnalité et à sa composition spectrale. Le cas est idéal mais le niveau d'éclairement diminue dès qu'on s'éloigne des fenêtres. (6)

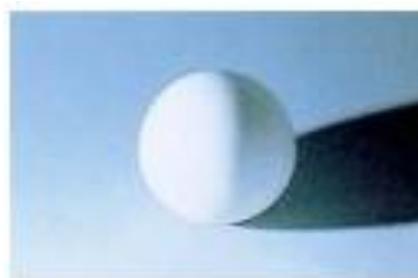


Figure 7 : Objet invoquant de l'ombre provenant d'un éclairage unilatéral  
Source : <http://www.energieplus-lesite.be>



Figure 8 : Objet sans ombres due à un éclairage multi directionnel  
Source : <http://www.energieplus-lesite.be>

### 1.4.8 La transmission lumineuse

Lorsque la lumière visible du soleil est interceptée par une paroi, une partie de la lumière est réfléchie (RL) vers l'extérieur, une partie est absorbée (AL) par les matériaux, une partie est transmise à l'intérieur. Le pourcentage de lumière transmise est appelé transmission lumineuse de la paroi, TL (LTA ou Tv). (4)

## 2 Les variations de l'éclairage naturel (8)

### 2.1 Type du ciel

La lumière naturelle traduit les fluctuations de l'état du ciel. Elle est composée de la lumière directe du soleil et de la lumière diffuse du ciel. Les stratégies à mettre en place pour accroître la luminosité intérieure d'un édifice doivent tenir compte de cette différence.

En éclairage diurne on distingue 4 types de ciel modélisé :

#### 2.1.1 Ciel uniforme

C'est le ciel le plus où la luminance est constante en tout point du ciel à un moment donné. Cette situation correspond à un ciel couvert d'une couche épaisse de nuages laiteux ou à une atmosphère, pleine de poussières, dans lequel le soleil n'est pas visible.

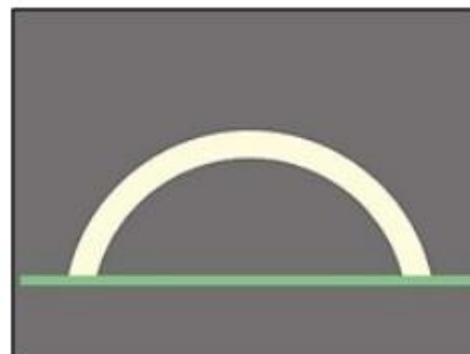


Figure 9 : Ciel uniforme  
Source : L'éclairage naturel des bâtiments

#### 2.1.2 Ciel couvert (CIE)

C'est le ciel établi par la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), pour lequel la luminance en un point varie en fonction de sa position sur la voûte céleste. La luminance au zénith est donc trois fois plus élevée que la luminance de l'horizon. Ce modèle correspond à un ciel de nuages clairs cachant le soleil. Dans ce cas, la symétrie autour de la direction zénithale indique que l'orientation d'une baie verticale est sans effet sur le niveau d'éclairage intérieur.

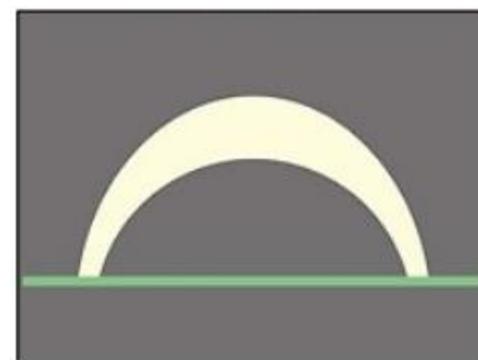


Figure 10 : Ciel couvert (CIE)  
Source : L'éclairage naturel des bâtiments

#### 2.1.3 Ciel clair (sans soleil)

C'est le ciel pour lequel les valeurs de luminance varient en fonction de paramètres géométriques et de la position du soleil. Le ciel clair émet un rayonnement diffus qui dépend de la variation de la position du soleil, mais n'intègre pas le

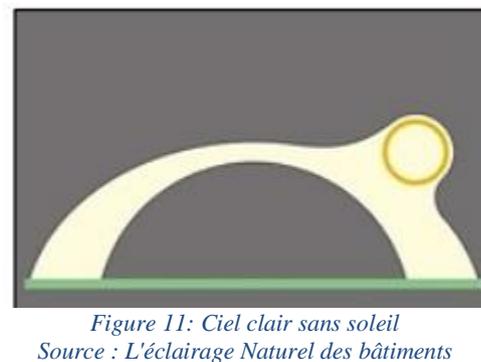
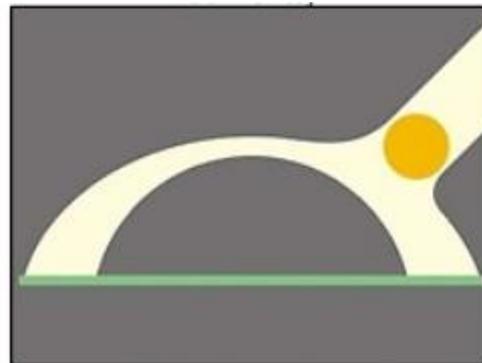


Figure 11: Ciel clair sans soleil  
Source : L'éclairage Naturel des bâtiments

rayonnement solaire direct. Ce modèle simule la composante diffuse de l'éclairement d'un ciel serein

#### **2.1.4 Ciel clair avec soleil (serein)**

Le ciel clair avec soleil prend en compte son rayonnement global, c'est-à-dire la somme des rayonnements directs et diffus. Ce quatrième type de ciel correspond à un ciel serein au sein duquel le soleil brille. Le ciel clair avec soleil offre la possibilité d'étudier les jeux d'ombres et de lumière ainsi que les risques d'éblouissement dus à la pénétration du soleil dans un bâtiment.



*Figure 12 : Ciel clair avec soleil  
Source : L'éclairage Naturel des Bâtiments*

#### **2.1.5 Moment de l'année**

La répartition lumineuse varie moyennement selon les mois ou plus précisément le mois de l'année, selon la position et la course annuelle du soleil. (9)

#### **2.1.6 L'heure du jour**

La répartition lumineuse varie fortement d'une heure à l'autre et d'un point à l'autre du local. La lumière disponible augmente jusqu'à la mi-journée, puis diminue. (9)

#### **2.1.7 L'orientation et l'inclinaison de l'ouverture**

Il est préférable de placer les fenêtres de telle façon que le soleil puisse pénétrer à l'intérieur d'un local au moment où il est le plus utilisé. Pour capter le maximum de rayonnement solaire direct, une ouverture doit être la plus perpendiculaire possible aux rayons du soleil. En revanche, par ciel couvert, les performances d'une fenêtre sont avant tout liées à la portion de ciel visible depuis l'ouverture. (7)

### **3 Réglementation de l'éclairage**

En ce qui concerne les normes algériennes d'éclairage, des documents sous forme de décret dont le contenu est basé sur la construction des bâtiments, de sécurité et d'hygiène (Article 35 du décret exécutif n°91-175 du 28/05/1991 du Journal Officiel) où les normes quantitatives sont absentes. Pour cela, et toujours dans un contexte bioclimatique, on se réfère à la réglementation française qui se base sur le découpage du climat lumineux de la France. (6)

## 4 Niveau d'éclairage et la relation au monde extérieur

Les allèges vitrées sont inutiles du point de vue de l'éclairage et augmentent les déperditions thermiques. Cependant ces allèges permettent des vues vers les paysages extérieurs. Une allège basse peut représenter un compromis intéressant. (5)

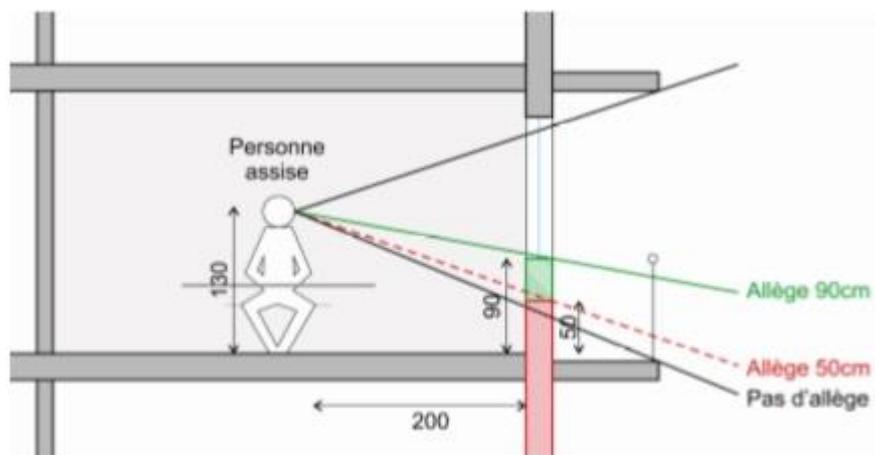


Figure 13: Angles de vue d'une personne assise pour différents niveaux d'allèges  
Source : IBGE Institut Bruxelles pour la gestion de l'environnement

## 5 Capturer la lumière naturelle et limiter les apports solaires

La recherche de lumière naturelle (et donc d'ouverture de la façade), peut entraîner des inconforts thermiques, notamment en été. Mais l'ajout de protections solaires peut nuire grandement à la quantité de lumière naturelle pénétrant dans le local.

Il convient de différencier les solutions en fonction des orientations

Au Nord (nord-ouest à nord-est) : Une protection solaire (fixe ou mobile) n'est pas recommandée. Les pièces orientées au nord bénéficient toute l'année d'une lumière égale et d'un rayonnement solaire diffus. Par contre, ce sont celles où les gains solaires sont les plus appréciés.

A l'Est et à l'Ouest (nord-est à sud-est et sud-ouest à nord-ouest) : Une protection solaire extérieure mobile est la solution la plus intéressante. Dans les logements, les pièces orientées à l'Est profitent du soleil le matin ce qui, en hiver, permet d'apporter des gains solaires bénéfiques au chauffage en matinée. Une orientation Ouest aura tendance à induire davantage des surchauffes. En effet, les vitrages tournés vers l'Ouest apportent des gains solaires l'après-midi, au moment où le bâtiment est depuis longtemps en régime.

Au sud, des protections solaires fixes du type auvent sont efficaces thermiquement et plus robustes que des protections mobiles. Elles sont donc à privilégier. On veillera cependant à ce qu'elles ne réduisent pas trop l'éclairage naturel, par exemple en préférant des auvents constitués d'un alignement de ventelles plutôt qu'un panneau plein. (11)

## **6 Élément à prendre en considération avant la conception architecturale (6)**

Des mesures doivent être prises aux différentes phases de développement et de réalisation du projet:

### **6.1 Programmation**

L'agencement des espaces doit être tel que chaque local bénéficie d'un éclairage naturel, en ce compris les locaux de circulation.

### **6.2 Esquisse**

Procéder éventuellement à la réalisation d'une maquette ou une modélisation 3D, pour identifier la qualité d'éclairage et les zones d'ombrage. L'analyse peut se faire en « site naturel » (sur une table en extérieur) ou en laboratoire sous ciel artificiel ou par logiciel informatique de modélisation.

### **6.3 Dimension des ouvertures**

Sans tenir compte de l'ensoleillement direct, et donc indépendamment de l'orientation, on considère qu'une pièce est correctement éclairée jusqu'à une profondeur de 2,5 à 3 fois la hauteur du linteau.

### **6.4 Position des ouvertures**

Plus une ouverture est haute, mieux le fond du local est éclairé naturellement. Une zone d'ombre est néanmoins créée le long de l'allège. La combinaison d'un « clerestory » (fenêtre dont le seuil est au-dessus du niveau de l'œil) et d'une fenêtre « classique » permet un éclairage optimal.

### **6.5 Forme des ouvertures**

La forme de l'ouverture permet d'augmenter le confort visuel en limitant le risque d'éblouissement et les zones d'ombres. Voici différents exemples de conception allant dans ce sens:



Tableau 1: Forme et configuration de fenêtre  
 Source : IBGE Institut Bruxelles pour la gestion de l'environnement

<p>Prévoir une grande fenêtre à la place de plusieurs petites fenêtres.</p>	
<p>Diminuer les contrastes fenêtre - menuiserie en augmentant le coefficient de réflexion de la menuiserie. Par exemple, on choisira un bois clair ou peint de couleur claire.</p>	
<p>Voiler le ciel par l'utilisation d'une protection solaire</p>	
<p>Lorsque c'est possible, diminuer le contraste mur - fenêtre en éclairant le mur intégrant la fenêtre grâce à une ouverture sur une surface adjacente</p>	
<p>Diminuer le contraste mur - fenêtre en augmentant la part indirecte de l'éclairage naturel (parois du local très claires)</p>	
<p>Voiler en partie le ciel en assombrissant la fenêtre par un élément défecteur</p>	
<p>Voiler en partie le ciel en disposant à l'extérieur des éléments moins lumineux que le ciel (Atrium, cour intérieure)</p>	

## 7 Les outils et les méthodes d'évaluation du confort

### 7.1 Mesures sur site

Les mesures sur site sont un outil facile et simple à exécuter et permet d'étudier qualitativement et quantitativement la lumière dans un espace. Elles permettent de caractériser l'ambiance intérieure

et d'obtenir les vraies valeurs d'éclairement, de luminance, etc... Pour effectuer des mesures sur site, il faut qu'on soit équipés du matériel adéquat.

Cet outil offre la possibilité de combiner des études d'éclairage naturel et des études d'éclairage artificiel. Le choix de cet outil peut être compris entre deux limites. La première, c'est que ces mesures ne peuvent être réalisées qu'après la construction du bâtiment, la deuxième, qu'elles dépendent des conditions climatiques. (9)

## 7.2 Les méthodes de calcul simplifiées

Les méthodes de calcul simplifiées sont des outils qui permettent la prédétermination de la lumière naturelle. Ces outils se présentent sous forme d'algorithmes simplifiés, de tables, de nomogrammes, de diagrammes, ... et sous forme informatique ou sous format papier.

Ces méthodes sont utilisées pour le calcul de l'éclairement, de facteur de lumière de jour, etc... La commission internationale de l'éclairage a développé à l'aide des formules et des abaques une méthode pour pouvoir estimer le FLJ à l'intérieur d'un local sous des conditions de ciel couvert. Ces méthodes sont généralement utilisées par les concepteurs dans la première phase d'esquisse d'un projet d'éclairage car elles donnent des valeurs approximatives d'éclairement dans un local, ce qui permet d'avoir une première idée sur l'éclairage de cet espace. Elles trouvent leurs limites dès que se présentent des besoins de visualisation de l'ambiance intérieure et d'analyse du confort visuel ainsi que dans des situations d'éclairage complexes. Ceci qui nous oblige de recourir à d'autres outils de prédétermination. Différentes méthodes simplifiées permettent de calculer l'éclairage intérieur en fonction de l'installation d'éclairage et de la lumière naturelle. Citons entre autres :

La méthode des diagrammes de Waldram. Cette méthode est basée sur un système de projection du ciel sur une grille dont chaque élément représente une contribution (équivalente) du ciel pour l'éclairement du point considéré.

Il existe plusieurs diagrammes pour divers types de ciels, permettant des calculs pour différentes conditions extérieures.

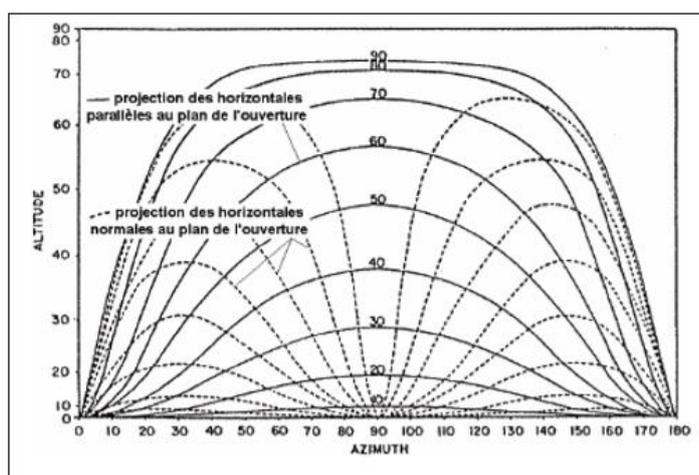


Figure 14 : Diagramme de Waldram  
Source : Francis Miguet

La méthode BRS. Elle est mise au point par le BRE (Building Research establishment United Kingdom). C'est une méthode qui permet de calculer les valeurs de FLJ pour un ciel couvert en un point d'un local sur base de ses plans et du type du ciel. Ces méthodes relativement simples à appliquées prend en compte les obstructions extérieurs. Elle se repose sur l'emploi de disques qui, appliqués à la bonne échelle sur les vues en coupe des bâtiments, permettent de déterminer la composante directe de l'éclairage naturel. Différents disques offrent la possibilité de calculer les éclairagements naturels sous divers types de ciels.

La norme NBN L 13-002 pour les calculs liés à la présence de la lumière naturelle. Elle est utilisée pour calculer la composante de l'éclairage due à l'éclairage naturel dans les bâtiments en fonction de la contribution directe du ciel et des réflexions lumineuses (composante directe, composante externe réfléchiée et composante interne réfléchiée) dans des conditions de ciel couvert.

La norme NBN L 14-002/A1 pour les calculs sous éclairage artificiel. Elle permet, quant à elle, le calcul point par point des éclairagements sous éclairage artificiel. (10)

### 7.3 Les logiciels informatiques

Pendant ces dix dernières années, le domaine informatique a connu un progrès important, ce qui a donné naissance à des nouveaux programmes de simulation qui ont touché le domaine du bâtiment, ou les architectes ont commencé à utiliser ces multiples logiciels pour la prédétermination de la lumière naturelle dans leurs projets. Ces outils

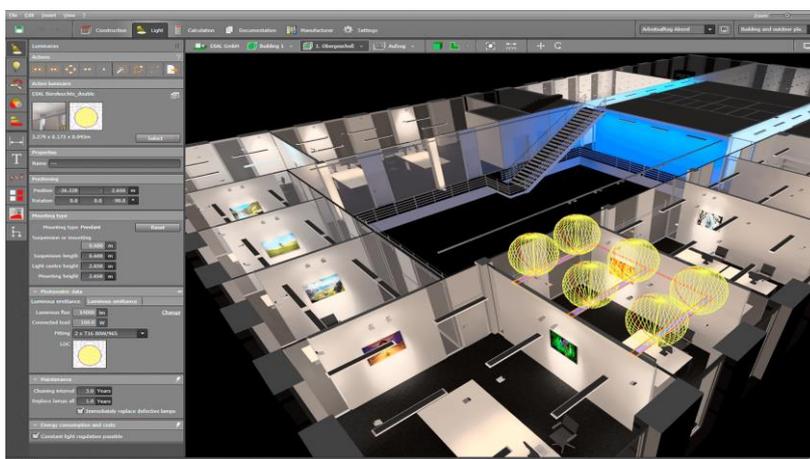


Figure 16: simulation avec le logiciel Dialux  
source : DIALux evo

informatiques sont de deux catégories basées sur deux méthodes de calcul différentes : la technique de la radiosité et la méthode du lancer de rayon inverse. La méthode de la radiosité traite des échanges radiatifs entre surfaces parfaitement diffusantes formant un espace clos. Les logiciels basés sur la méthode de la radiosité traitent des volumes simples, éclairés par des ouvertures rectangulaires ou les calculs ne tiennent pas compte des surfaces spéculaires ni de l'aspect spectral du phénomène lumineux. Ainsi, ils sont généralement couplés à une base de données climatique. Alors que la méthode du lancer de rayon inverse tient compte de tous les phénomènes optiques qui peuvent être exprimé analytiquement par des équations physiques. Elle peut intégrer des matériaux spéculaires,

semi-spéculaires, diffus, réfractant ou translucides. Cette méthode peut simuler de manière efficace des textures non-homogènes et des surfaces infiniment petites. Le bon exemple de logiciel utilisant cette méthode de calcul de propagation de la lumière est Radiance. Cependant, ces programmes demandent en général un temps d'apprentissage assez long et une certaine expérience. Ils sont donc réservés aux personnes spécialisées dans le domaine de l'éclairage naturel. Ils demandent également un temps de calcul relativement long. Ces logiciels requièrent également une description détaillée de tous les éléments de l'espace à modéliser et ne sont donc pas applicables au stade de l'esquisse ou de l'avant-projet. (9)

### 7.4 L'utilisation de modèles réduits

En architecture, les concepteurs utilisent souvent les maquettes comme un outil de conception architecturale qui les aident à visualiser la volumétrie de leurs bâtiments ainsi que les espaces intérieurs et leurs organisations.

Actuellement, et après le développement des techniques et technologies liées à la lumière et à l'image, l'utilisation de la maquette en

architecture à dépasser ce stade. Elle a commencé par être un outil permettant d'étudier le confort visuel et de réaliser même la conception de l'éclairage, ce qui a donné naissance à trois types de maquettes, nous trouvons des maquettes sous ciel artificiel, Héliodon et des prototypes de taille réelle. Ainsi, selon la phase de la conception, on utilise différents types du modèle : des modèles de masse qui permettent d'étudier le soleil disponible en fonction du site, de la localisation du bâtiment et de son orientation, des modèles permettant d'étudier les performances du bâtiment, comme, par exemple, la pénétration de lumière du jour et sa distribution, les niveaux de luminance, l'éblouissement et les contrastes et enfin, des modèles étudiant les ouvertures, le vitrage, le système d'ombrage, les éléments directionnels, etc.... (10)



Figure 17: simulation de l'éclairage artificiel sur avec la maquette  
source : <http://www.jeromesalort.fr/architecture>

## **Conclusion**

La lumière est une matière changeante, évolutive, mouvante. Ainsi la lumière est un élément fondamental dans la conception architecturale, sans lumière la construction ne serait qu'un objet perdu dans l'espace et n'ayant ni âme, ni sens. Un élément déterminant de l'espace et la forme architecturale ainsi qu'un élément fondateur de son ambiance. Elle sert à tracer les traits principaux de la conception architecturale notamment en ce qui concerne les enjeux actuels pour une architecture respectueuse de l'environnement.

Nous avons essayé d'établir, au cours de ce chapitre, une lecture générale des rapports qui relient la lumière naturelle et l'architecture. Nous avons commencé par identifier quelques concepts après nous être retracés les caractéristiques de base du confort visuel et les variations de l'éclairage naturel. Nous avons vu le rôle et les implications de la lumière naturelle dans le bâtiment.

Ces préoccupations peuvent porter sur la qualité de distribution de la lumière, le choix des dispositifs et la conception du bâtiment.

Figure 1 : le confort visuel.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 2 : le confort visuel.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 3</b> : confort visuelle <b>source</b> : auteur.....	32
<b>Figure 4</b> : Surface recevant une quantité de lumière <b>Source</b> : Éclairage naturel L5C – 2009/2010.	32
<b>Figure 5</b> : Cas d'uniformité améliorée dans un terrain de volleyball <b>Source</b> : <a href="http://www.energieplus-lesite.be/">http://www.energieplus-lesite.be/</a> .....	33
<b>Figure 6</b> : Ambiances lumineuses éclairée par luminaires de 300 <b>Source</b> : <a href="http://www.energieplus-lesite.be/">http://www.energieplus-lesite.be/</a> .....	33
Figure 7 : Objet invoquant de l'ombre provenant d'un éclairage unilatéral <b>Source</b> : <a href="http://www.energieplus-lesite.be/">http://www.energieplus-lesite.be</a> .....	33
Figure 8: Objet sans ombres due à un éclairage multi directionnel <b>Source</b> : <a href="http://www.energieplus-lesite.be">http://www.energieplus-lesite.be</a> .....	33
Figure 9 : Ciel uniforme <b>Source</b> : L'éclairage naturel des bâtiments .....	33
Figure 10 : Ciel couvert (CIE) <b>Source</b> : L'éclairage naturel des bâtiments .....	33
Figure 11: Ciel clair sans soleil <b>Source</b> : L'éclairage Naturel des bâtiments .....	33
Figure 12 : Ciel clair avec soleil <b>Source</b> : L'éclairage Naturel des Bâtiments.....	33
Figure 13: Angles de vue d'une personne assise pour différents niveaux d'allèges <b>Source</b> :IBGE Institut Bruxelles pour la gestion de l'environnement .....	33
<b>Figure 14</b> : Diagramme de Waldram <b>Source</b> : Francis Miguet.....	33
Figure 15 Diagramme de Waldram <b>Source</b> : Francis Miguet .....	33
Figure 16:simulation avec le logiciel Dialux <b>source</b> : DIALuxe evo.....	33
Figure 17:simulation de l'éclairage artificiel sur avec la maquette <b>source</b> : <a href="http://www.jeromesalort.fr/architecture">http://www.jeromesalort.fr/architecture</a> .....	33

# LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## CHAPITRE IV : APPROCHE SPECIFIQUE

1. Sève R. Science de la couleur : Aspects physiques et perceptifs, Marseille: Chalagam; 2009.
2. Bouvier B. Eclairage Naturel, Techniques de l'Ingénieur Paris: TI; 2008.
3. Dubois C. Confort Et Diversité Des Ambiances Lumineuses En Architecture [Confort Et Diversité Des Ambiances Lumineuses En Architecture.]; 2006 [cité le 2019 02 9. Disponible sur : <file:///C:/Users/MACROHARD/Downloads/23949.pdf>].
4. Energie +. [En ligne ].; 2016 [cité le 2019 4 2. Disponible sur : <https://www.energieplus-site.be/index.php?id=15494#c9376+c9375+c9374+c9373+c9372+c9371+c9370>].
5. Institut de Bruxel pour la gestion de l'environnement. Optimiser l'éclairage naturel. Bruxelles environnement. 2016 Avril: p. 05.
6. Matallah Z. Étude des effets de l'orientation sur le confort visuel dans les salles de classe. Mémoire de Magistère en architecture. Université de Biskra. 2013 Juin.
7. Architecture Et Climat, SPW. Les Caractéristiques De Base Du Confort Visuel. [En ligne ].; 2015 [cité Catholique de Louvain, Département de l'Energie du Bâtiment Durable. Energie Plus : Efficacité Energétique des Bâtiments Tertiaires. Disponible sur : <http://www.energiepluslesite.be/index.php?id=17020>].
8. Bodart, Magali. Deneyer, Arnaud. Energie.arch. [En ligne ].; 2002 [cité le 2019 avril 6. Disponible sur : <http://www-energie.arch.ucl.ac.be/eclairage/documents%20pdf/Guide-evaluation-resultats.pdf>].
9. (ICEB) L'Institut pour la conception écoresponsable du bâti, Yannick Sutte , Hélène Michelson , Ivan Fouquet , Jean-François Autissier. [En ligne ].; 2014 [cité le 2019 janvier 12.
10. Reiter S. L'éclairage Naturel des Bâtiments. En. Bruxelles: Edition Presses Universitaires de; 2004.
11. Deletre J. Mémento de prise de jour et protections solaires. 2nd ed. Paris: Parenthèses; 2003.
12. Chaabouni S. Voir, savoir, concevoir. Une méthode d'assistance à la conception d'ambiances lumineuses par l'utilisation d'images références. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique de Lorraine. 2011.
13. Gallas M. De l'intention à la solution architecturale proposition d'une méthode d'assistance à la prise en compte de lumière naturelle durant les phases amont de conception. Thèse de doctorat. Université de Lorraine. 2013.

**CHAPITRE V :**  
**ANALYSE CONTEXTUELLE**

### Introduction

La prise en compte des apports et contraintes de l'environnement ne fait qu'enrichir l'élaboration du projet et l'harmoniser avec les activités qu'il abritera. Cela se traduit par le bien-être accru des utilisateurs et par la bonne résistance du bâtiment aux sollicitations extérieures.

Pour de créer un projet pertinent qui répond aux exigences sociales autant qu'environnementales. L'architecte doit évaluer une bonne analyse du site afin de bien pouvoir intégrer son projet.

Berrouaghia est une commune de la wilaya de Médéa en Algérie , située à 96 km au sud-ouest de la capitale Alger, elle est caractérisée par sa nature agricole, elle présente un centre historique et un lieu de mémoire par excellence fortement marqué par son camp de punition depuis les temps romains, elle renfermait les combattants de l'ombre durant la guerre d'Algérie.

## I. Analyse du site

### 1 Situation de l'aire d'étude

#### 1.1 L'échelle du territoire

La wilaya de Médéa est située dans le centre du pays au cœur de l'Atlas tellien Elle est délimitée : au nord, par la wilaya de Blida ,à l'ouest, par les wilayas de AïnDefla et Tissemsilt ;au sud par la wilaya de Djelfa ;à l'est, par les wilayas de M'Sila et Bouira.



Figure 1: Situation de la wilaya de Médéa  
source : Découpage administratif de l'Algérie & Monographie adapté par l'auteur

#### 1.2 L'échelle régionale et communale

La commune est située dans la région du Tell au nord-ouest de la wilaya de Médéa, à environ 95 km au sud-ouest d'Alger, et à 20 km de Médéa, à 12km de Ouled Brahim, à 14km de Ouezra ; Berrouaghia à 939 m d'altitude, est une ville de montagne de l'Atlas tellien, situer dans une depression entre le

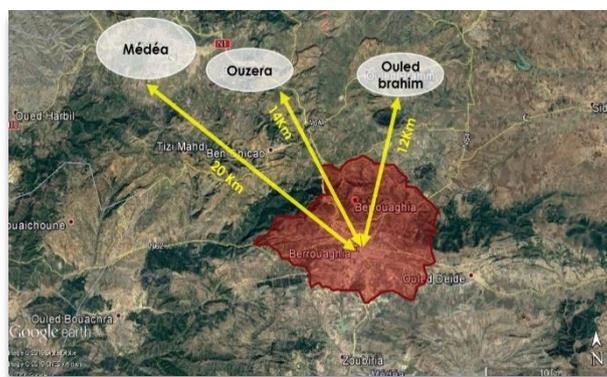


Figure 2: Situation et contexte local de la ville de Berrouaghia  
source : Google Earth pro 2018 adapté par l'auteur

massif de l'Ouarsien au sud et Atlas Bliidiéen au nord .

### 1.3 A l'échelle de la ville

Notre site d'intervention se localise au Nord-Ouest de la ville de Berrouaghia sur le long d'un axe important reliant cette ville avec la ville de Médéa (RN 01), à 2Km du centre-ville.

### 1.4 A l'échelle du quartier

#### 1.4.1 Accessibilité :

Le périmètre d'étude est accessible par quatre accès ; deux sur la double voie qui traverse le site, et deux par la RN 1 par deux voies bretelles.

#### 1.4.2 Environnement immédiat

Notre site d'intervention est délimité par :

- **Le nord** : la RN 18 et la forêt.
- **Le sud** : la RN 01 le cimetière et la zone d'activité.
- **L'est** : une cité d'habitat collectif.
- **L'ouest** : la RN 01 et la RN 18.

Le site est aussi traversé par une double voie et un ancien chemin de fer, et comporte aussi 3 blocs d'habitat collectif.

#### 1.5 Constats

- Forte visibilité du site (la situation stratégique du terrain à la porte nord-ouest de la ville).
- Le site se situe face à un axe mécanique important (RN01).
- Le site est facilement accessible depuis les différentes parties de la ville).

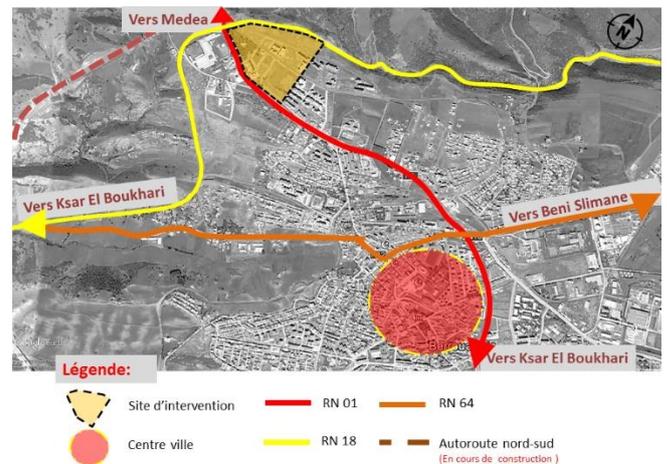


Figure 3 : Situation du terrain d'intervention.  
source : google earth pro 2018 adapté par l'auteur

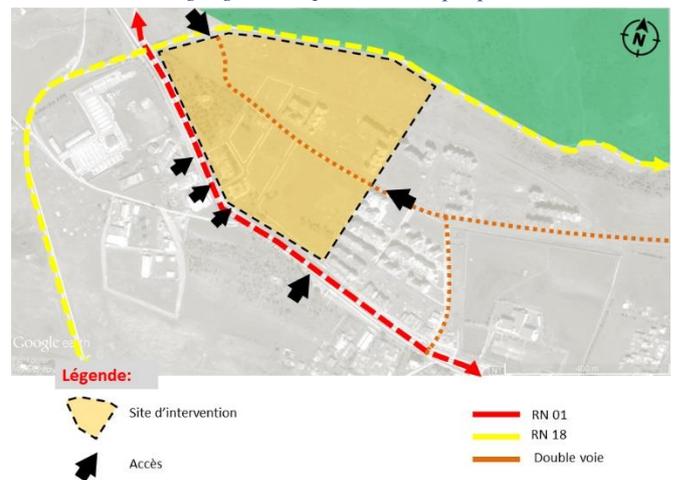


Figure 4 : accessibilité du terrain d'intervention  
source : google earth pro2018 adapté par l'auteur

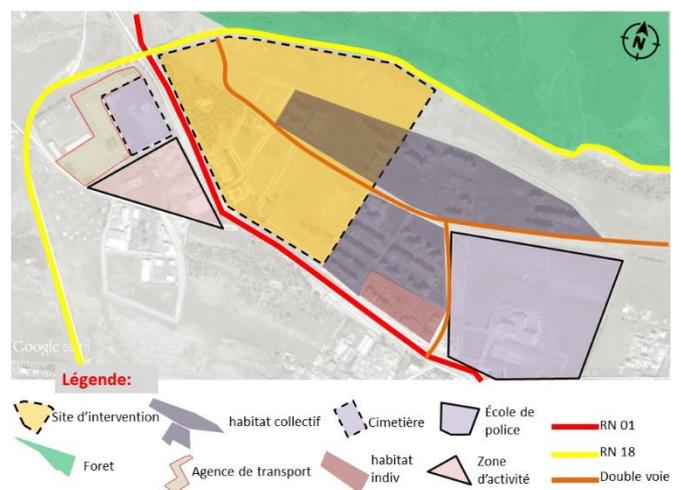


Figure 5 : environnement immédiat  
source : google earth pro 2018 adapté par l'auteur

- Le manque d'équipements structurants dans l'environnement immédiat.
- Le site présente une surface importante et non affectée, ce qui représente un atout majeur dans notre intervention.

## 2 Données de l'environnement naturel

### 2.1 Forme et surface

La forme du site est irrégulière qui s'est fait à travers la délimitation des routes qui entoure le terrain et une cité de bâtiments du côté sud-est et la résidence chef daïra du côté sud-ouest.

Surface : 25HA

### 2.2 Nature du sol

Argileux moyennement sableux, ex zone d'exploitation agricole a un certain moment. (1)

### 2.3 Topographie

Le terrain présente une pente de 10%, La pente est orientée nord-sud.

Les coupes ont montré qu'il y'a une partie plus accidentée que l'autre montré dans la coupe AA.

Tableau 1: pourcentages des pentes  
(Source : Google earth Pro)

Coupe	P. max	P. moy
AA	14%	5,8%
BB	8,1%	4,5%
CC	8,2%	2,1%
DD	6,4%	4,3%

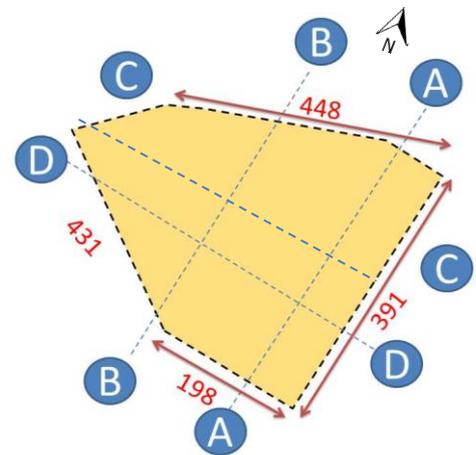


Figure 6: Forme du site d'intervention.  
Source : auteur

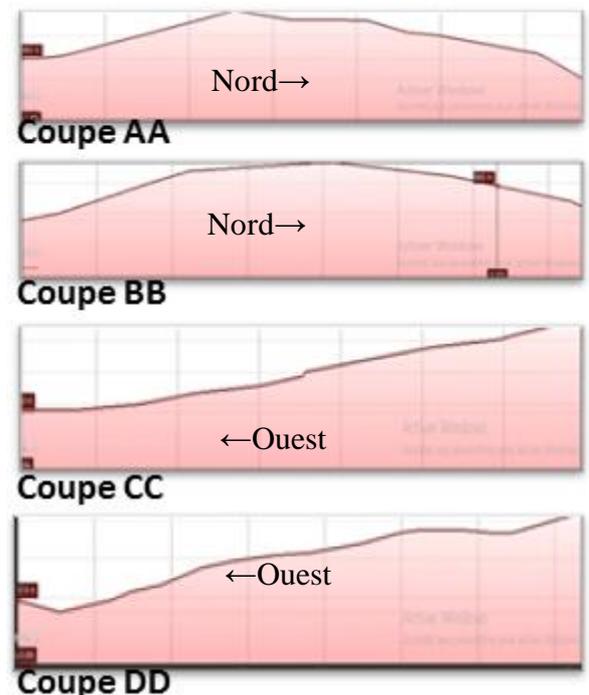


Figure 7: coupes topographiques du terrain  
Source : Google earth Pro 2018

## 2.4 Le climat

### 2.4.1 Température

Le jour le plus chaud 5 août 2018 T moy max 33 °C et minimale de 17 °C.

Le jour le plus froid 20 janvier 2018, T moy min de 0°C et max 11 °C.

### 2.4.2 Les vents

Des vents froids Nord-Ouest (>50 Km/h)

Des vents dominants Nord (12-19 Km/h)

Des vents chauds SSE (28-38km/h)

### 2.4.3 L'hygrométrie

L'humidité relative d'une masse d'air varie donc avec la température de l'air.

Lorsque la température augmente, en été, l'humidité relative diminue (ex : en juillet l'humidité relative =47%).

Lorsque la température diminue, en hiver, printemps et automne, l'humidité relative augmente (ex : en Mai l'humidité relative moyenne =86%).

### 2.4.4 La pluviométrie

La période pluvieuse de l'année du 26 août au 15 juin 2018, avec une chute de pluie d'au moins 13 millimètres

La période sèche, du 15 juin au 26 août 2018.

La plus petite accumulation de pluie est de 3 millimètres.

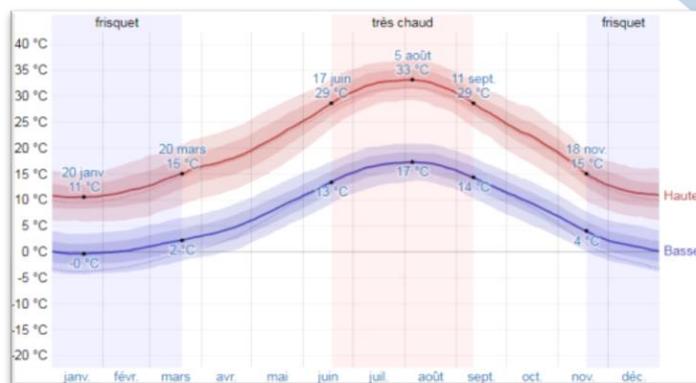


Figure 8 : température à Berrouaghia  
source : meteoblue.com



Figure 9: rose des vents  
source : meteoblue.com

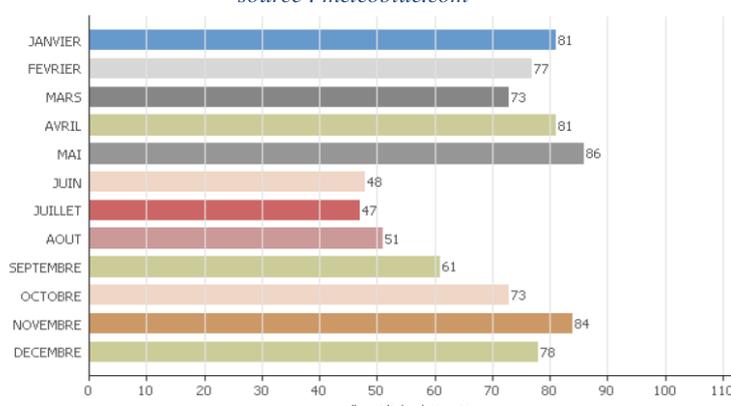


Figure 10: hygrométrie de Berrouaghia  
Source : Infoclimat.com



Figure 11: Pluviométrie de Berrouaghia  
Source : meteoblue.com

### 2.4.5 La couverture végétale

La végétation participe à la protection solaire. Elle permet de stabiliser la température de rétention de l'eau dans ses feuilles et par évaporation de l'eau à leur surface. Elle apporte aussi un ombrage et créer un microclimat par évapotranspiration. Le choix de l'espèce est important car la qualité de l'ombre d'un arbre dépend de sa densité.



Figure 12: carte de la couverture végétale  
Source :auteur



Eucalyptus

Le cyprès toujours vert

Pin d'halep

Figure 13: espèce d'arbre  
Source : auteur

### 2.5 Constats

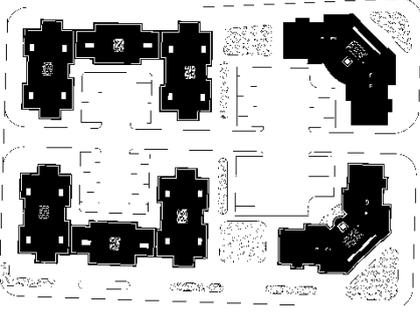
Tableau 2: les constats et les recommandations sur l'analyse climatique  
Source : auteur

<b>La zone climatique : sous-zone H2a : atlas tellien- montagne, 1 000m &lt; altitude (939m) &lt; 1500m : caractérisée par des hivers froids et un écart de température diurne important.</b>	
<b>constat</b>	<b>Recommandation</b>
Un climat tempéré	-Prévoir à utiliser les deux stratégies bioclimatique (stratégie de chaud-stratégie du froid). -Utiliser des dispositifs de réchauffement et de rafraichissement économiques.
Des précipitations annuelles très importantes	-Utiliser des systèmes de récupération des eaux pluviales -Utiliser des systèmes de récupérations des eaux de ruissèlements dans les voies
Insolation importante	-Bénéficier de l'ensoleillement pour le chauffage et l'éclairage pendant l'hiver. -Mettre en place des dispositifs de protection solaire pendant l'été.
Site exposé au vents	-Prévoir un system de ralentissement des vents forts. -Bénéficier de la ventilation naturelle

### 3 Les données de l'environnement construit

#### 3.1 Le tissu urbain

Tableau 3: le tissu urbain  
Source : auteur

Le tissu urbain	System viaire	Le system viaire s'organise selon une trame orthogonale ;les voies principales(20m) relie la ville avec les agglomérations voisines ;des voies secondaires(7m) distribuent au ilots à partir des voies principales ; on remarque une hiérarchie des voies par rapport à la distribution .	
	System parcellaire	Le system parcellaire se constitue de deux typologies d'îlots différentes, parallèles aux voies principales ; de forme rectangulaire avec une dimensions 100m x 75m pour la 1 <sup>er</sup> typologie et 75*50 pour la 2 <sup>ème</sup> typologie.	
	Système bâti	Le bâti s'organise sous forme d'îlots fermés pour la typologie de l'habitat collectif avec un gabarit de R+5, et une typologie d'habitat individuel avec un gabarit de R+3.	

#### Constats :

- L'absence des espaces publics et les espaces verts.
- L'emplacement des parkings à l'intérieure des ilots et entre les blocs (nuisance sonore et pollution)
- Les habitations sont plus concentrées sur la partie basse et opposé aux nuisances sonores de la route nationale.
- Manque des équipements structurants.
- Prédominance d'une Typologie d'habitat collectif répétitif avec une grande densité.
- Manque d'espace de jeux pour enfants et de détente pour adultes.

### 3.2 Les équipements socio-culturels

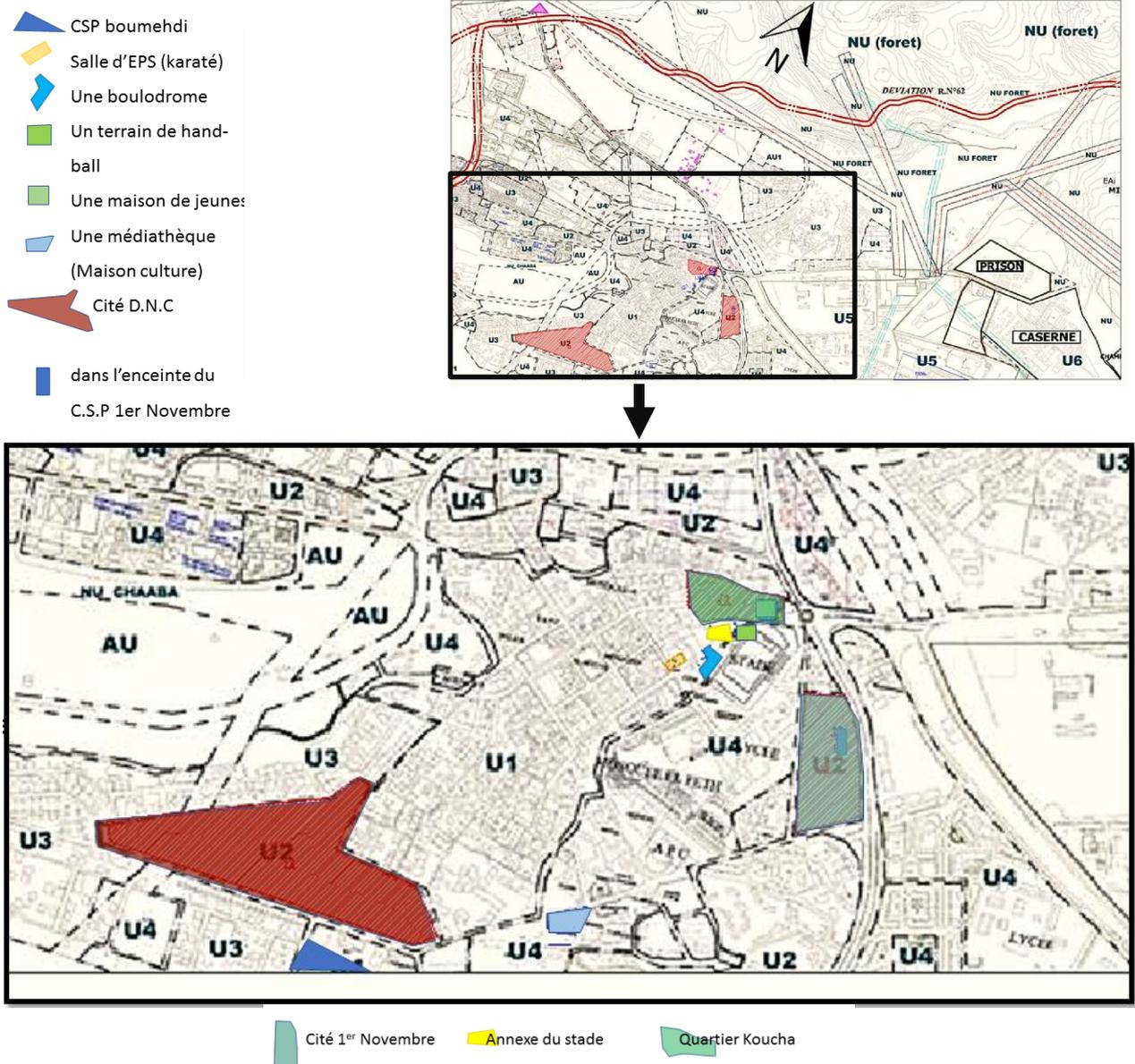


Figure14: les équipements socio-culturels dans la ville de Berroughia  
source :auteur

#### Constat

Le périmètre d'étude présente une faiblesse en ce qui concerne les équipements et les services au niveau de la ville. Surtout dans l'environnement proche du site car leur situation est basée sur le centre de ma ville, pour cela il faut programmer des équipements a l'échelle de la ville pour couvrir ce manque tel que les équipements sanitaires culturelles et de loisir.

## 4 Les données de l'environnement réglementaire

Tableau 4: Les données de l'environnement réglementaire  
Source : PDAU de Berrouaghia

POS AU44	
Surface	358 ha
Statut	Etatique
C.E.S	de 50% à 70% selon les cas
C.O.S	2,4 à 2,6
hauteurs	(R+2) pour l'habitat individuel et semi collectif
	(R+5) pour l'habitat collectif.
	(R+4) pour les équipements.
Les certitudes	Les lignes électriques H.T (35m de l'axe) Les lignes électrique M.T (15m de l'axe) La route nationale (35m de l'axe) Les chemins de wilaya (12.5m de l'axe)
Sismicité	Berrouaghia se situe dans une zone de moyenne sismicité Zone IIb.

## 5 Analyse séquentielle

### 5.1.1 Ambiance sonore

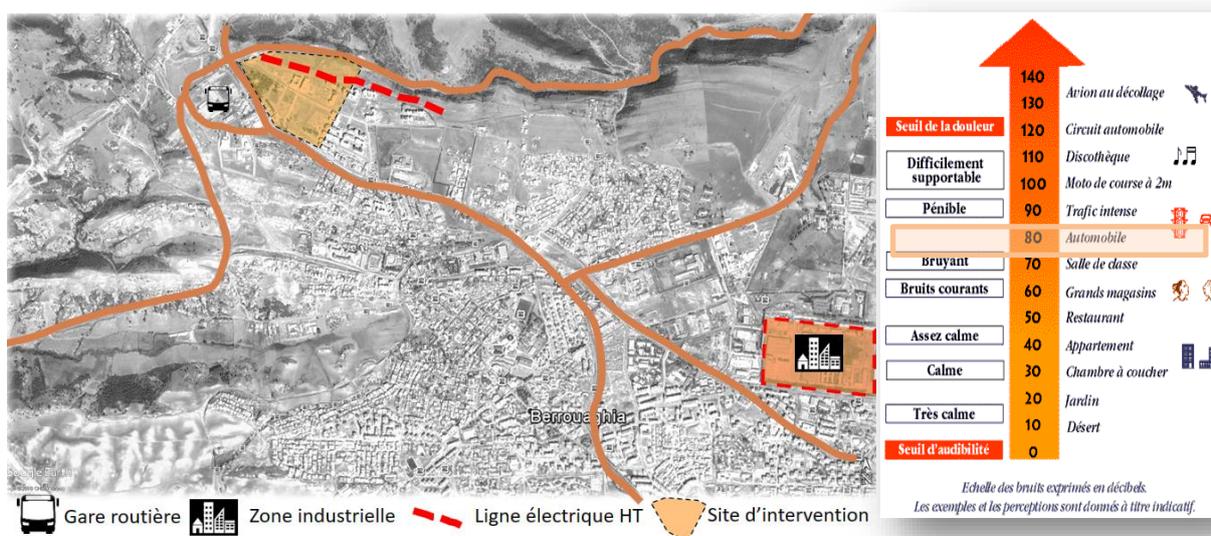


Figure 15 : Les ambiances sonores sur le site d'intervention  
Source Google earth Pro adapté par l'auteur

Notre site est exposé à la pollution sonore qui est caractérisée par un niveau de bruit très élevé au point d'avoir des conséquences sur la santé, et la qualité de vie, avec des conséquences physiques et psychologiques pour les habitants qui les subissent, et affecter également la biodiversité.

### 5.1.2 Ambiance solaire

#### A. Ombre de l'environnement lointain et objet proche

Le calcul de l'ombrage d'un site se fait par une simulation de 9 scénarios, (21 juin / 21mars /21decembre) a différents heures (8h/12/16h).

L'intérêt de déterminer l'ombre sur le site est vérifier si, pour une heure et un jour donnés, un endroit du site est à l'ombre ou non.

Les objets proches (bâtiments de l'autre côté de la rue, arbres) sont pris en considération

La pente du terrain est orientée nord-sud donc nous avons une surface orienté sud bien exposé au soleil.

Les surfaces ombragées sont situées à l'intérieures d'ilots des bâtiments existants.

On remarque des surfaces ombragées par les bâtiments collectifs existants du coté est du site

Dans notre conception solaire passive on va utiliser ce diagramme qui nous permet d'optimiser la répartition des ouvertures des bâtiments (fenêtre, porte- fenêtre, balcons, Terrasse) pour bénéficier des calories gratuites en hiver (réduction des besoins en chauffage) et de l'ombre bienfaisante en été (évitant la clim énergivore).

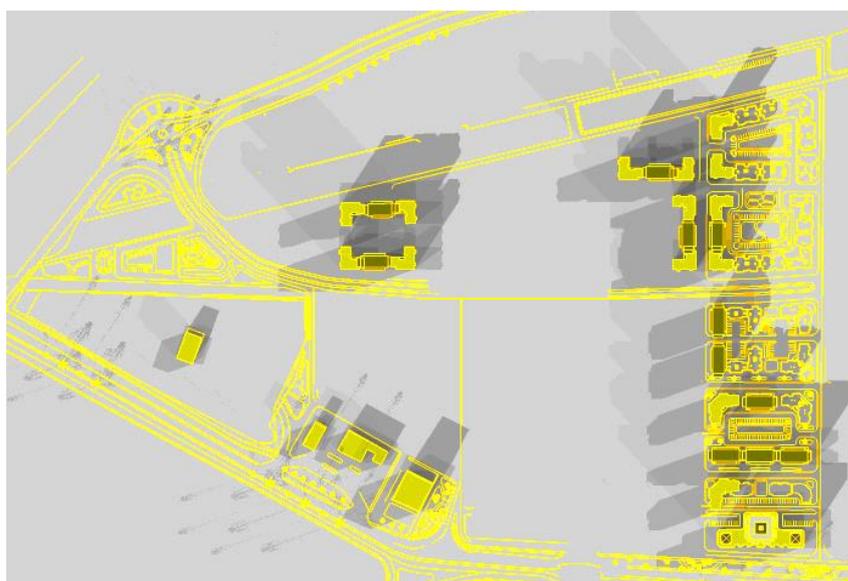


Figure 16 : combinaison des simulations des ombres portés par les objets proches  
Source : auteur

## 6 Diagramme de Givoni

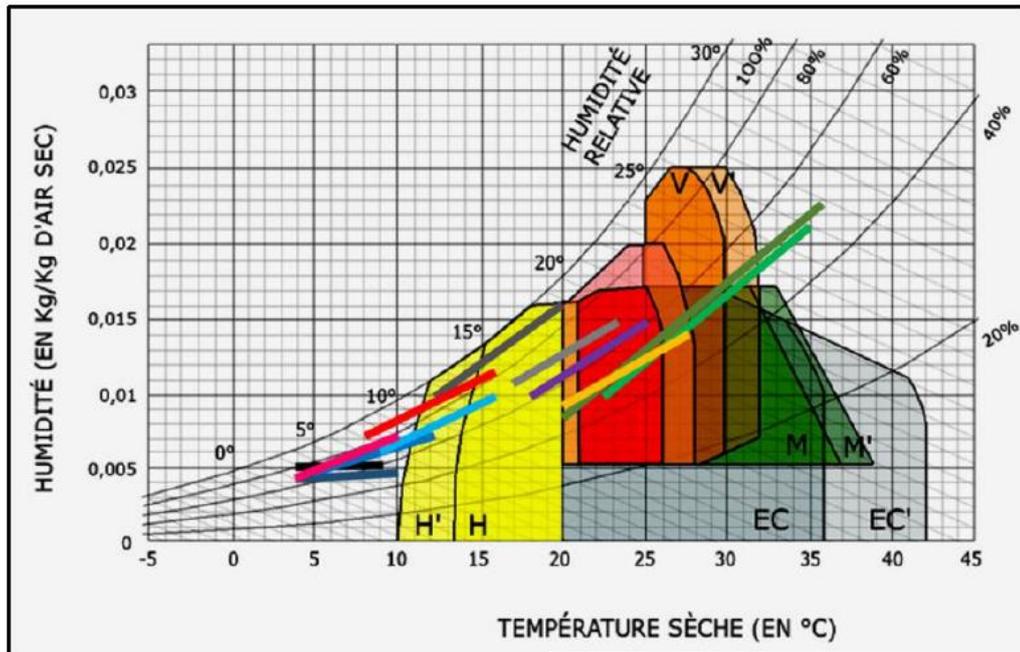


Figure 17: Diagramme de Givoni  
Source : auteur

—	Janvier	—	Juillet
—	Février	—	Aout
—	Mars	—	Septembre
—	Avril	—	Octobre
—	Mai	—	Novembre
—	Juin	—	Décembre

**(H et H' jaune)** zone de non-chauffage par la conception solaire passive.

**(EC et EC' gris)** zone d'influence du refroidissement évaporatif.

**(MM' vert)** zone d'influence de la ventilation avec l'inertie thermique.

**(VV' orange)** zone d'influence de la ventilation à 0,5m/s (vitesse nulle).

**(Rose)**, la zone du confort thermique.

**Interprétation :** Dans le cas de Berrouaghia, on remarque sur le diagramme :

Qu'il est nécessaire de chauffer en hiver (décembre, janvier, février et mars).

Aux mois d'Avril, octobre et novembre, il n'est pas nécessaire de chauffer, une conception solaire passive est suffisante pour atteindre le confort (H et H' franchis).

Aux mois de mai, juin et septembre, on est dans la zone de confort thermique mais une ventilation nocturne est nécessaire en certaines nuits en juin.

En été (juillet et aout) on a un problème de surchauffe donc on a besoin de climatiser et de ventiler (VV' franchis), une ventilation nocturne est aussi favorable

Le chauffage passif n'est pas suffisant en hiver, il faut avec un système actif.

## Synthèse

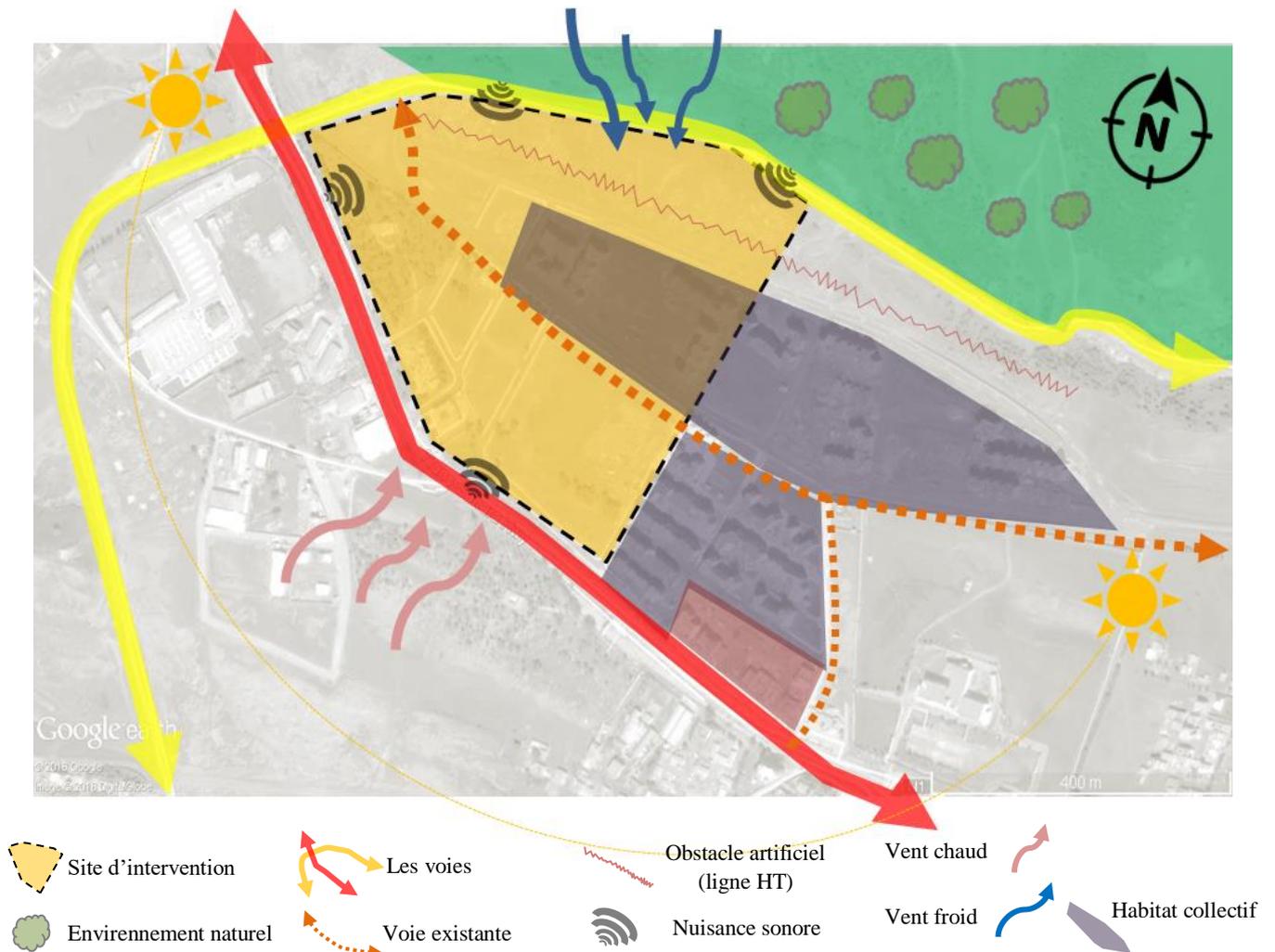


Figure 18: Carte de synthèse de l'analyse de site  
Source :auteur

- Mettre en place des parkings à l'écart du quartier et rendre le déplacement doux plus attractive.
- Assurer un équilibre entre l'espaces bâti et l'espace non bâti.
- Programmer des équipements de proximité.
- Diversifier les typologies d'habitat.
- Aménager des espaces publics.
- Affranchir les obstacles, géographique (la pente) et artificiel (ligne de HT).
- Aménager un quartier qui respect son environnement et son contexte .

**CHAPITRE VI :**  
**ELABORATION DU PROJET**

# 1 La démarche d'aménagement de l'éco quartier

## Introduction

L'aménagement urbain est une activité trop riche et complexe pour s'enfermer dans quelques dogmes. C'est pourquoi nous préférons parler de démarche, recherche de bonne.

Comme tout projet urbain, un écoquartier ne peut qu'être qu'un résultat d'une analyse profonde sur le contexte, les besoins, et le développement durable, Mais, au-delà d'une simple compatibilité normative, il doit devenir un projet militant s'appliquant à concrétiser tous les grands objectifs généraux définis à l'échelle de l'agglomération.

Cette partie résumera en termes simples et accessible toutes les ambitions économique, environnementales et sociétales de notre écoquartier.

## 1.1 Démarche conceptuelle

Notre objectif est de planifier et aménager un lieu dense et mixte inscrit dans le la démarche du développement durable, l'aménagement de notre éco quartier se base plusieurs concepts opératoires :

D'après l'analyse de site on constate qu'il existe trois enveloppes limitées par des obstacles géographiques (la pente) et un obstacle artificiel (ligne HT), pour cela la première idée était de les affranchir à travers des parcours qui établissent une hiérarchie avec le system viaire existant afin qu'ils s'interagissent et fonctionnent ensemble.

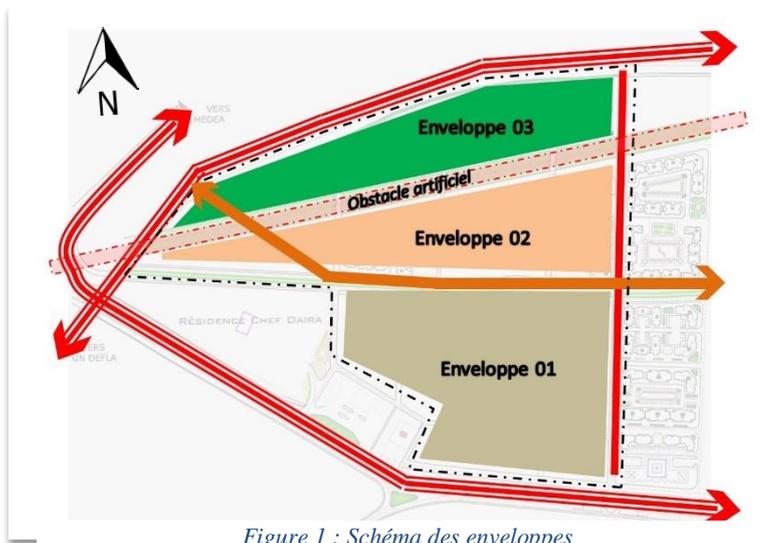


Figure 1 : Schéma des enveloppes  
Source : auteur

## CHAPITRE VI : ELABAORATION DU PROJET

Le system viaire proposé représente la connexion de notre éco quartier avec son environnement immédiat, visant également à démontrer la bonne articulation avec le tissu urbain existant

Le raccordement avec les réseaux avoisinants se fait en premier lieu par la préservation de la voie mécanique existante qui traverse l'assiette, puis la valorise par la projection d'un system de transport doux (ligne de tramway)

(voir annexe 02) qui marque la liaison de l'écoquartier avec le centre-ville, le system de gradation des plateformes réduit la pente pour facilite de déplacement des piétons, les passages piétonnes sont délimités par des arbres pour donner de l'ombrage et créer un microclimat.

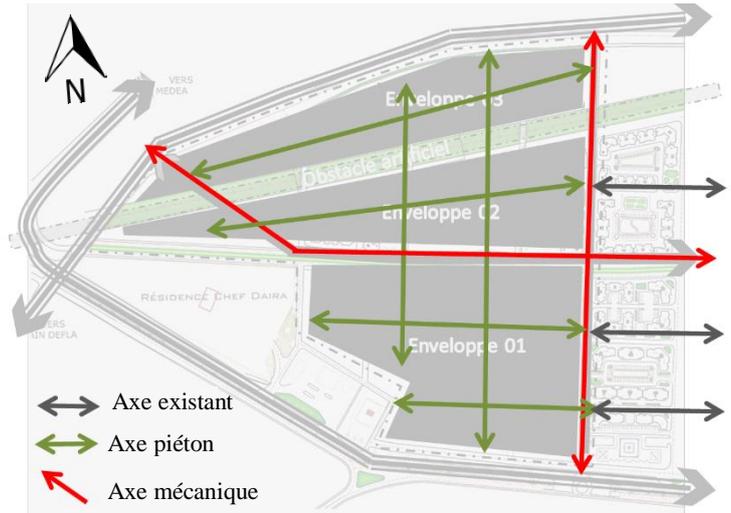


Figure 2: franchissement des barrières  
Source : auteur

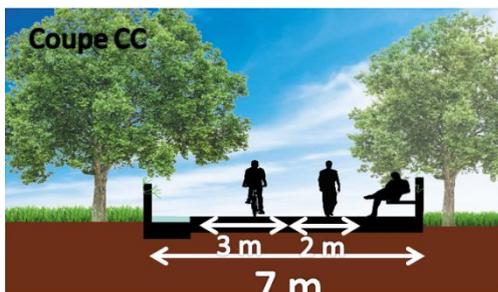


Figure 3: coupe sur la voie piétonne  
Source : auteur

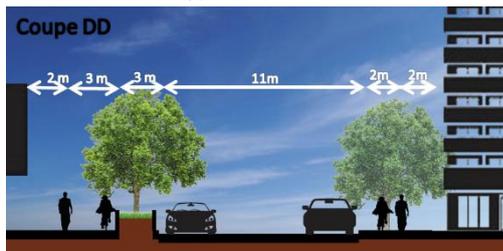


Figure 4: coupe sur la voie mécanique  
Source : auteur

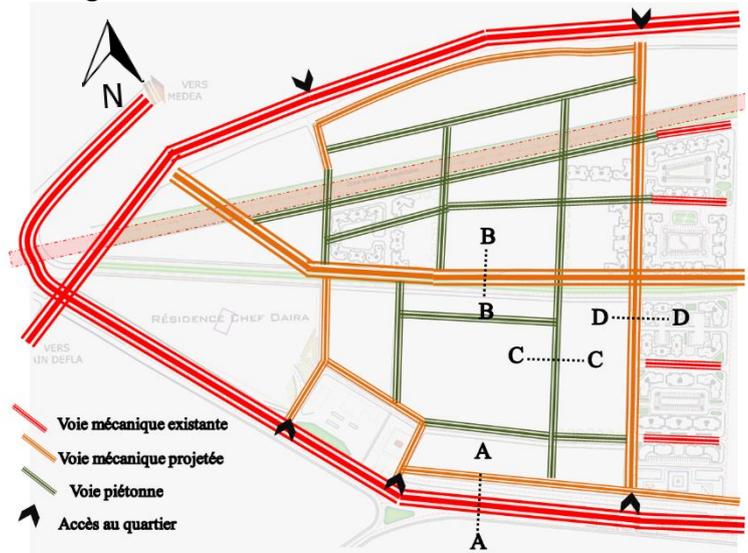


Figure 5 : schéma de structure  
Source : auteur

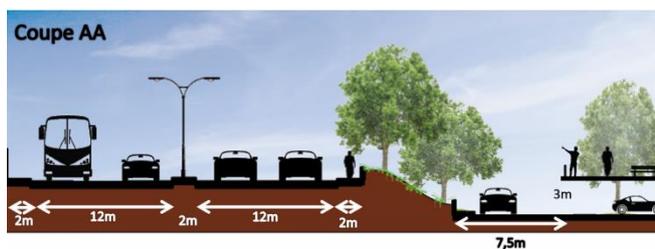


Figure 6: coupe sur la RN 01  
Source : auteur

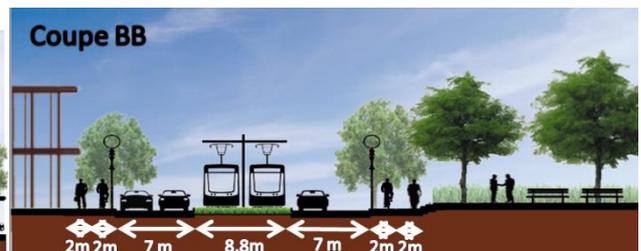


Figure 7: coupe sur le boulevard  
Source : auteur

**Le programme :** dans la politique urbaine, l'intégration est le premier impératif d'un aménagement durable, pour bien la mener notre écoquartier nous avons pris en considérations la programmation du POS, mais notre quartier a été pensé comme une zone multifonctionnelle proposant de l'habitat, des équipements culturels, éducatifs et commerciaux à deux échelles différentes (quartier et agglomération) pour offrir une attractivité économique. et pour faciliter l'accès des habitants à l'emploi, au logement et aux services, en privilégiant les modes de transport doux.

**Le system parcellaire :** pour ne pas créer des ensembles monotones, l'affectation des parcelles se fait à travers un organigramme fonctionnel qui relève la relation entre les activités qui se déroule au sein du quartier, d'où chaque parcelle peut comprendre plusieurs activités et propose une mixité fonctionnelle à son échelle. Chaque parcelle est affectée selon sa position son orientation et son importance.

**Choix d'implantation :** L'écoquartier est caractérisé par un axe est-ouest structurant déjà existant mais on l'a développé en un boulevard visant également à démontrer la bonne articulation du quartier avec le tissu urbain existant à travers la ligne de tramways, la mosquée se trouve sur la partie la plus élevée du terrain et fut par la suite un élément d'appel à côté d'un espace public constituant ensemble un lieu de regroupement.

Une polyclinique plus proche des deux accès principaux du quartier afin de faciliter l'accès, sachant que cette partie est protégée des nuisances sonores provoquées par les routes nationales.

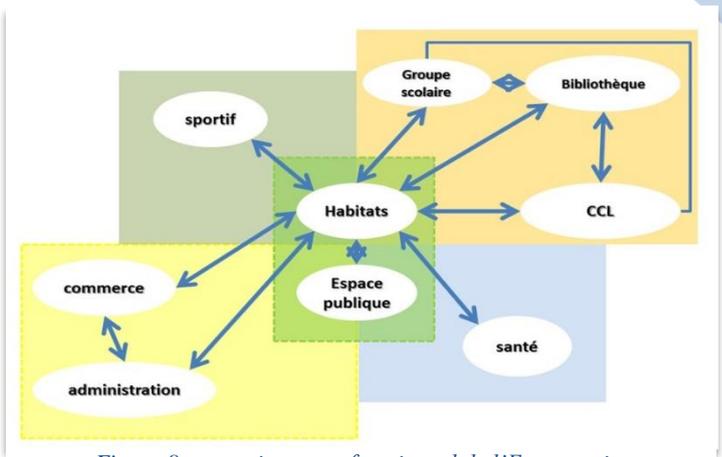


Figure 8 : organigramme fonctionnel de l'Eco quartier  
source : auteur

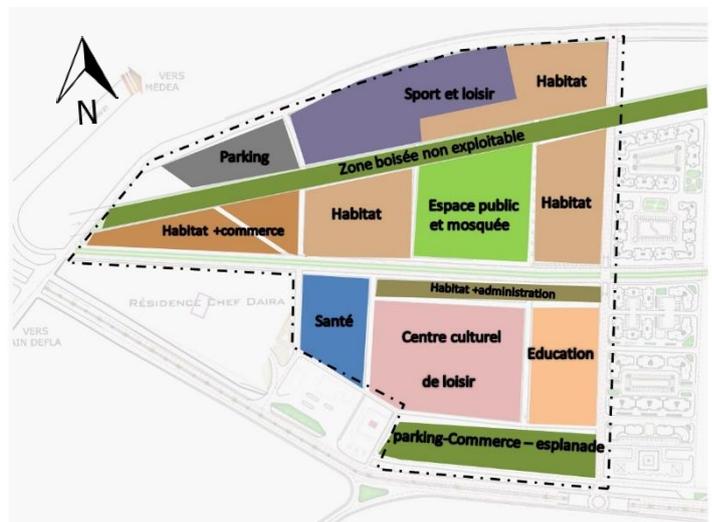


Figure 9 : schéma d'affectation des parcelles  
Source : auteur

L'habitat en continuité avec l'existant et un groupe scolaire à proximité des habitants pour minimiser le déplacement et pour la sécurité des élèves, avec centre de loisirs culturel de cet équipement éducatif pour créer un lien social et culturel.

Les locaux de services et commerciaux, la restauration, sur le long de l'axe structurant de l'écoquartier pour offrir une attractivité économique ; des équipements sportifs et des aires de détente dans le côté nord de l'éco quartier.

Une esplanade surélevée aménagée comme espace public sur l'entrée sud du quartier comporte dans son entresol des boutiques de commerce sur la façade, et un parking dans la partie enterrée de la parcelle. (Voir annexe 02)

La coupe (fig 11) montre l'intégration du bâti dans le site, l'implantation en gradin permet de dévier les vents venant du sud, et permet pour chaque bâtiment de recevoir le maximum des rayons solaires.



Figure 10: schéma d'aménagement  
source :auteur

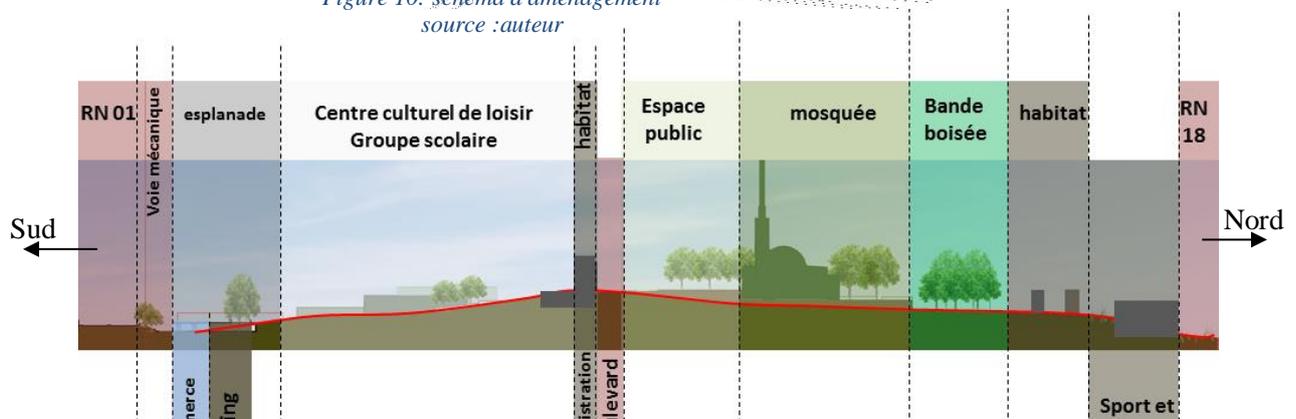


Figure 11 : coupe schématique de l'écoquartier  
Source : auteur

## 2 Les étapes d'élaboration du projet architectural

### 2.1 Programme qualitatif :

Pour la bonne élaboration du projet nous allons définir un programme qualitatif comprenons un organigramme fonctionnel, des espace principaux et leurs exigences.

#### 2.1.1 Organigramme fonctionnel :

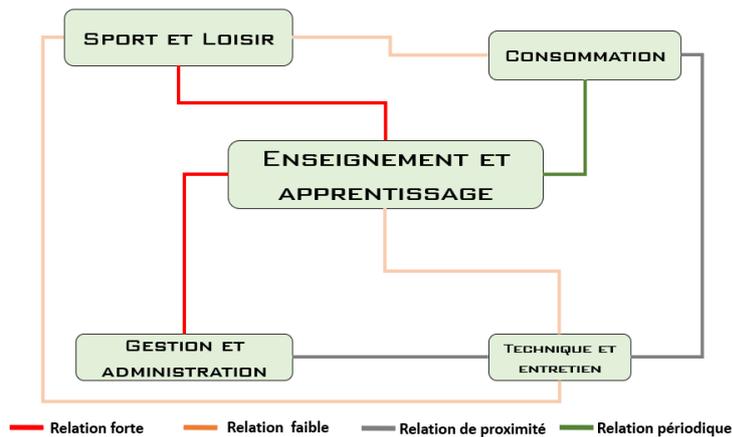


Figure 12: organigramme fonctionnel du groupe scolaire

Source : auteur

### 2.1 Organigramme spatial

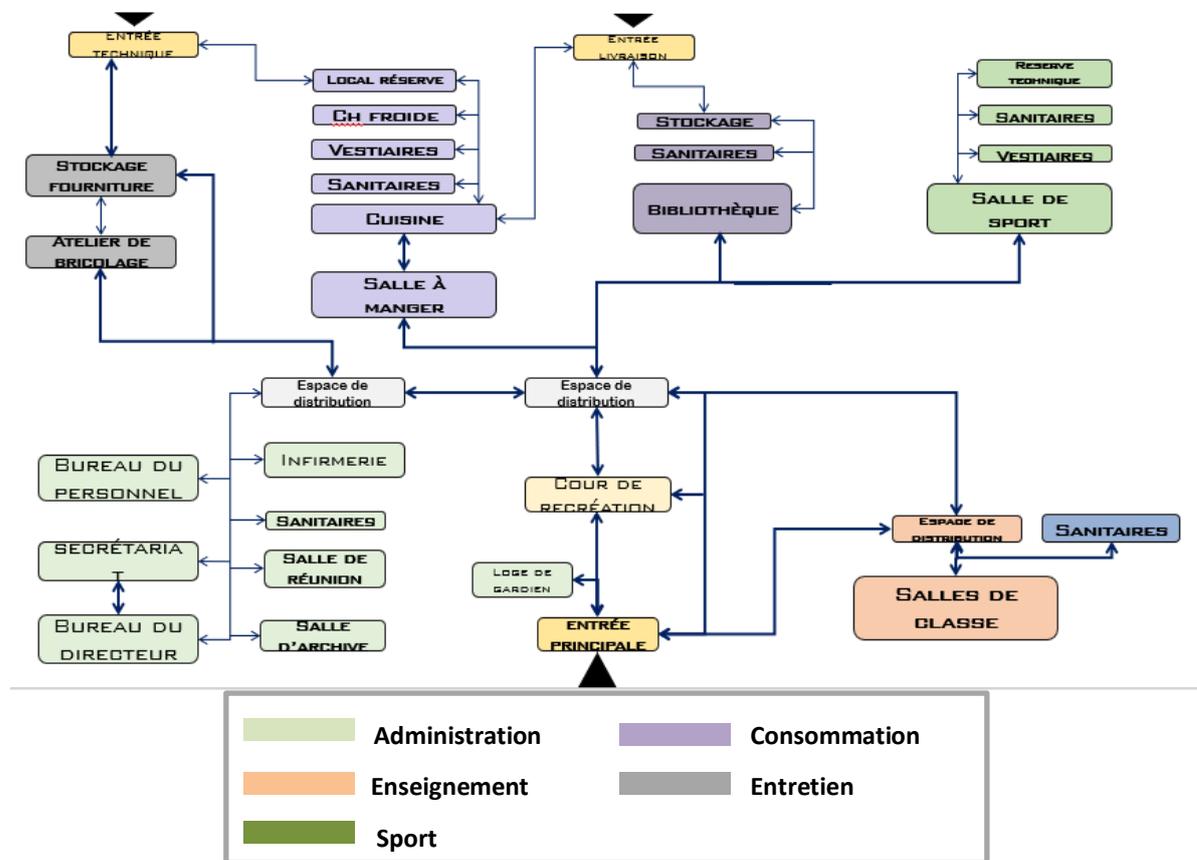


Figure 13: organigramme spatial du groupe scolaire

Source : auteur

## 2.2 Démarche conceptuelle du projet

### Introduction

La conception architecturale est considérée comme un processus de la création émane d'une espèce « boîte noire » que chaque concepteur construit à sa manière pour façonner le projet et à la force de forger comme dit l'adage on devient forgeron, c'est-à-dire acquiert une ou plusieurs démarches personnelles. <sup>1</sup>

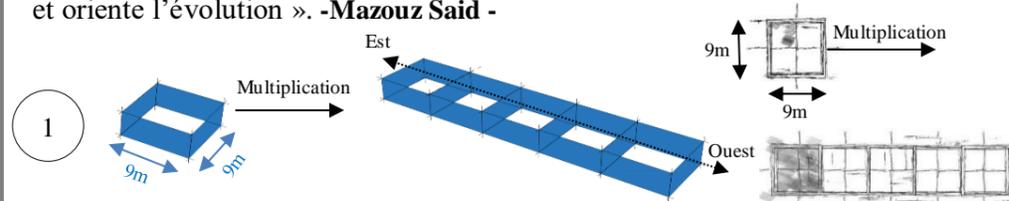
Après avoir affecté les parcelles et constaté les besoins du quartier (CEM et primaire aux niveaux de l'éducation). Nous avons opté pour un concept vogue utilisé beaucoup dans les pays européens, qui est le groupe scolaire permettant de regrouper nos deux équipements en un seul complexe.

La volonté été de construire un pôle éducatif regroupant un préscolaire, un primaire et un CEM pour subvenir aux besoins des habitants de l'écoquartier.

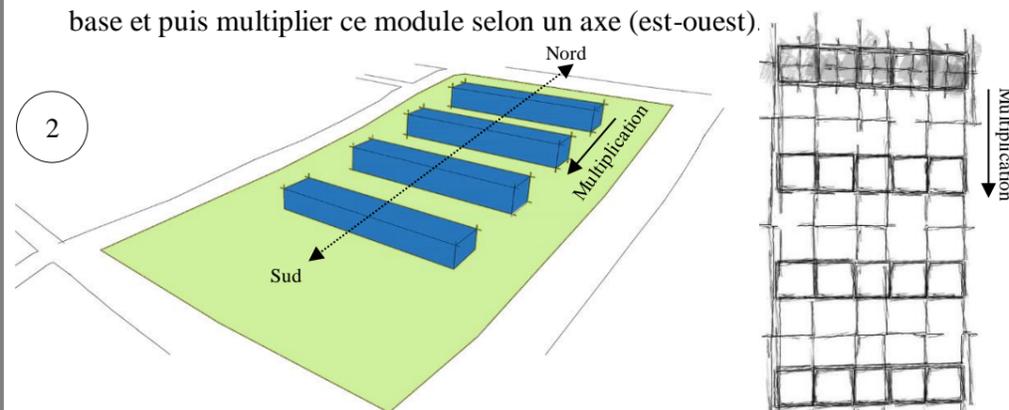
### 2.2.1 La démarche géométrique

« La géométrie » outil de composition :

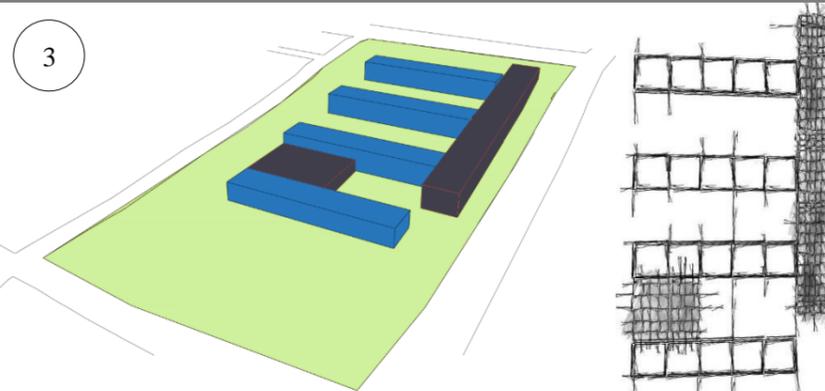
« Parler de composition sans référence à la géométrie peut s'avérer une opération hasardeuse et aléatoire. Il n'est pas à notre connaissance de composition, fusse-t-elle organique, qui n'obéisse à une géométrie quelconque qui en définit la structure et oriente l'évolution ». -Mazouz Said -



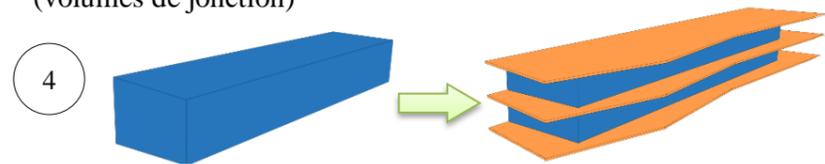
1- L'opération consiste à générer une trame à partir d'un élément de base. Pour cela on a pris la forme carrée d'une salle de cour (9x9m) comme élément de base et puis multiplier ce module selon un axe (est-ouest).



2- Une deuxième multiplication du module résultant selon l'axe perpendiculaire (nord - sud) accompagnant les courbes de niveau.



3- Relier ces modules par deux éléments verticaux opposé (volumes de jonction)

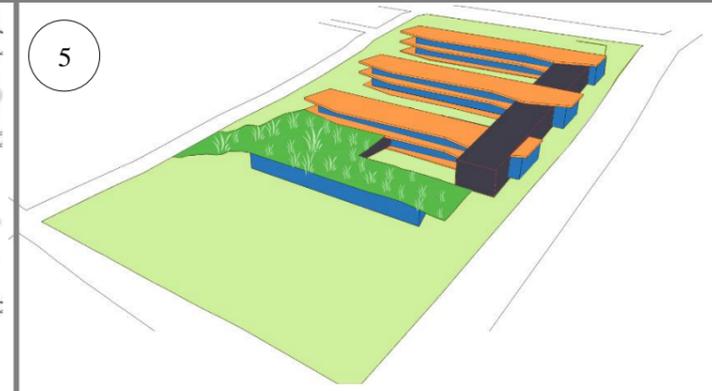


4- De la composition a la décomposition

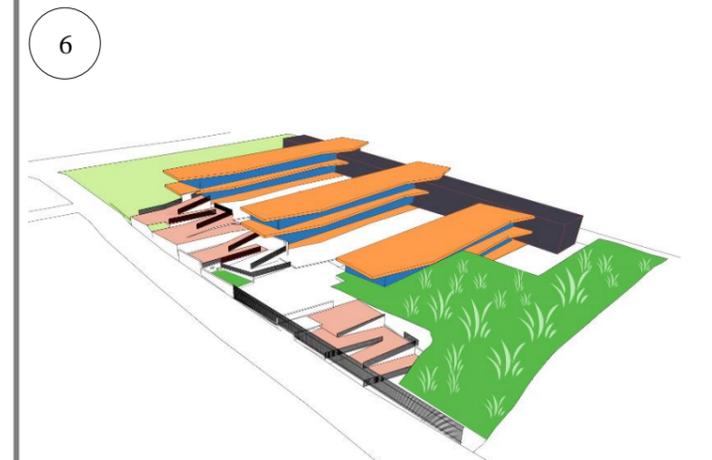
« Consiste à défaire le bloc perceptif, il faut d'abord supprimer la troisième dimension en démantant la boîte ... ». -Bruno Zevi-

« Deux plans parallèles sont une disposition minimale pour former un espace architecturale minimal : nous, avons, en effet, une protection positive et une relative mais réelle, stabilité spatiale ». -Jean Cousin -

L'opération est de cassé la boîte compacte et libérer les plans horizontaux pour ressortir les composants fonctionnels. Les formes du volume sont marquées par de multiples irrégularités du dessin, Les masses sont accidentées décalées en verticale afin proposer de la variété spatiale.



5- Confondre le volume avec la nature par l'insertion d'une toiture végétalisée.



6- Relier les plans horizontaux à travers des parcours selon des lignes brisée qui redessinent les courbes du terrain.

## 2.2.2 Démarche Bioclimatique

### L'intégration au site

L'intention été d'établir un rapport intime entre topographie et la forme avec des plan horizontaux superposés.

La volonté de marquer ces lignes dans le site comme pour reconstituer un paysage de restanques

Le terrain présentait l'immense atout d'allier l'orientation favorable plein sud Pensée à travers l'épure de la simplicité, la force du site et l'articulation au grand paysage, cette architecture est totalement inscrite dans son environnement

### L'orientation

Le groupe scolaire s'organise en 4 péninsules qui dégagent 4 cours de récréation plein sud, offrant un ensoleillement maximum aux espaces les plus pratiqués, c'est-à-dire les salles de classe, les circulations et les cours de récréation.

Un auvent déployé suit le souple contour des classes, unissant ainsi les espaces intérieurs et extérieurs. Ceci permet d'atténuer la lumière du sud en été, offrant à chaque niveau une protection contre le soleil et la pluie.

### La biodiversité

Une pédagogie autour de la biodiversité peut être mise en place dans ce contexte, notamment grâce aux deux espaces suivants : la toiture végétalisée conçu comme terrasse accessible depuis les salles de TP au 1ere étage qui agissent comme tampon thermique, et le jardin pédagogique en gradins sur la partie ouest agrémenté de grands bacs pour y cultiver les plantes aromatiques

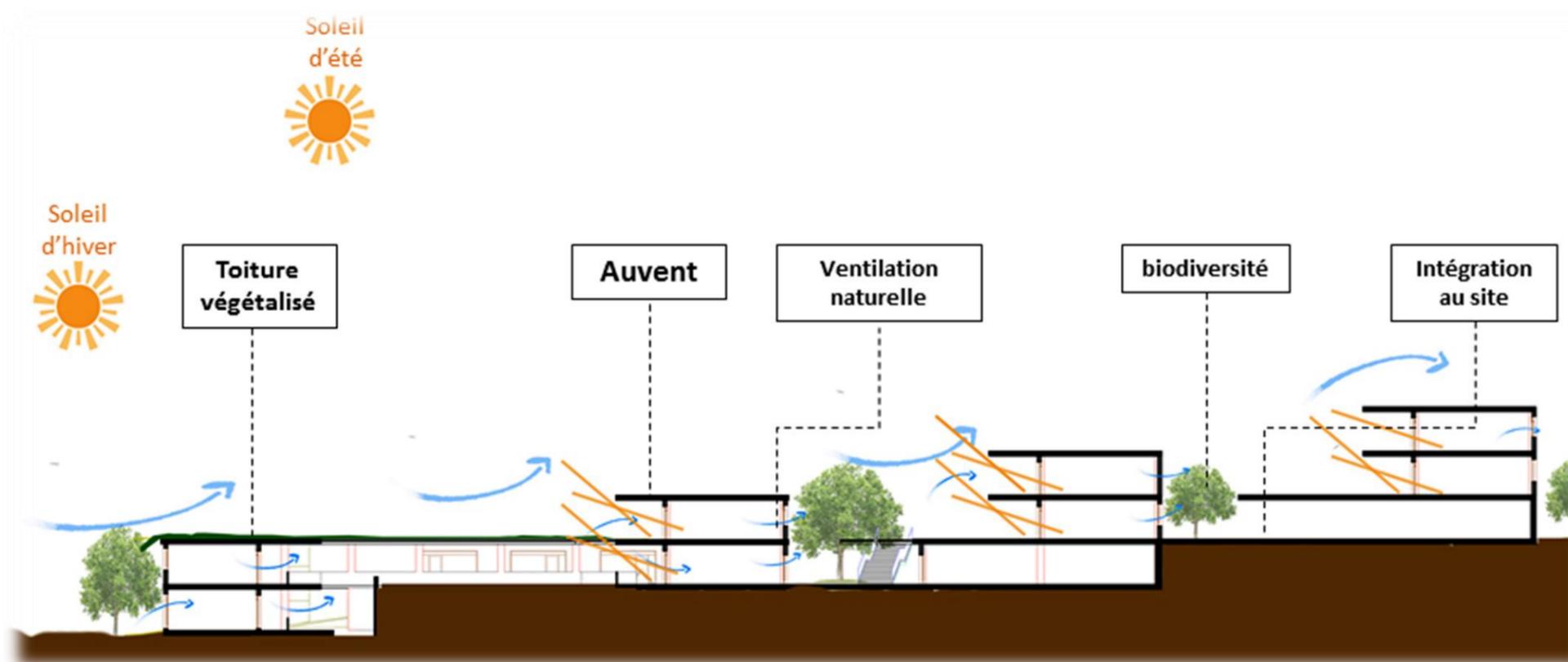


Figure 14: schéma des principes bioclimatique

Source : auteur

### Les vents

Notre site est exposé au vent venant du sud, l'idée été de dévier ses vents par la forme tout en profitant d'eux pour la ventilation naturelle transversale.

### La végétation

Préservation de la végétation déjà existante pour filtrer les vents sud.

Une école très basse dans un contexte très haut comme si elle été un élément de la nature sorti du sol.

Nous avons pensé au travers l'épure de la simplicité, la force du site et l'articulation au grand paysage d'établir architecture est totalement inscrite dans son environnement.

### 2.2.3 Démarche conceptuelle du plan de masse

La continuité des plans horizontaux sur la partie ouest du projet créant le prolongement des cours parfois et laissant le terrain se marquer par un jardin pédagogique une autre, ce dernier serve à instruire les enfants sur une pédagogie autour de la biodiversité.

–Les masses sont accidentés, décalées d’un niveau a un autre, permettant de capter le soleil et d’avoir des cours de récréations en plusieurs niveaux, ces cours sont reliés par des promenades architecturales (les rampes) qui facilitent la circulation notamment pour les personnes à mobilité réduite.

La volonté de marquer ces lignes dans le site comme pour reconstituer un paysage de restanques.

La forte pente de la rue est utilisée pour faire des entrées à différents niveaux pour le primaire, le préscolaire, le CEM, la livraison pour la cuisine et la bibliothèque, et l’administration, simplifiant les flux internes du groupe scolaire et facilitant la collecte des enfants à l’extérieure.

Un mail piéton autour de l’équipement pour limiter la circulation mécanique

Notre parcelle est entourée d’arbres, délimitant la cour de récréation et le mail piéton ouest

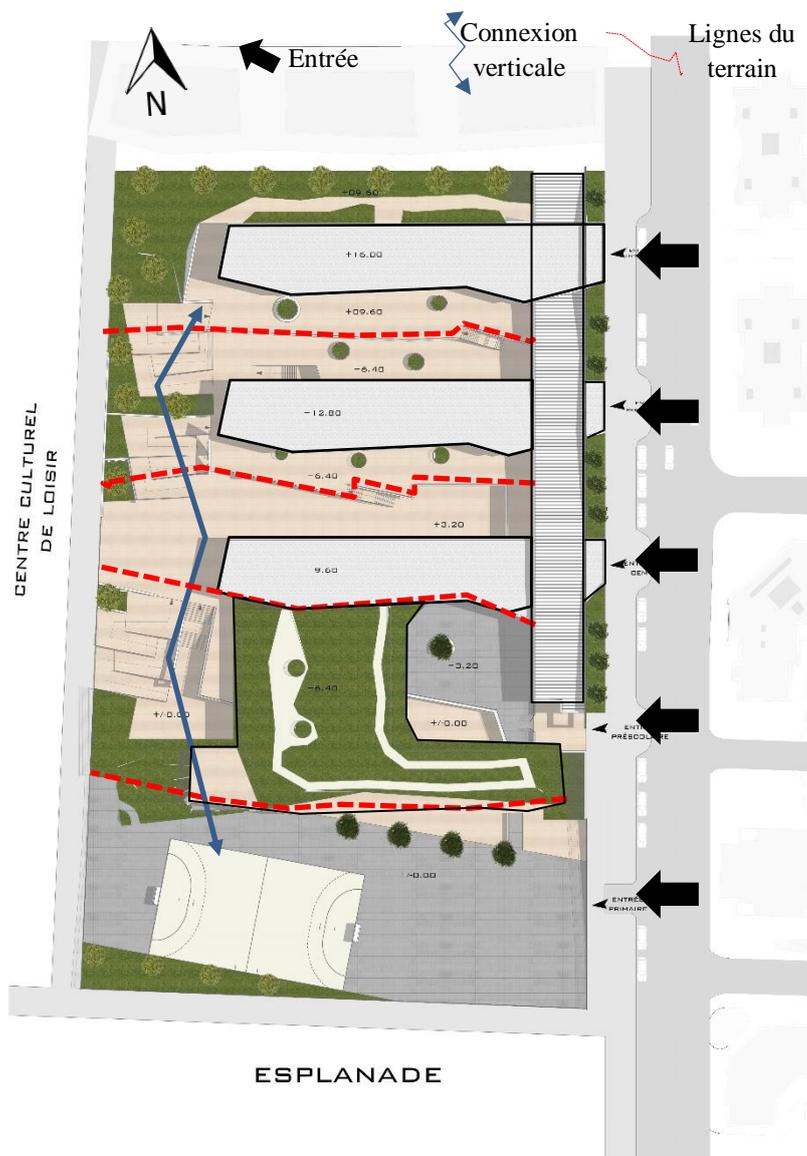


Figure 15: Plan de masse du groupe scolaire  
Source : auteur

## 2.3 Le fonctionnement général du groupe scolaire

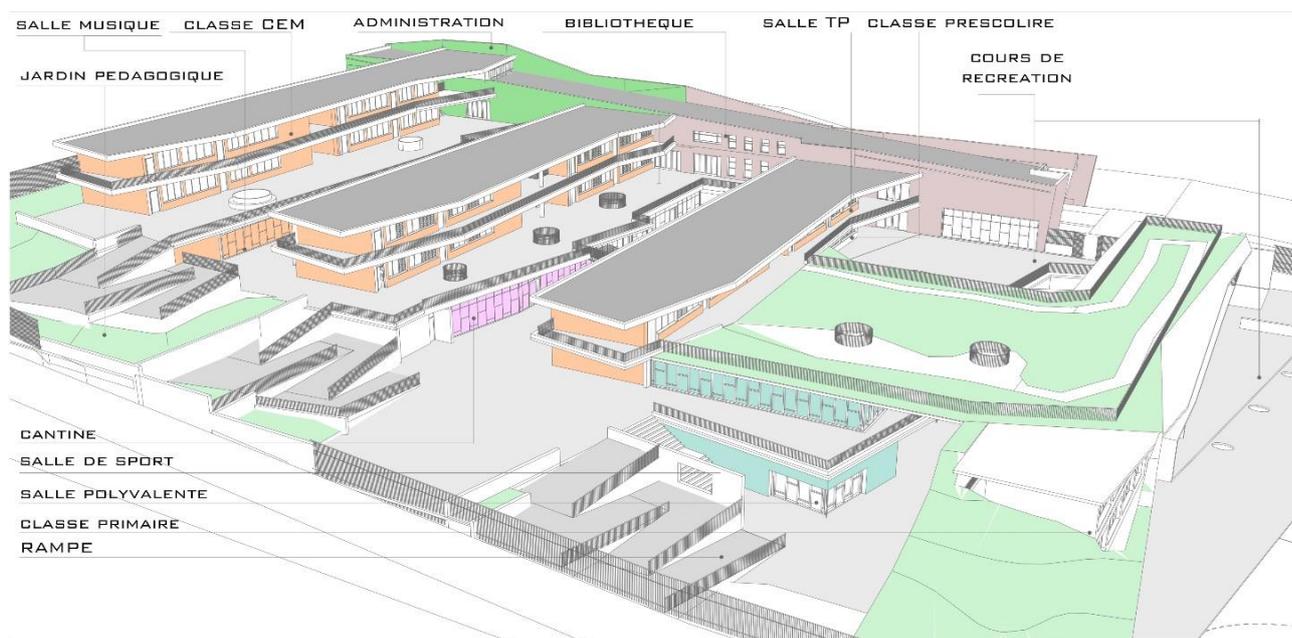


Figure 16: le fonctionnement du groupe scolaire  
source : auteur

La volonté était de construire un pôle éducatif regroupant dix classes de primaire, dix-huit classes de collège et un préscolaire pour subvenir aux besoins des habitants de l'écoquartier, le projet s'implante sur un terrain en pente d'où vient la volonté de marquer les courbes de niveau dans le site comme pour reconstituer un paysage de restanques. Les trois niveaux s'organisent sur un même principe. Les salles de classe bénéficient de l'orientation et de la vue bilatérale, alignées en batterie le long de la façade sud, les espaces en commun tels que « l'administration, la bibliothèque, la salle de sports et le réfectoire » se trouvent dans les volumes de jonction pour permettre d'avoir un accès direct et facile depuis les différents niveaux du bâtiment, la bibliothèque et l'administration se trouvent sur la façade principale et bénéficient des entrées pour les personnels et la livraison, une salle de lecture en deux niveaux ouverts l'une sur l'autre en mezzanine, la cuisine et la salle de sports, situé en dépression au cœur du bâtiment, mais avec un accès direct aux fournitures.

La forme du bâtiment représente le parcours de croissance d'un enfant et son évolution d'un niveau à l'autre. Les fonctions principales sont organisées selon le parcours approprié à l'âge. Le début du chemin est un bloc servant au préscolaire et le primaire. Les blocs suivants concernent le CEM dans les étages, une série de jardins pédagogiques s'interposent sur la rampe en descendant de haut vers le bas sur le toit avec des plantes de types divers, non seulement pour stimuler l'intérêt des élèves à la biologie, mais peut également être considérée comme une solution efficace pour l'isolation thermique et le filtre à air.

**La circulation horizontale :** On a essayé d’assurer la circulation horizontale par des passages souvent sous forme de coursives linéaires. Ces coursives permettent aux élèves une bonne orientation et distribution facile aux salles de classe et les autres espaces. Ils constituent des ambiances spatiales déférentes (hall d’entrée, espaces verts, passages couverts).

**La circulation verticale :** Cette circulation est assurée par des escaliers. Les cages des escaliers sont réparties d’une manière harmonieuse (Centre ou extrémité de chaque bloc) afin de bien évacuer les flux. On a bien articulé les cages d’escalier avec les coursives d’une part. D’autre part une rampe sous forme de balade permet d’articuler tous les blocs pédagogiques et assure au même temps un déplacement facile et sécurisé aux élèves.

## 2.4 La façade

**Façade est :** notre bâtiment se caractérise par une façade éclatante qui crée une harmonie avec la topographie du site, un panneau libre détaché du volume s’étend sur le long de la façade –dessine une ligne sinueuse exprimant la progression du développement de l’élève de la maternelle jusqu’à l’adolescence ,ainsi qu’une transcription matérielle des forces du site ; trois volumes ressortent de ce panneau, chaque volume marque une entrée, ces volumes révèlent le module de base de la démarche géométrique basique et le panneau libre est inscrit dans la démarche de la transformation géométrique.

**La façade ouest :** exprime la réintégration verticale à travers des parcours pluridirectionnels suivant des lignes brisées et non plus des angles droits dessinés à l’équerre, on a fractionné le volume en différents plans et on les a assemblés d’une façon quadridimensionnelle, la façade disparaît, toute distinction entre l’espace intérieur et extérieur est annulée.

**Façade sud :** une bande sous forme de ruban descend de la toiture se tourne et se déhanche jusqu’au sol, renforce l’intégration du volume avec le terrain, couvert par une

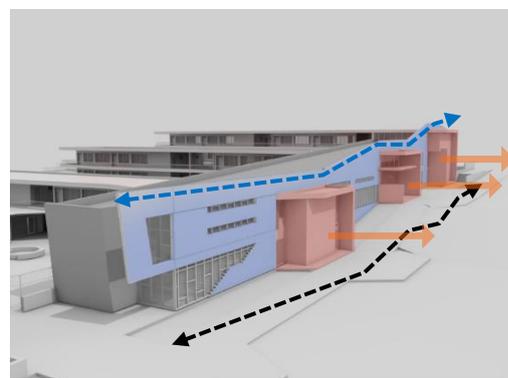


Figure 17: vue sur la façade est du projet  
Source : auteur

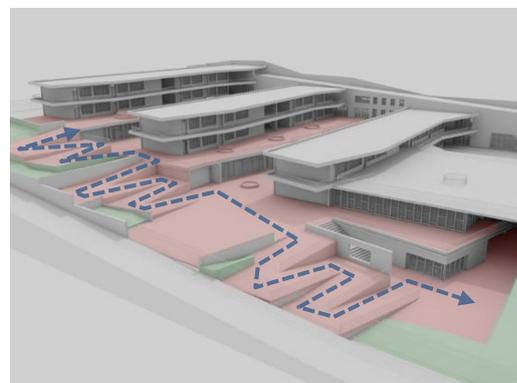


Figure 18:vue sur la façade ouest du projet  
Source : auteur

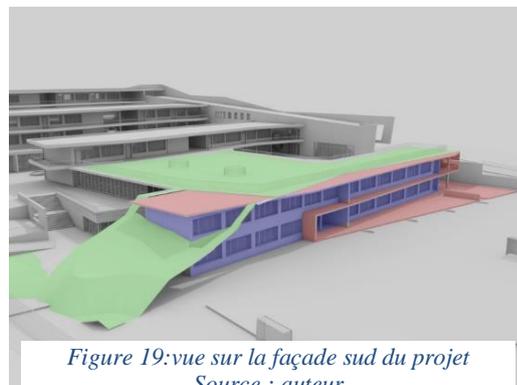


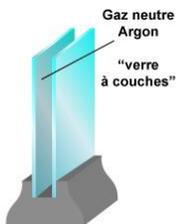
Figure 19:vue sur la façade sud du projet  
Source : auteur

toiture végétalisée qui sert à confondre le bâtiment avec le sol ; des fenêtres en bandes offrent une vue sur l’esplanade et la ville avec une dimension adaptée pour capter le maximum des rayons solaires toute en les protégeant par des auvents qui minimisent la tache solaire sur la zone proche de la fenêtre et réduit l’éblouissement.

## 2.5 Le system constructif

### 2.5.1 Les matériaux de construction

Tableau 1: les matériaux de construction  
Source : auteur

Matériaux	Caractéristiques	Application	Illustration
Brique monomur	-Non porteur -Isolation $R = 2.6 \text{ m}^2 \text{ q/w}$ - <b>L’hygiène</b> : ce matériau permet une construction saine. En vous passant d’isolants et de Placoplatre, vous limitez les risques de moisissures et la présence d’éléments nocifs.	Appliqué sur tous les murs extérieurs du projet	
Panneau polyuréthane	Isolation : $\lambda : 0,023 \text{ W/mK}$ Facilité de la mise en œuvre	Appliqué sur les murs extérieur sur la face intérieur.	
Les fenêtres	Le coefficient thermique de l’argon est de $0,017 \text{ W/(m.K)}$ , ce qui veut dire que l’argon est moins conducteur que l’air $0,023 \text{ W/(m.K)}$ . Il constitue une barrière thermique plus efficace.	Toutes les fenêtre du projet	
Façade ventilée	-Économies d’énergie -Isolation acoustique -Isolation thermique -évite les ponts thermiques et la condensation	La façade est du projet	

## 2.5.2 La structure

Le bâtiment repose sur deux types de structure :

**Structure en béton armée** : ce sont des éléments capables de composer le squelette des bâtiments et d'assurer la stabilité de la structure face aux diverses sollicitations que peuvent subir les bâtiments. On distingue des éléments linéaires (poteaux, poutres) et un élément surfacique (la dalle pleine).

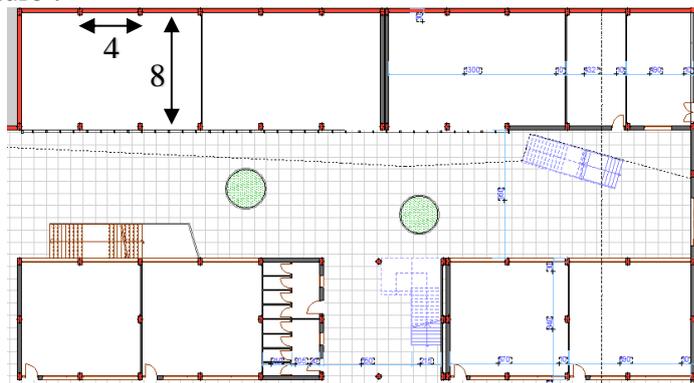


Figure 20: structure en béton armée du projet  
Source : auteur

**-Les poteaux** : sur la base de notre conception architecturale et pour des raisons fonctionnelles, une trame rectangulaire s'impose au projet d'une portée de 8x4 m (entre axes) avec des poteaux rectangulaires de 30x50 cm.

**-Le voile périphérique** : il est prévu pour stabiliser les parois des sous-sols, il joue le rôle de résister aux efforts latéraux du sol et d'empêcher l'éboulement de la terre.

**Structure métallique** : pour les parties où nous avons de grands portés 9m et plus (la salle de sport, l'administration et la bibliothèque), le bâtiment est supporté sur une structure en charpente métallique qui se compose de poutres en membrures parallèles et des poteaux en « IPE » et un plancher mixte ou une toiture végétale.

**Les Joints** : Nous avons réalisé des joints de dilatation dans les mêmes blocs ou entre les blocs ce qui permettent de le soigner aux variations de température, au retrait et fluage du béton et aux tassements du terrain.

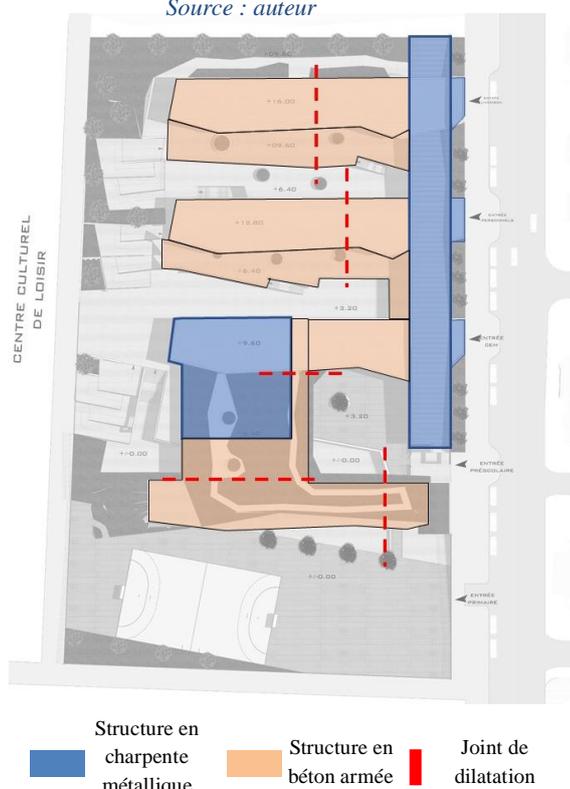


Figure 21: schéma de types de structure appliquées au projet  
Source : auteur

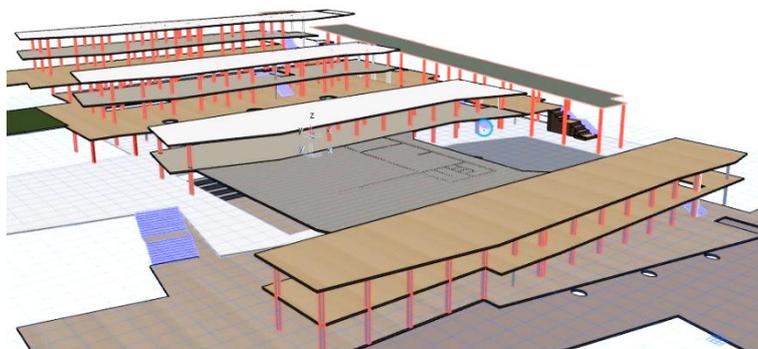


Figure 22: Model 3D de la structure du projet  
Source : auteur

### 2.5.3 La composition des murs et des planchers

Tableau 2: la composition des murs et des planchers appliqués au projet

Source : auteur

Structure	Application	Composants	Détail	
Le béton armé	Les blocs pédagogiques	Finition carrelage		
		Shape		
		Dalle pleine		
		Isolation panneau polyuréthane		
		Brique monomur		
		Finition plâtre		
Charpente métallique	La salle de sport Bloc d'administration et la bibliothèque	Etanchéité		
		Shape en béton		
		Dalle de compression		
		Chêneau en tôle pliée		
		Panne IPE 120		
		Membrure en treillis		
	Salle de sport		Herbe	
			Terre	
			Couche filtrante	
			Couche drainage	
			Protection mécanique	
			Etanchéité	
Isolation				
Pare vapeur				
Béton				
Chêneau en tôle pliée				
Panne IPE 120				
Membrure en treillis				

### 3 Evaluation environnemental de l'écoquartier

#### 3.1 La mobilité

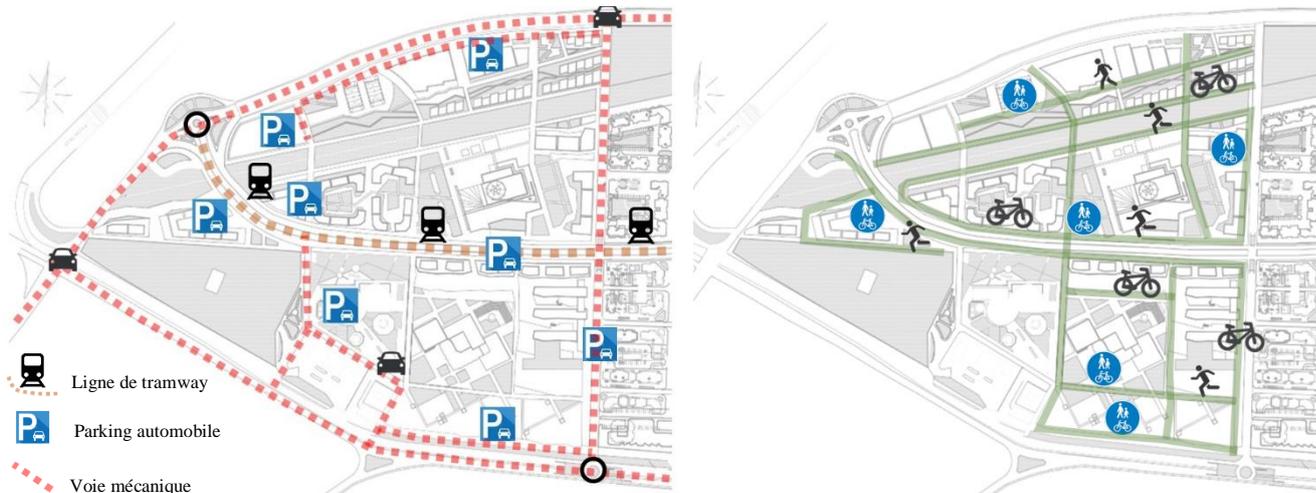


Figure 23: la mobilité dans l'écoquartier  
source : auteur

Transport en commun : la projection d'un system de transport doux (tramway) rend le system de transport plus attractif et facilite la connexion de l'écoquartier avec la ville de Berrouaghia.

Les cheminements internes du quartier sont dédiés prioritairement aux piétons et cyclistes pour encourager les déplacements des cyclistes, des lieux de stationnements confortables et sécurisés pour les vélos sont installés.

L'offre en stationnement automobile s'effectue plutôt à la périphérie du quartier, de préférences regroupées et en ouvrage (parking) tout en préservant un stationnement de proximité pour les équipements et pour l'habitat semi collectif, pour l'habitat collectif le stationnement s'effectue au niveau des sous-sol.



Figure 25: parking à vélo  
Source : Guide HQE



Figure 24: parking à étage  
Source : Guide HQE

### 3.2 Mixité fonctionnelle

La mixité fonctionnelle dans notre écoquartier est assurée par l'insertion des équipements de proximité et l'habitat dans le but de réduire les déplacements, et par la diversité des types d'habitats proposés (habitat collectif, habitat intégré, habitat semi-collectif).

La mixité fonctionnelle existe aussi au niveau du bâtiment lui-même comme dans les habitats collectifs le RDC commerce et le 1er étage de service.



Figure 26: La mixité fonctionnelle dans l'écoquartier  
Source : auteur

### 3.3 La gestion des déchets

Les déchets sont déposés dans des bornes distinctes (tri sélectif) situées à l'intérieur ou à proximité des bâtiments, le long des voies piétonnes, mécaniques les places de détente et même au sein des équipements.

Prévoir des points de ramassage des déchets d'exploitation sur la voirie (trottoir), à proximité et accessible directement par des services de collecte.

Les déchets organiques sont transportés vers la bande boisée pour les utiliser comme compostes.

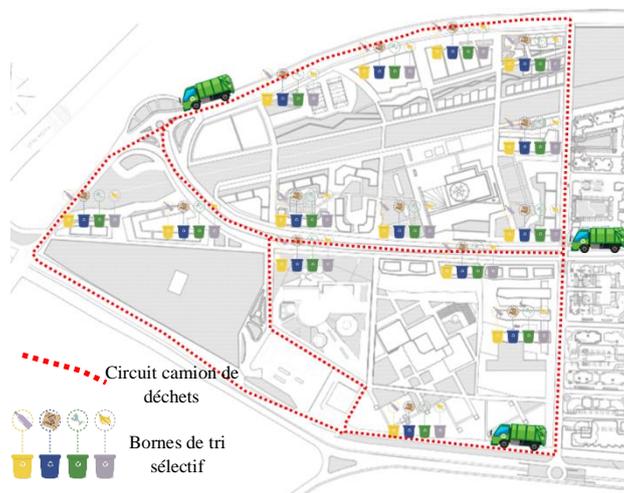


Figure 27: schéma de la gestion des déchets dans l'écoquartier  
Source : auteur



Figure 28: machine de compostage  
Source : auteur



Figure 29: les bornes de tri sélectif  
Source : auteur

### 3.4 La gestion des eaux

Le sol des parcours piétons est caractérisé par un pavé perméable qui limite l'écoulement de l'eau sur la surface du sol.

La direction des conduites des eaux pluviales suit la direction de la pente.

Les points de recueil des eaux pluviales sont placés au long des parcours piétonniers (en pente) pour éviter le rassemblement de l'eau dans le cas de son écoulement sur la surface.

Le jardin au centre de l'écoquartier permet l'absorption de l'eau du sol.

Un réseau de noues et de bassins crée sur ensemble du quartier permet d'infiltrer le reste des eaux de pluie, il longe les voiries et s'étend jusqu'aux jardins filtrants.

La gestion des eaux usées : se fait par : un réseau séparatif permettant de gérer des manières différentes les différents flux : eau de pluie, eau grisée, eaux noires.

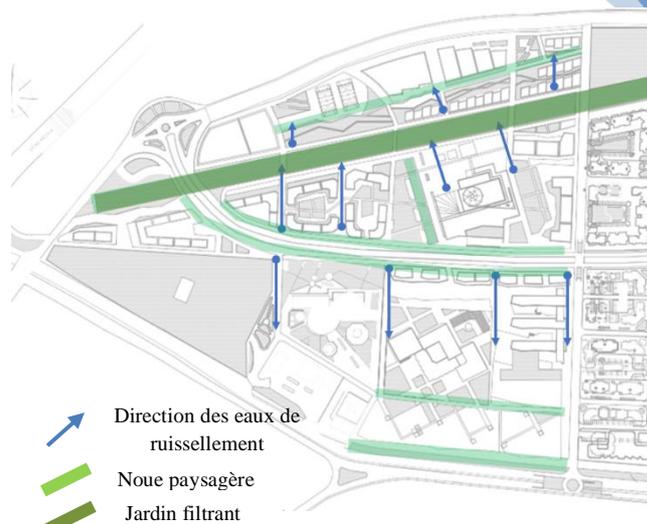


Figure 30: schéma de la gestion des eaux dans l'écoquartier  
Source : auteur

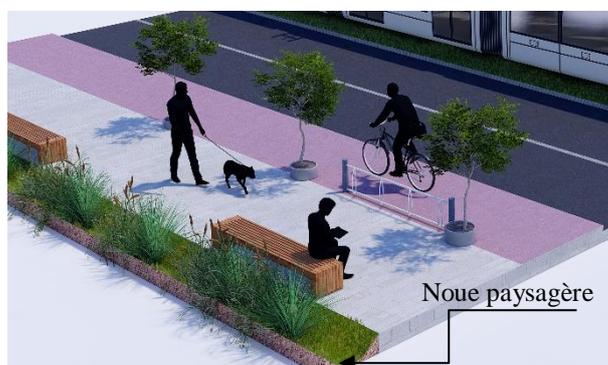


Figure 31: Noue paysagère sur les voies piétonnes  
Source : auteur



Figure 32: jardin filtrant  
Source : auteur

### 3.5 La végétation

Nous avons opté à préserver la typologie d'arbres existantes sur le site et de la densifier

La barrière végétale en arbres persistantes dans la bande boisé présente un obstacle contre les vents, ralentissent la vitesse du vent froid.

Et aussi présente un obstacle contre les nuisances sonores venant de la route nationale N18.

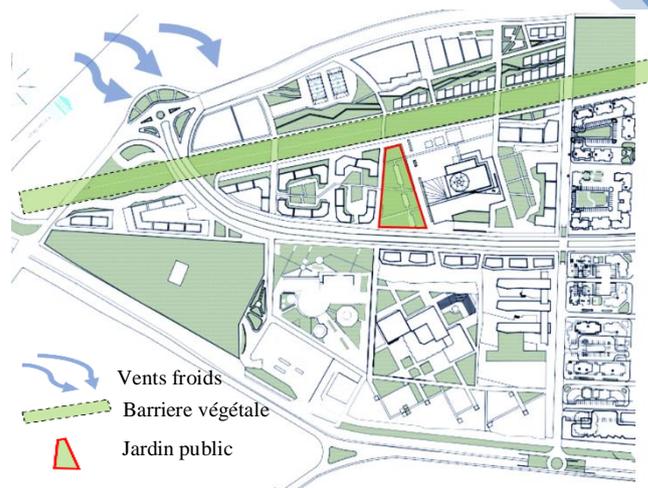


Figure 33: schéma de la couverture végétale dans l'écoquartier  
Source : auteur

Le jardin au cœur de l'écoquartier, est l'espace de détente et de rencontre au service des habitants de l'écoquartier et les habitants de la ville.

La création de cette espace est suite au manque d'espaces communautaire dans la ville. Cette espace a pour rôle de réduire les nuisances sonores, car la végétation présente un obstacle aux bruits.

#### La typologie des arbres utilisés dans l'aménagement

Dans le but de préserver la typologie d'arbres dans la ville de Berrouaghia, nous avons optée à densifier la couverture végétale déjà existante sur le site.



Figure 36: Pin d'Alep



Figure 35: eucalyptus



Figure 34: cyprès toujours vert

## 4 Evaluation environnementale du groupe scolaire

### 4.1 Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat

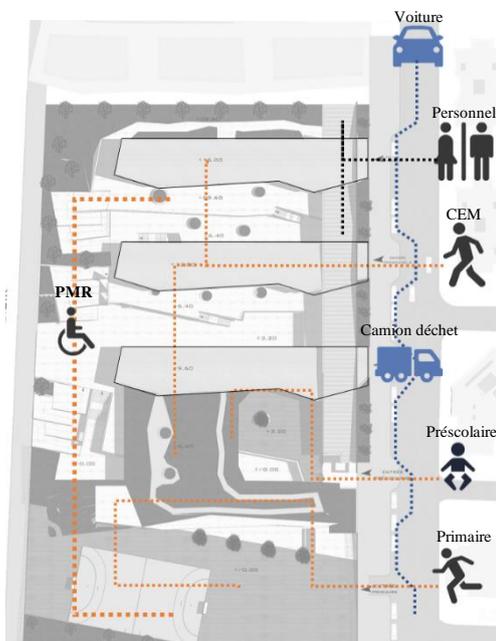


Figure 38: schéma de circulation dans le groupe scolaire  
Source : auteur



Figure 37: les fonctions du groupe scolaire  
Source : auteur

L'insertion du bâtiment dans son environnement est assurée par la communication du projet avec son quartier et avec son environnement naturel à travers :

- Une meilleure gestion de flux : à travers a création de plusieurs accès à travers tous les circuits du groupe scolaire, ce qui facilite la circulation pour les élèves et les personnels notamment pour les personnes à mobilité réduite.
- La création d'un environnement pédagogique sportif et ludique qui offre une mixité fonctionnelle à l'échelle de la parcelle et assure l'accès à la salle de sports et la bibliothèque pendant les vacances, pour que notre établissement ne soit pas « dans le » quartier, mais « du » quartier.
- Un campus pinède offrant des vues à travers la gradation du bâtiment qui offre une continuité visuelle entre les différents niveaux.

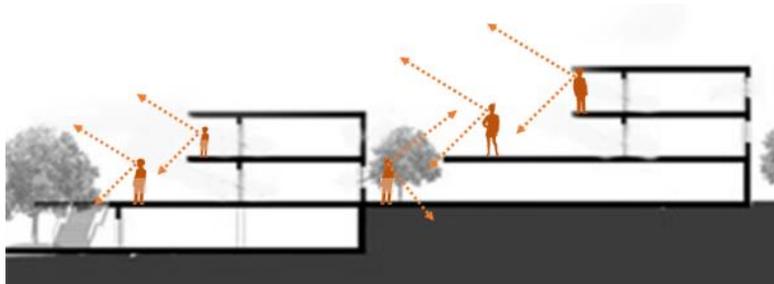


Figure 39: variété des vues au groupe scolaire  
Source : auteur

## - Gestion des eaux

**Favoriser l'infiltration de l'eau pluviale** sur la parcelle en profitant de la pente par la mise en place de surfaces perméables (la toiture végétale, le pavé, les jardins pédagogiques).

**Gestions des eaux de ruissellement** : gérer les eaux ayant ruisselé de la toiture vers les cours de récréation et puis vers les jardins filtrants à travers des surfaces non perméables.

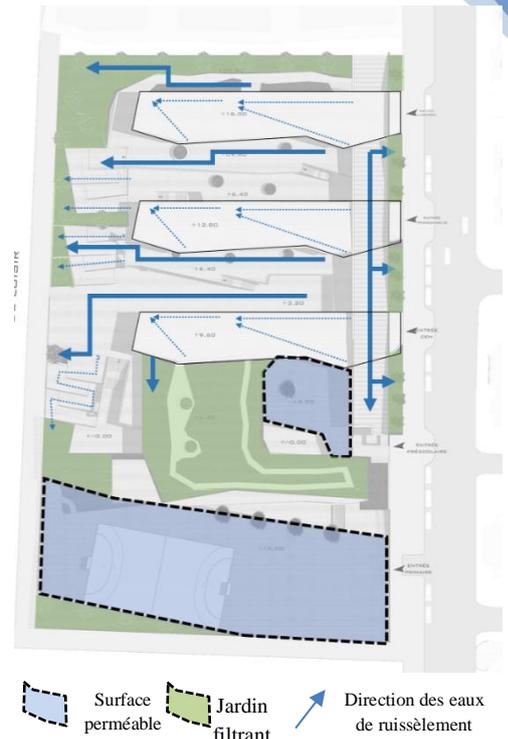


Figure 40: gestion des eaux dans le groupe scolaire  
Source : auteur

## 4.2 Gestion des déchets

La mise en œuvre d'un system de tri sélectif dans les cours de récréation et les différentes espaces, tous les déchets sont dirigés vers le locale poubelle et puis vers le camion de ramassage.

## 4.3 Confort acoustique

La voie mécanique du coté est du projet provoque une nuisance sonore, pour cela nous avons pensés a éloigné les blocs pédagogiques par un recule de 16 m, et prévoir un masque acoustique par le bloc qui comporte la bibliothèque et l'administration, et la végétation sur le long de la façade est.



Figure 41: pavé perméable Source : <https://paysagesrodier.com/blogue/2014/07/04/les-paves-permeables/>



Figure 42: gestion des déchets dans le groupe scolaire  
Source : auteur

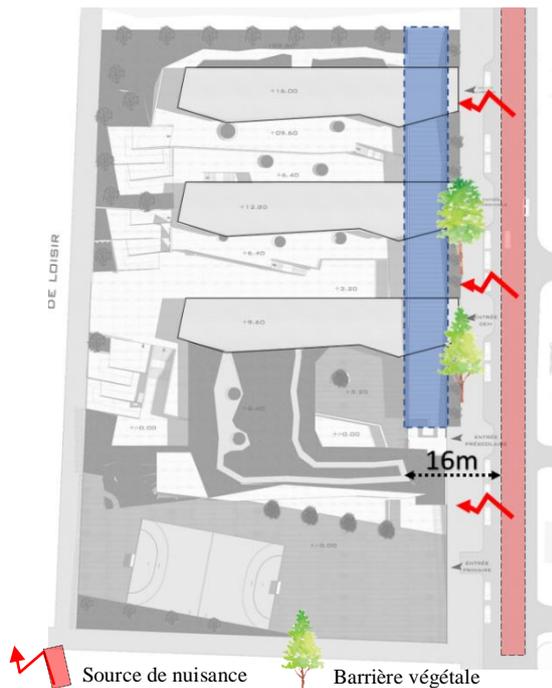


Figure 43: confort acoustique au groupe scolaire  
Source : auteur

#### 4.4 Confort hygrothermique et confort visuel

Les vents chauds du sud sont rafraîchis par la couverture végétale (arbres et toiture végétalisée) et puis dirigés vers les espaces pour subvenir aux besoins de la ventilation naturelle transversale.

Nous avons soigné la volumétrie du bâtiment en gradins pour permettre d'améliorer leur accès au soleil et à la lumière, également pour devillers les vents forts.

Les auvents permettent de capter les rayons du soleil pendant l'hivers et de se protéger de ces rayons pendant l'été.

Les ouvertures bilatérales permettent d'effectuer la ventilation transversale, et aussi d'avoir un bon éclairage dans les salles de classe.

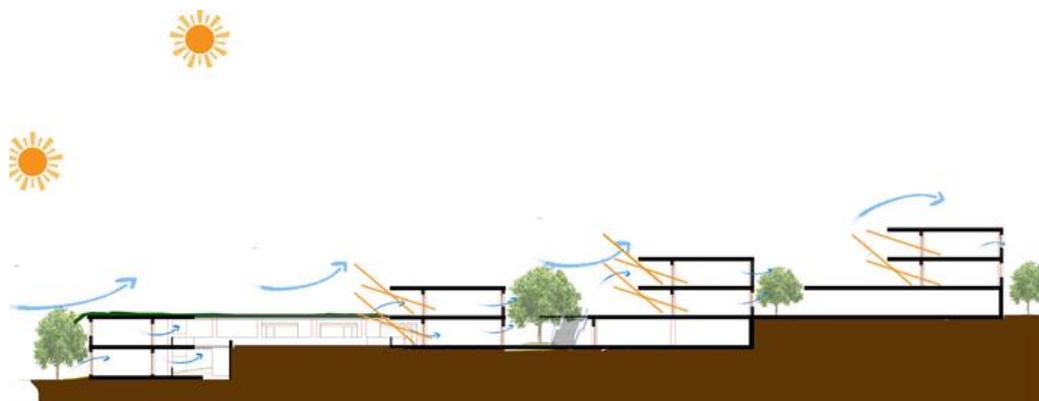


Figure 44: stratégie de la ventilation et l'éclairage naturel  
Source : auteur

## Conclusion

Notre écoquartier est implanté dans une nouvelle extension urbaine, dense, nous l'avons considéré comme une zone multifonctionnelle, le POS sur lequel s'inscrit notre terrain est réglementé par des instructions qu'on a pris en charge lors de la conception de notre projet, par ailleurs, nous avons pensé à minimiser l'impact de cet aménagement sur l'environnement à travers l'application des notions du développement durable.

L'établissement scolaire n'est plus perçu comme un simple ensemble de bâtiments juxtaposés, et typiques ayant pour seul rôle d'abriter les activités de transmission des connaissances et du savoir, mais plutôt un cadre de vie, de rayonnement culturel et d'éducation. Son architecture est un élément de la pédagogie, elle est pour l'élève un référent qui le marque pour toute sa vie, il s'identifie souvent à cet espace qui lui est familier. C'est dans ce sens qu'ont intégré des concepts architecturaux pour bien mener le projet, et pour l'intégrer dans son contexte, en appliquant aussi les cibles de la haute qualité environnementale HQE, et des nouvelles techniques dans le processus de conception.

**CHAPITRE VII :**  
**SIMULATION DE L'ECLAIRAGE NATUREL**

### Introduction

Le confort visuel est assuré lorsque la quantité d'éclairement qui présente dans un espace est suffisante pour accomplir une tâche déterminée sans avoir de gêne pour l'œil humain. Cette gêne peut être le résultat d'un niveau d'éclairement qui n'est pas adapté à la tâche, de l'éblouissement ou d'une composition d'une lumière qui n'est pas compatible avec le niveau d'éclairement et l'activité.

Afin de répondre aux exigences du confort visuel, l'architecte au cours de sa conception, essaye de capter le maximum de lumière à travers le choix de l'orientation de la fenêtre, sa configuration, sa dimension, sa hauteur, la nature du vitrage...etc. Cette stratégie ne peut être vérifiée qu'avec l'utilisation d'outils informatiques qui sont spécialisés en éclairage. Ces outils permettent d'étudier le comportement de la lumière dans l'espace architectural à plusieurs heures et moments de l'année, de faire une étude quantitative, qui permet de connaître le niveau d'éclairement et de luminance dans chaque point du local comme ils permettent aussi de faire une étude qualitative.

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

### 1 Présentation Du Logiciel

Le logiciel DIALUX evo, programme d'éclairage naturel créé par la société DIAL GmbH qui existe depuis 1989, logiciel leader mondial pour la planification, le calcul et la visualisation de l'éclairage intérieur et extérieur. Avec ce logiciel gratuit, on peut 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, disponible en 25 langues DIALux fait l'objet d'un développement continu et répond aux exigences de la conception d'éclairage moderne et du calcul d'éclairage. On peut 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. (1)



*Figure 1 : Logo du logiciel dialux  
Source: auteur*

## 2 Protocole de simulation

Dans ce travail nous allons faire des simulations de l'éclairage naturel dans une salle de classe afin de déterminer la meilleure taille et disposition d'ouverture dans cette salle et déterminait l'éclairement moyen des classes et évaluer le confort visuel et cela avec le logiciel dialux evo .

### 2.1 Présentation du cas d'étude



Figure 2 : disposition des salles a simuler  
Source : hauteur

Dans notre cas d'étude y a une salle de classe à simuler, vu qu'ils ont les mêmes propriétés, géométrie et orientation.

Cette simulation se fera selon un certain nombre de paramètres fixe dont :

1. L'orientation des classes qui est fixe (NORD-SUD)
2. Ouverture bilatérale
3. Salle de classe de  $870 \times 840 \times 300$  cm<sup>3</sup>
4. Auvent de 2m fixe (espace de circulation)

Les scénarios de la simulation sont pris 3 heures différentes pour représenter une journée .

3 dates différentes pour représenter les saisons.

A 9h le moment du jour où le soleil commence à emmètre les premiers rayons directs efficaces. , 11h et

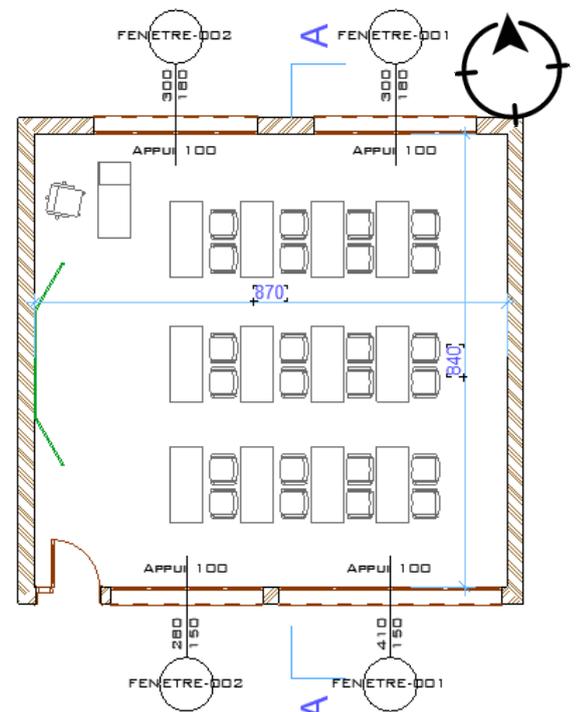


Figure 3 : géométrie de la salle de classe  
Source : auteur

## CHAPITRE VII : SIMULATION DE L'ÉCLAIRAGE NATUREL

15 h les moments où les salles de cours sont occupé et suivant des saisons déférentes : hiver 21 décembre (ciel couvert), été 31 mai (ciel dégagé ) et printemps 21 mars (ciel intermédiaire).

Le jour le plus éclairé qui fait partie de l'année scolaire. Le jour le moins éclairé et qui partit de l'année scolaire.

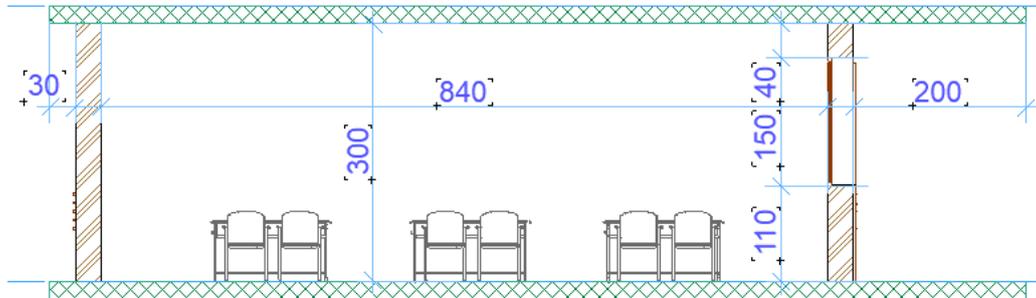


Figure 4: coupe géométrique de la salle de cours  
Source: hauteur

### 2.2 Caractéristique du cas d'étude

Tableau 1 : la variante environnementale  
source : auteur

<b>Localisation</b>	Berrouaghia , Algérie(36° 40' nord, 2° 55' est )
<b>Type de la zone</b>	Urbaine
<b>Type du ciel</b>	Ciel intermédiaire
<b>Site</b>	Dégagé
<b>Type d'équipement</b>	Groupe scolaire

Tableau 2 : variante de choix des matériaux  
source : graphisoft archicad 22

	Matériaux	Couleur	Texture	Réflexion	Transmission
<b>Mur</b>	Brique silico-calcaire	Blanc brillant	Lisse	85%	/
<b>Plafond</b>	Béton armé	Blanc brillant	Lisse	85%	/
<b>Sol</b>	Carrelage blanc	/	/	80%	/
<b>Menuiserie</b>	PVC	Maron	Lisse	/	/
<b>Vitrage</b>	Simple vitrage	Transparent	Lisse	06%	90%
<b>Tables</b>	Bois pin granuleux	Maron	Lisse	54%	/

Pourcentage de fenêtre 30% par rapport a la façade sud

Jambage de 20 cm sur la façade nord

Allège de 1 m

### 2.3 Présentation des cas de simulation et configuration

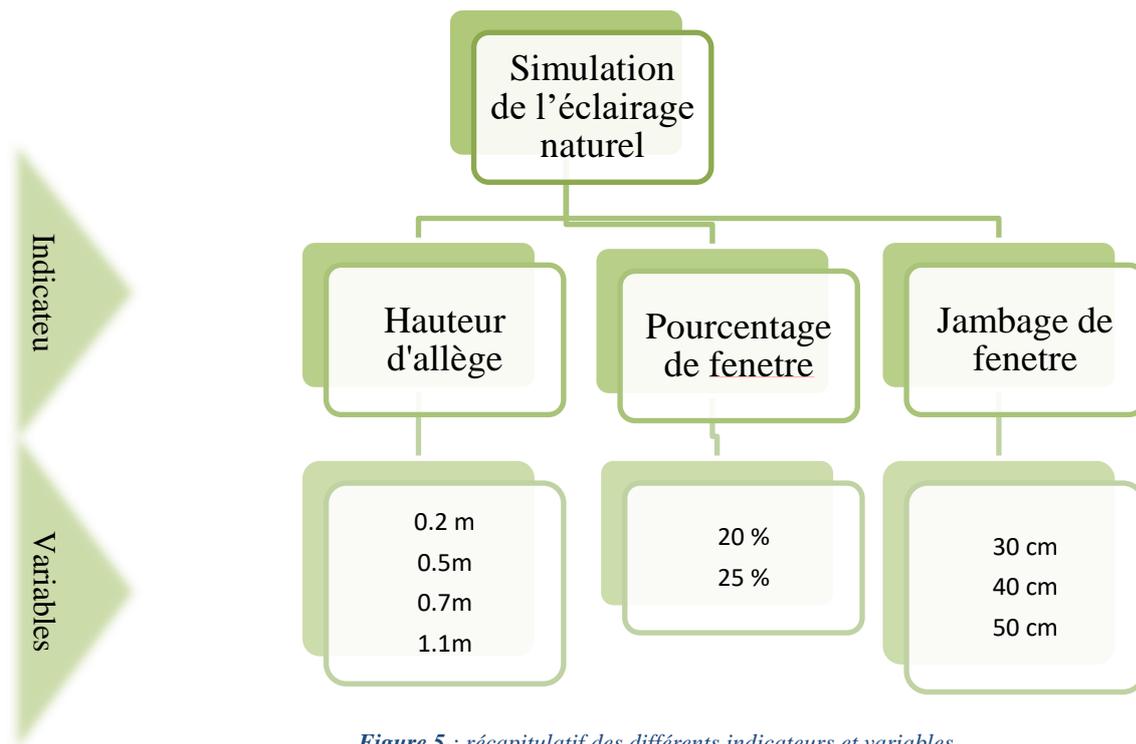


Figure 5 : récapitulatif des différents indicateurs et variables  
Source : auteur

Tableau 3 ; les différents cas de simulation et configuration  
Source: auteur

Cas	Configuration	Explication	Explication
1	Cas par défaut	C'est le cas par défaut ou la simulation se passe en situation normale.	Simuler et connaître les valeurs générales (éclairage) et les défauts qui y agissent (contraste et non-uniformité de la répartition lumineuse) pour indiquer le problème.
2	Hauteur d'allège	C'est le cas où on emploie le procédé pour une configuration extérieure entre 0,2 m à 1,1m du niveau du sol sur les 2 façades	Simulation des valeurs voulues, interprétation des résultats et comparaisons avec chaque cas équivalent et le cas par défaut pour vérifier si la configuration est mieux que les autres.
3	Jambage de fenêtre	C'est le cas où on emploie le procédé pour une configuration extérieure du jambage entre +30 cm à +50 cm du vitrage sur la façade nord	
4	Pourcentage de fenêtre sur	C'est le cas où on emploie le procédé pour un pourcentage de 20% , 25% de fenêtre de la façade sud	

### 2.4 Normes d'éclairage dans les salles de cours

Les niveaux d'éclairage recommandés selon le RGPT (Règlement General Pour La Protection Du Travail) et la norme NBN L 13-006 (Le Bureau De Normalisation (NBN) Est L'organisme Responsable De L'élaboration Et De La Vente Des Normes En Belgique. ) sont : Dans les salles de classe entre **300 et 700 lx** .

### 2.5 Présentation du plan de travail à simuler

L'échelle d'étude de notre simulation est : macro champ visuel

La zone de travail est l'espace où la tâche visuelle est exécutée quelle que soit sa position dans le local ou l'orientation de son plan visuel. Elle peut donc se trouver à n'importe quelle hauteur (le sol, la table par exemple) et dans un plan horizontal, vertical ou intermédiaire.

Dans notre cas, la figure ci-contre montre le plan de travail unitaire (le plan de travail total comporte 12 tables).

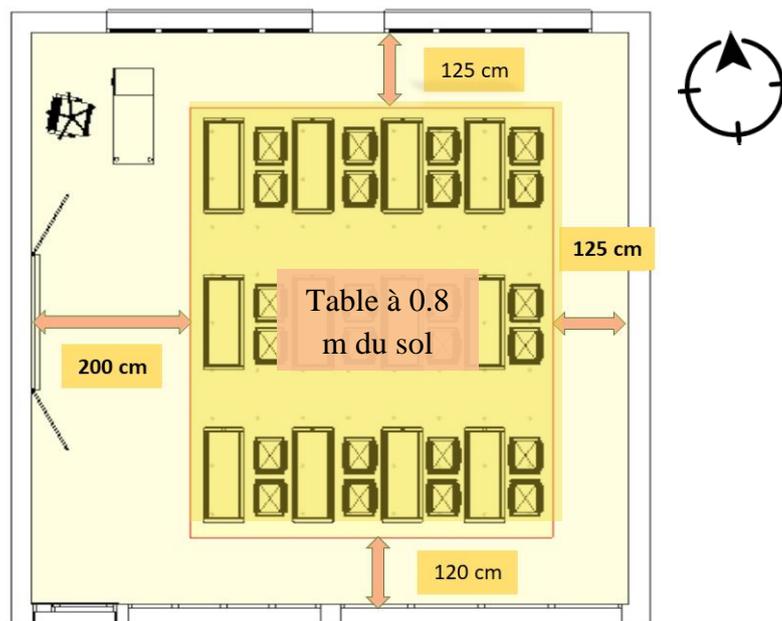


Figure 6 : Plan de travail a simulé  
Source : auteur

### 2.6 La méthode d'interprétation des résultats

En premier lieu on a donné 3 couleur différente aux 3 zone étudié ( $< 300$  bleu,  $300 \leq E \leq 700$ , jaune  $> 700$  rouge). Puis on a calculé la superficie de chaque zone et effectué son pourcentage par rapport à la zone de travail complète, exprimé par des histogrammes sachant que le plan de travail ( Figure6 ) présente 100% de la zone étudié .

A la fin On a établi une superposition des 3 moment choisit de la journée pour voir l'emplacement de la zone de confort, identifier si le problème est quantitatif ou qualitatif pour voir où et comment effectué notre intervention

2.7 Les étapes de simulation sur dialux evo

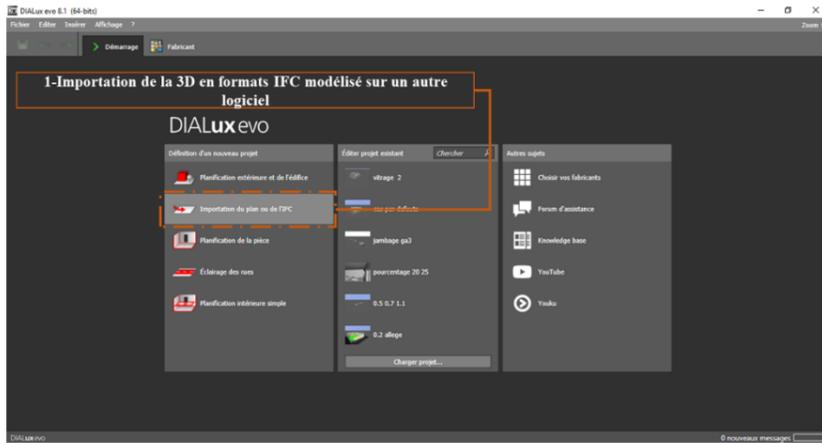


Figure 9 : Importation de la 3d sur dialux evo  
Source : DIALux evo

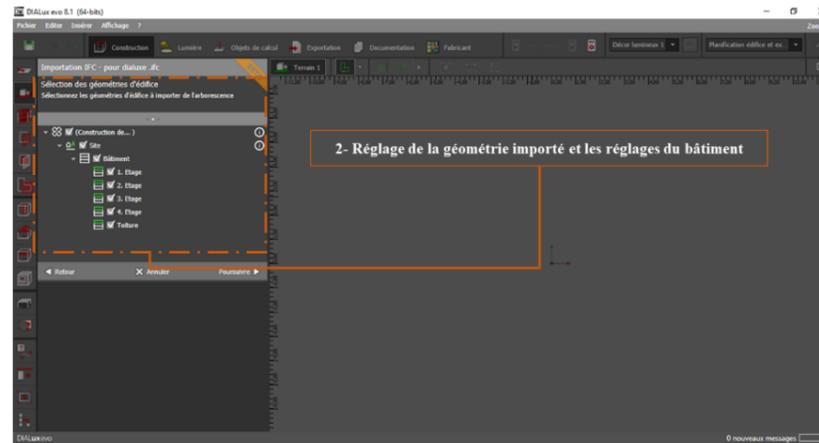


Figure 8 : Réglage de la géométrie importé  
Source : DIALux evo

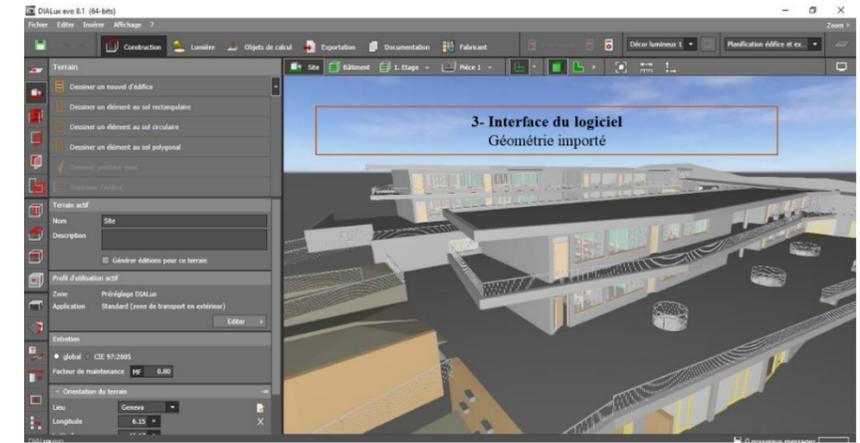


Figure 7: interface du logiciel  
Source : DIALux evo

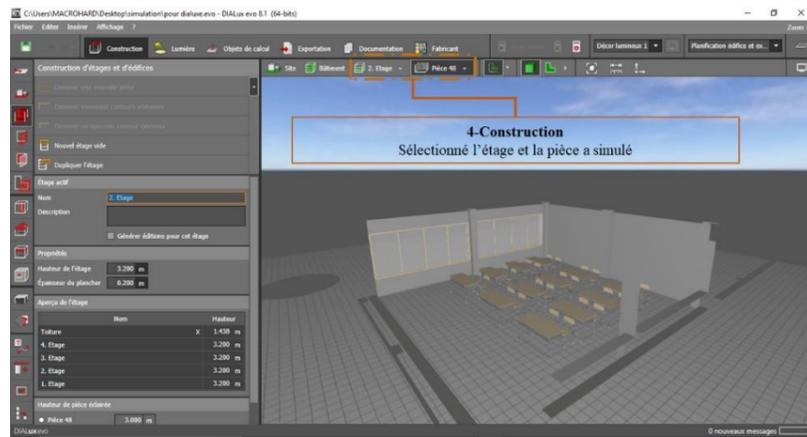


Figure 10 : Sélection de la pièce a simulé  
Source : DIALux evo

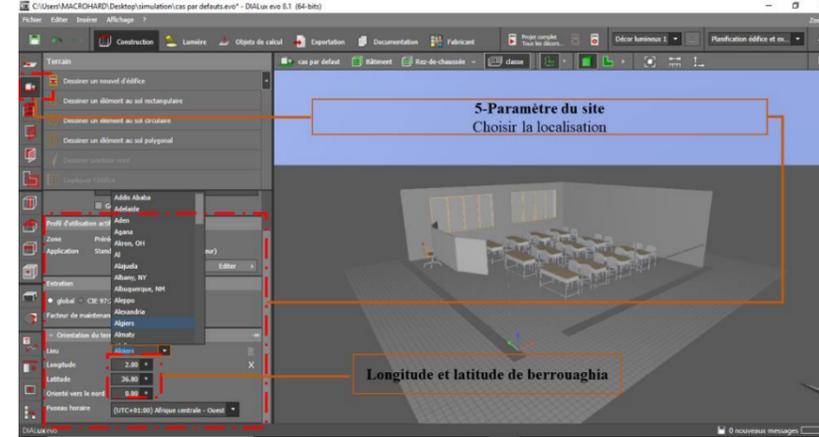


Figure 11 : Paramètre du site  
Source : DIALux evo

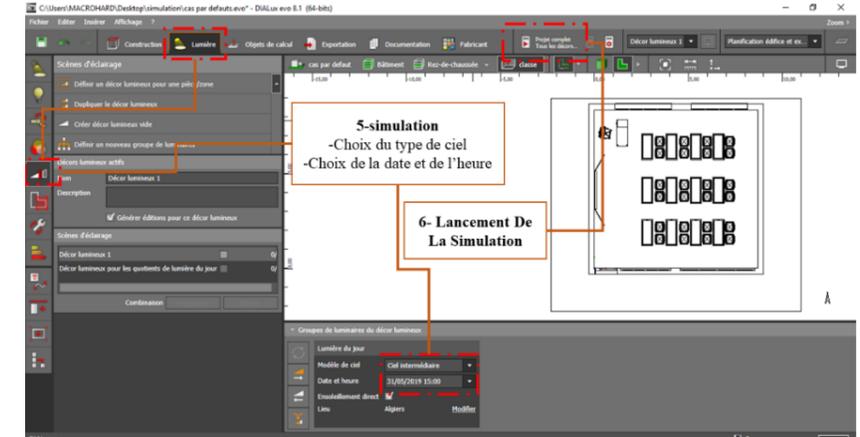


Figure 12 : Simulation  
Source : DIALux evo

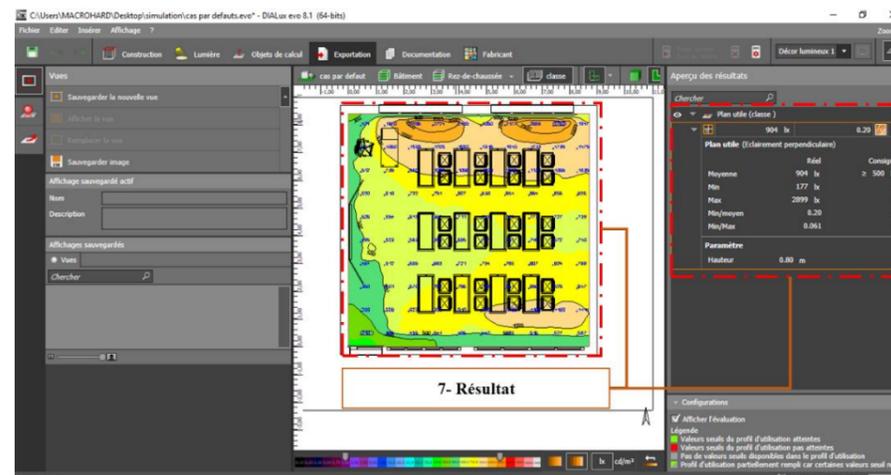
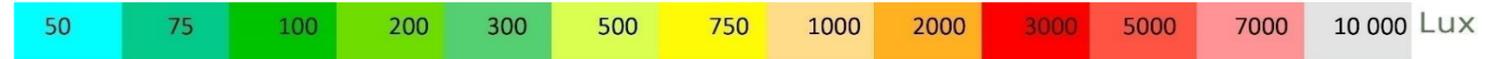


Figure 13: Résultat  
Source : DIALux evo

3 Résultat et interpretation CAS PAR DEFFAULTS



Le 21 Décembre

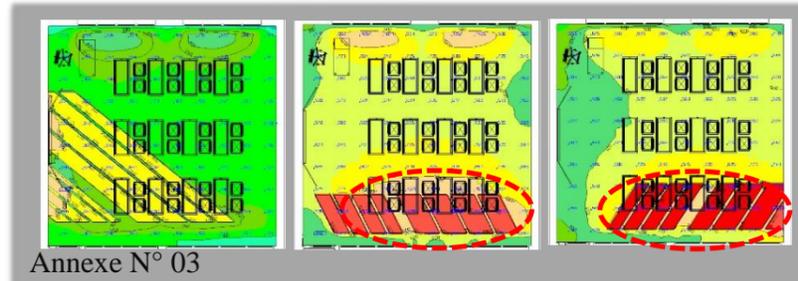


Figure 19 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (cas initiale)  
Source : auteur

Le 21 Mars

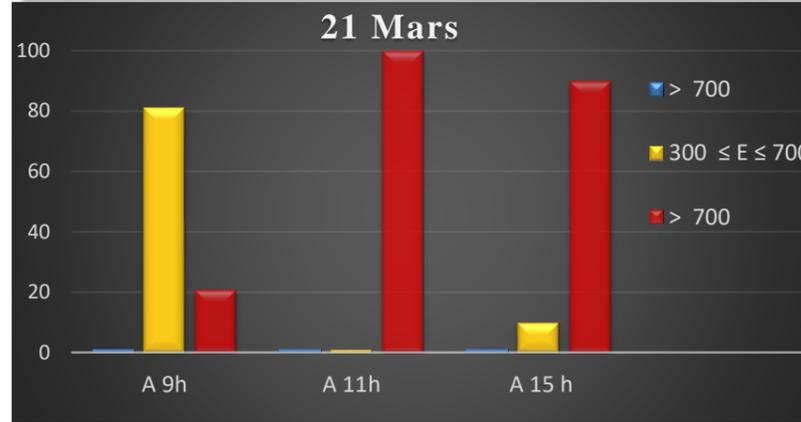
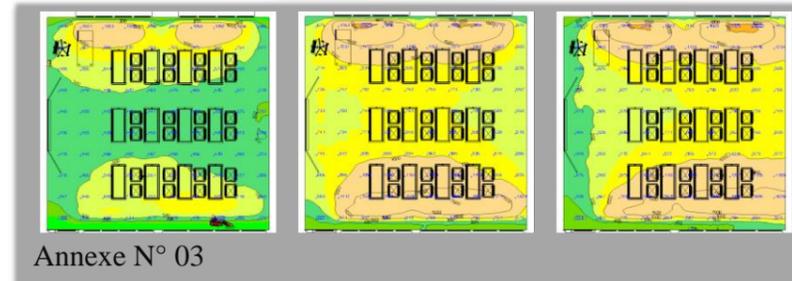


Figure 17 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (cas initiale)  
Source : auteur

Le 31 Mai

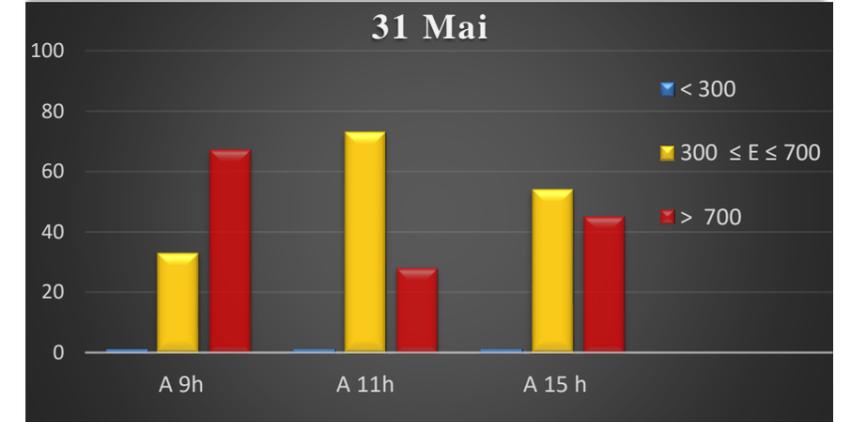
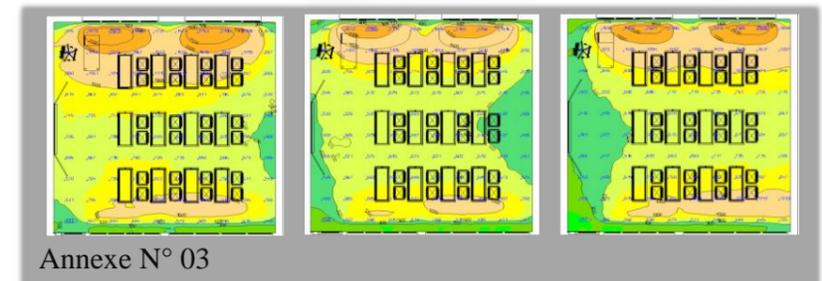
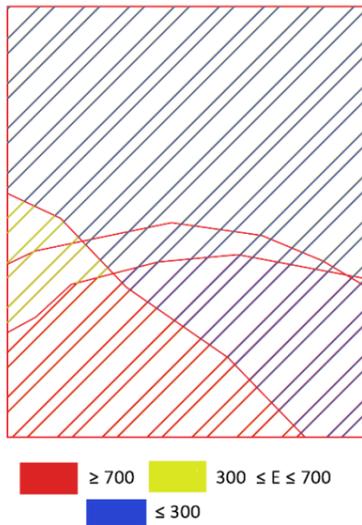
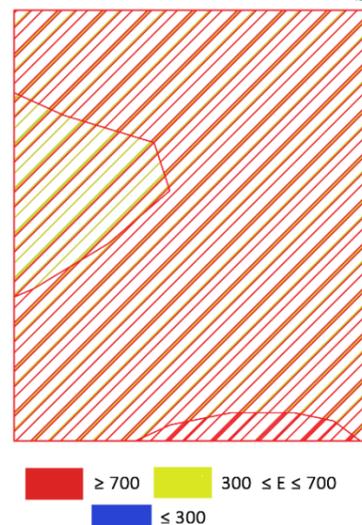


Figure 18: histogramme du confort au niveau des salles de classe (cas initiale)  
Source : auteur



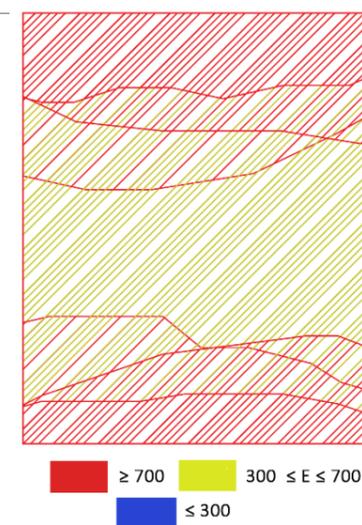
Pour ce cas on a obtenu les résultats suivantes :  
 A 9h un manque d'éclairément considérable, 75% de la zone est moins de 300 lux .  
 A 11h éblouissement de 40% qui touche la rangé sud (tache solaire)  
 A 15h le confort a augmenté à 65% mais l'éblouissement reste encore au sud .  
 L'intersection a donné qu'aucune zone est confortable tout au long de la journée avec 47% de confort journalier

Figure 16 : superposition des 3 zones sur le plan utile (cas initiale)  
Source : auteur



A 9h on a obtenu 80% de confort et 20% d'éblouissement.  
 A 11h le plan de travail est exposé au rayon solaire intense avec 100% de valeurs d'éclairément qui dépasse les 700 lx sur tout le plan de travail.  
 A 15 h un éblouissement qui touche les 2 rangé latéral avec 90% des valeurs qui dépassent les 700 lx jusqu'à atteindre les 1000 lx.  
 L'intersection a donné qu'aucune zone est confortable tout au long de la journée avec 30% de confort journalier seulement

Figure 15 : superposition des 3 zones sur le plan utile (cas initiale)  
Source : auteur



A 9h on a obtenus 67% de valeurs qui dépassent les 700 lx avec des valeurs d'éclairément plus grandes sur la façade nord.  
 A 11h 75% de confort sur le plan de travail la répartition des taches lumineuses se disposent d'une douce non-uniformité par rapport à 9h .  
 A 15 h un éblouissement qui touche les 2 rangé latéral avec 45% des valeurs qui dépassent les 700 lx .  
 L'intersection a donné une zone confortable pendant toute la journée (zone centrale) , avec 53% de confort journalier .

Figure 14: superposition des 3 zones sur le plan utile (cas initiale)  
Source : auteur

**A retenir :**

Dans le cas par défaut, la répartition lumineuse aux niveaux des plans de travail est plus ou moins non uniforme où les valeurs d'éclairément augmentent de 100 lx à 1000 lx sur le plan de travail.  
 L'apparition de taches solaires au mois de décembre sur la zone sud. Un éblouissement sur le plan de travail notamment en mois Mars et Mai avec des valeurs qui dépassent les 700 lx.  
 Les valeur sont plus grande au nord en mois de mai, cela revient à la position haute du soleil à cette heure-ci et l'absence de l'auvent sur cette façade .  
**Le confort annuel est de 44 %.**

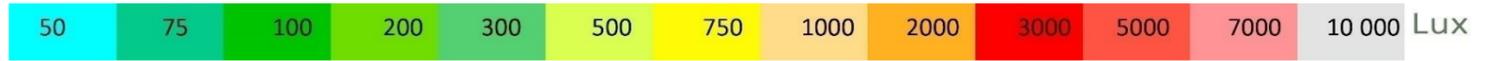
La grande marge d'éclairément entre les rangé latérales (proches aux ouvertures) et la rangé centrale (la plus profonde) qui provoque un contraste fort. Plus on s'éloigne des fenêtres plus le taux d'éclairément baisse, le contraste dans la rangé centrale est considérable, cela revient à plusieurs changement (heure , position du soleil , auvent sud ) .

**Objectif :**

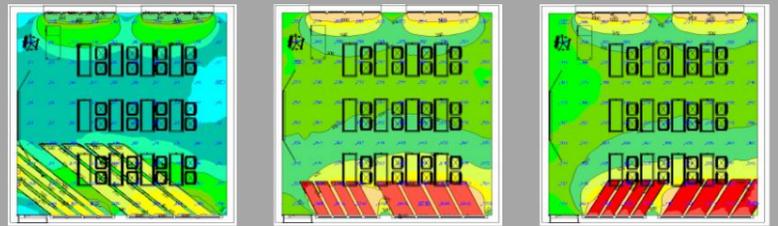
Avoir le niveau d'éclairément adapté à la tâche visuelle. Avoir une uniformité (homogénéité) au niveau des plans de travaux, Allégé l'effet de contraste, adoucir les tache solaires , Protection solaire) , l'absence d'ombres gênantes.

Allège de fenêtre

20 cm du sol



Le 21 Décembre



Annexe N° 03



Figure 23 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.2m)  
Source : auteur

Le 21 Mars

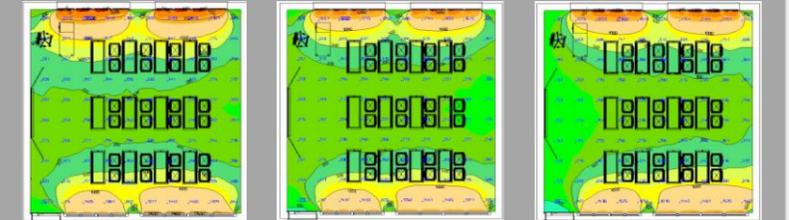


Annexe N° 03



Figure 24 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.2m)  
Source : auteur

Le 31 Mai

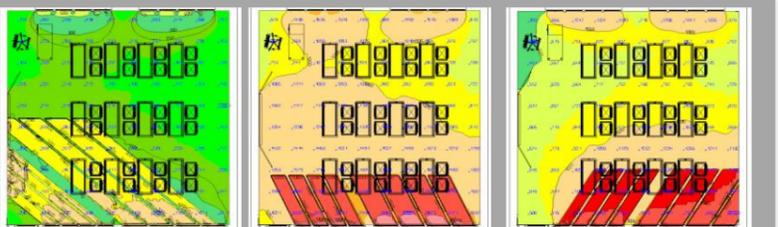


Annexe N° 03



Figure 25 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.2m)  
Source : auteur

50 cm du sol



Annexe N° 03



Figure 21 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.5m)  
Source : auteur



Annexe N° 03

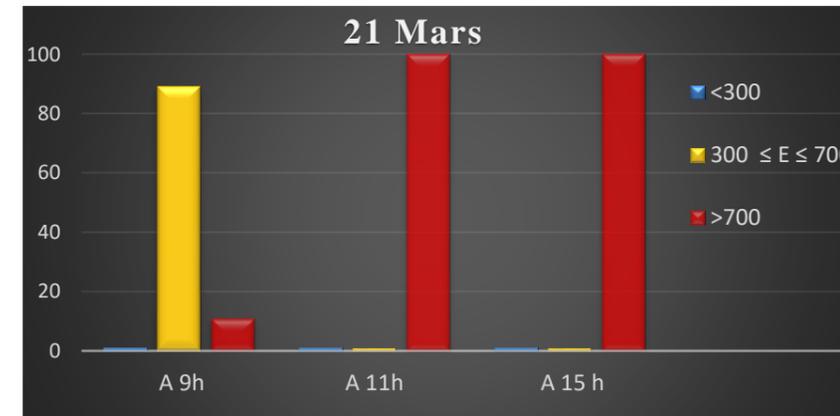


Figure 22 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.5m)  
Source : auteur



Annexe N° 03

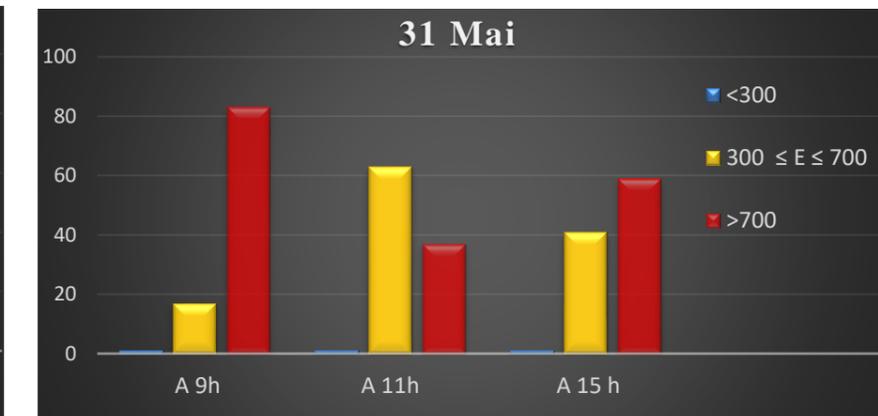
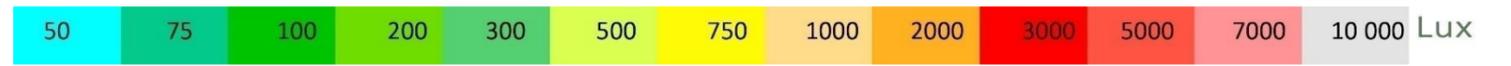


Figure 20: histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.5m)  
Source : auteur

Allège de fenêtre

70 cm du sol



Le 21 Décembre

Le 21 Mars

Le 31 Mai

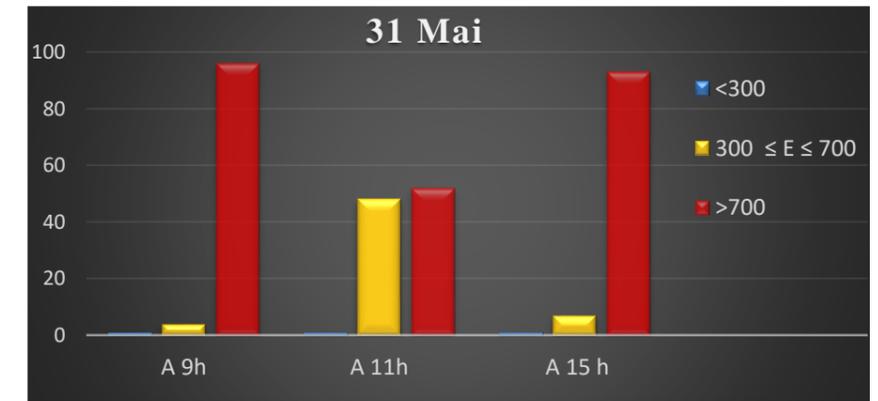
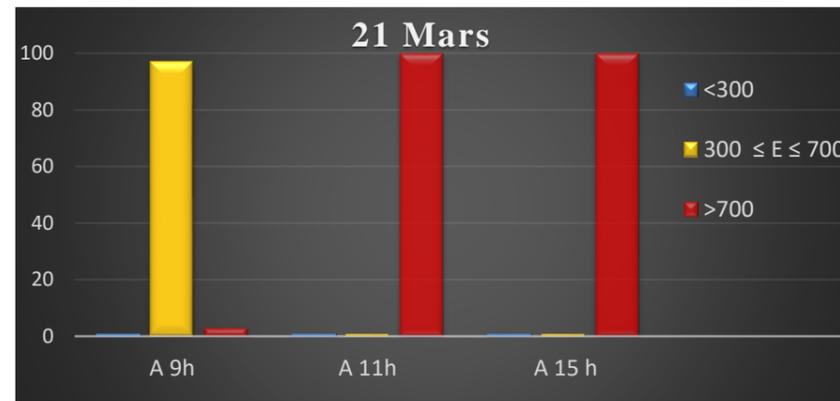
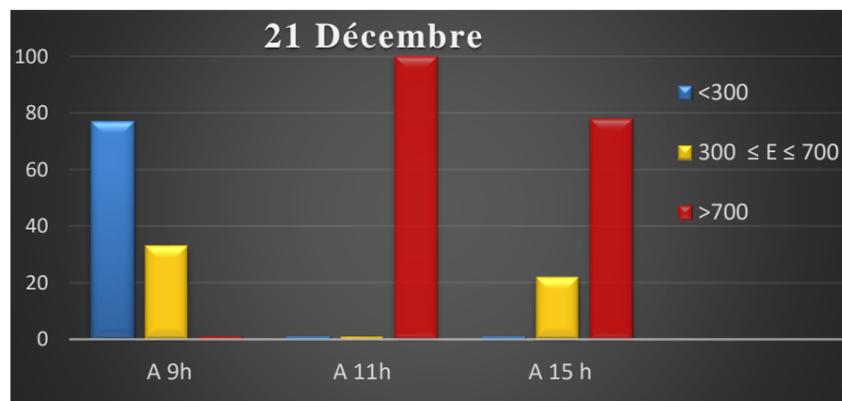
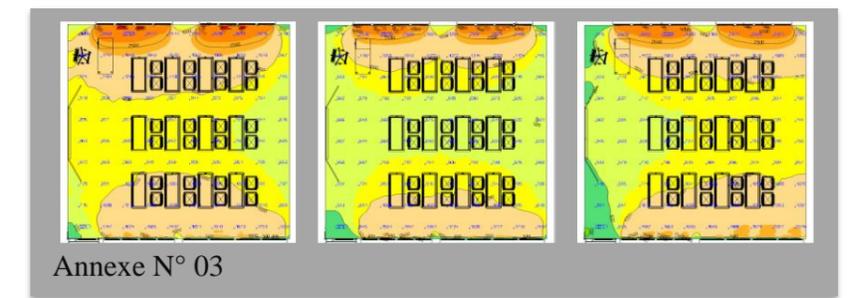
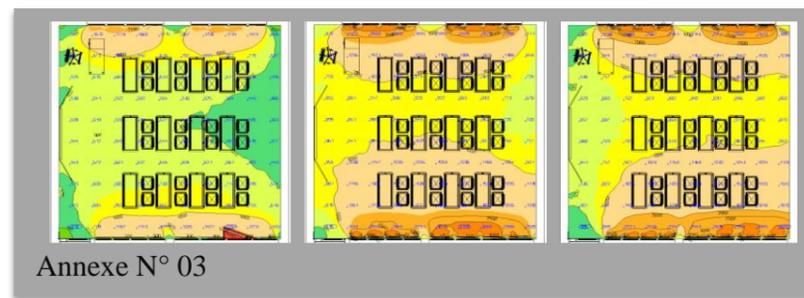
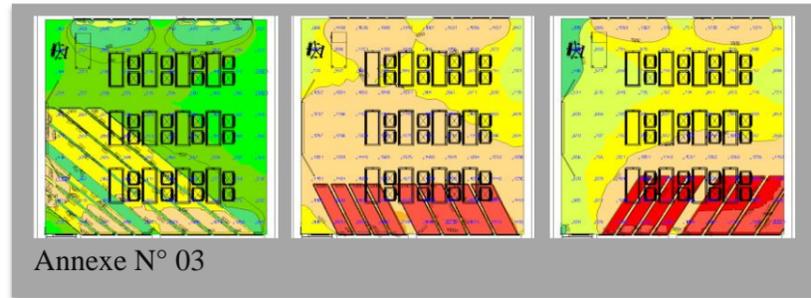


Figure 30 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.7m)  
Source : auteur

Figure 29 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.7m)  
Source : auteur

Figure 31 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 0.7m)  
Source : auteur

110 cm du sol

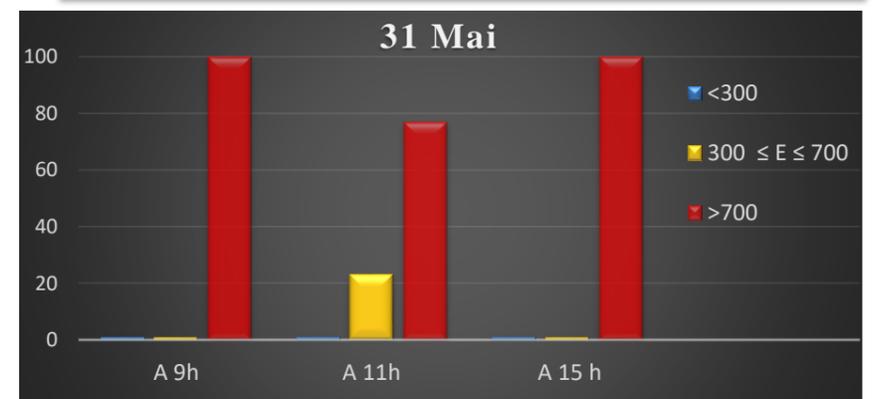
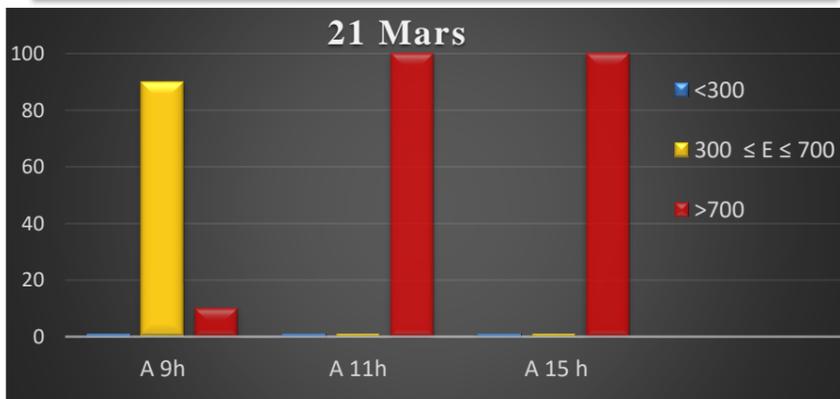
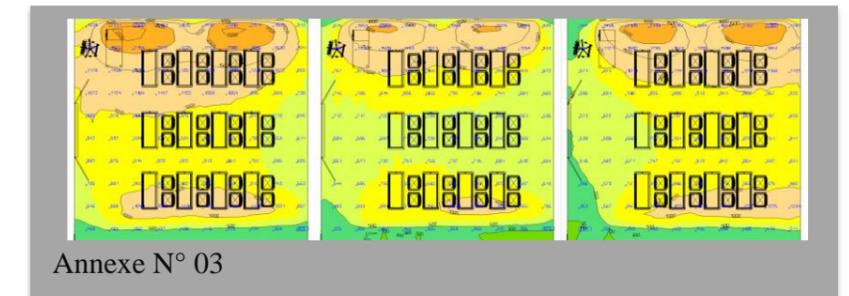
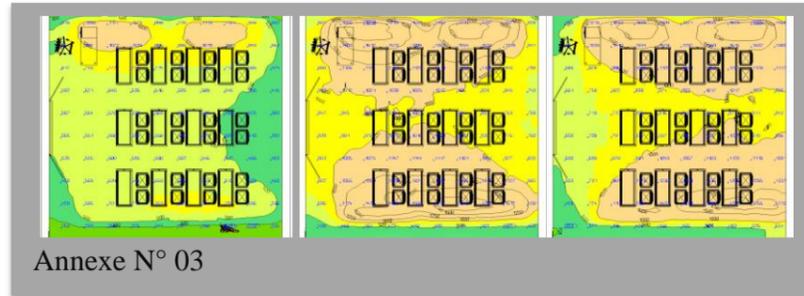
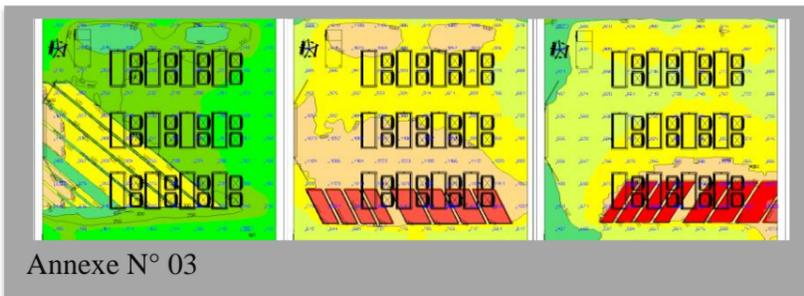


Figure 26: histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 1.1m)  
Source : auteur

Figure 28: histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 1.1m)  
Source : auteur

Figure 27 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (appui de fenêtre 1.1m)  
Source : auteur

Après avoir fait la simulation sur la hauteur de l'allège voici la comparaison des résultats obtenus :

Tableau 4 : synthèse récapitulatif et interprétation des résultats de la 1er variable  
Source auteur

Variable	21 Decembre	21 Mars	31 Mai	Interpretation
20 cm du sol				<p>Pour ce cas on a obtenu les résultats suivants : Une insuffisance d'éclairage considérable durant toute l'année et une absence d'éblouissement avec 51 % de valeurs sous les 300 lx .</p> <p>L'intersection a montré que la rangé centrale est mal éclairée durant toute l'année Donc une situation d'inconfort qui nous oblige au recours vers l'éclairage artificiel.</p>
50 cm du sol				<p>Dans ce cas l'éblouissement est intense (65 % d'éblouissement annuel) avec des valeurs qui dépasse les 1000 lx .</p> <p>La répartition des taches lumineuses est aussi non-uniforme comme dans le cas « par défaut » L'intersection a donné qu'aucune zone est confortable tout au long de l'année. Donc on note une situation d'inconfort.</p>
70 cm du sol				<p>Les mêmes résultats obtenus pour une hauteur de 0.7 m d'allège, ce qui résulte que pendant toute l'année, on aura un taux d'éclairage très élevé. (62 % d'éblouissement annuel). L'intersection a donné qu'aucune zone est confortable tout au long de la journée. Donc on note une situation d'inconfort.</p>
110 cm du sol				<p>Dans ce cas le pourcentage d'éblouissement touche son sommet (73 % d'éblouissement annuel) avec des valeurs qui dépasse les 1000 lx , avec un pourcentage du confort annuel très faible 19% . L'intersection a donné qu'aucune zone est confortable tout au long de l'année. Donc on note une situation d'inconfort.</p>



Figure 32: histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (1er indicateurs)  
Source : auteur

**Synthèse :**

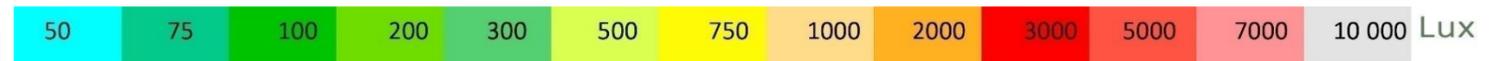
Pour cet indicateur on a obtenu plus de confort (51%) dans le 1er variable, mais le taux d'éclairage dans ce premier est trop bas, ce problème ne peut être résolue qu'avec un éclairage artificiel donc notre hypothèse est infirmée.

Le cas par défaut (la hauteur de l'allège = 1 m) est le 2eme meilleur cas dans cette comparaison donc on le garde et on opte pour d'autre indicateur pour résoudre les problèmes de l'éblouissement et l'inconfort.

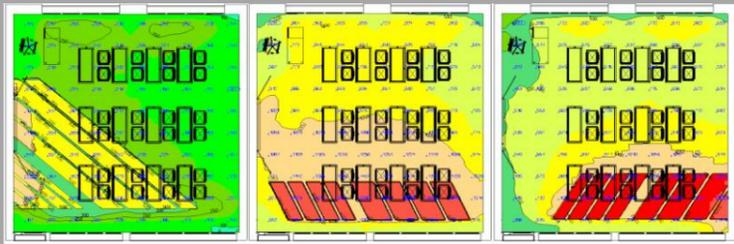
Donc nos hypothèses sont infirmées et la valeur idéale pour l'allège est de 1 m.

Jambage des fenêtres nord (protection verticale)

30 cm



Le 21 Décembre

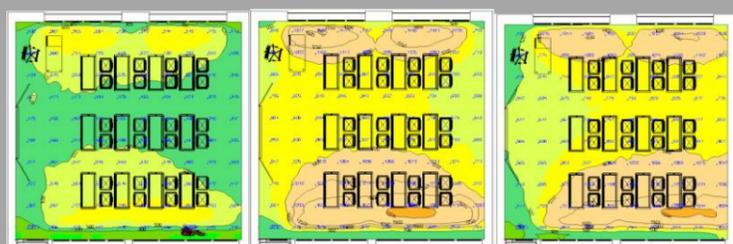


Annexe N°03



Figure 37 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 30 cm) Source : auteur

Le 21 Mars



Annexe N°:03

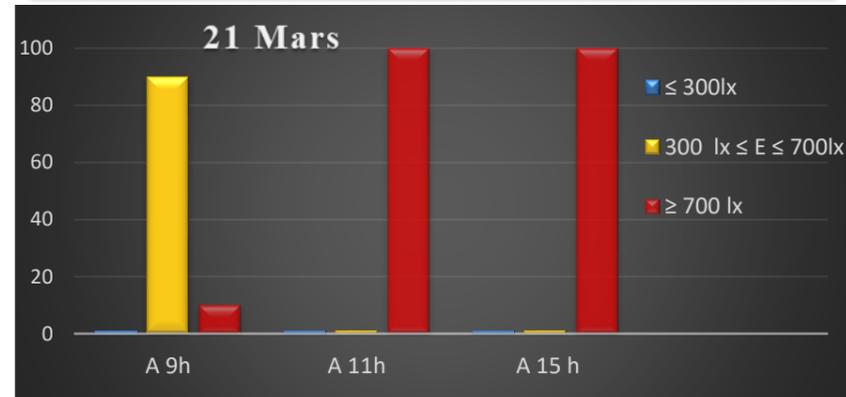
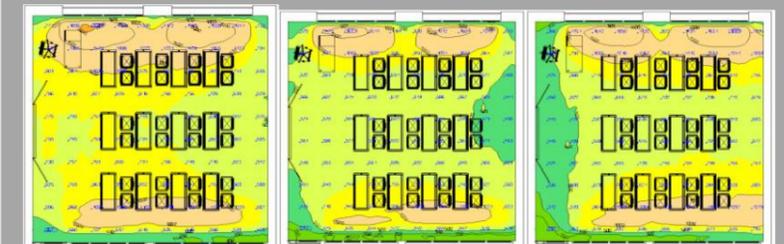


Figure 36: histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 30 cm) Source : auteur

Le 31 Mai



Annexe N°03

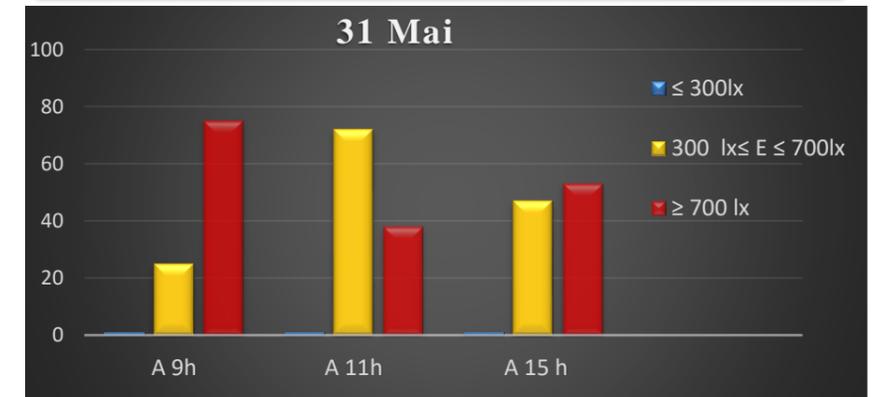
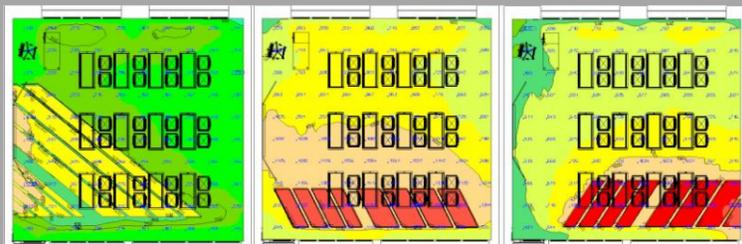


Figure 35: histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 30 cm) Source : auteur

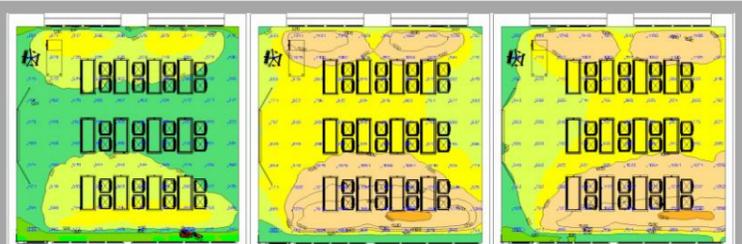
40 cm



Annexe N°03



Figure 34 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 40 cm) Source : auteur



Annexe N°03

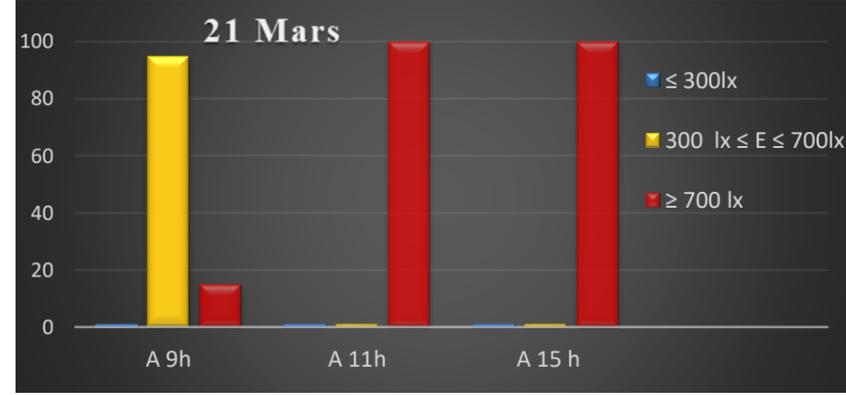
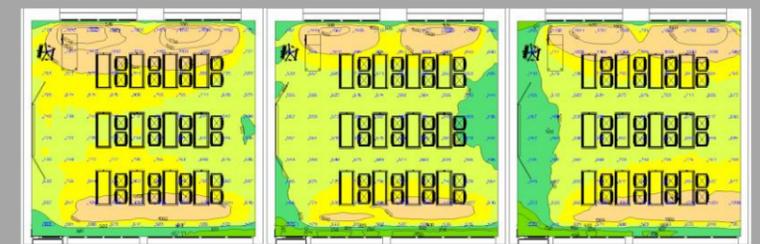


Figure 33: histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 40 cm) Source : auteur



Annexe N°03

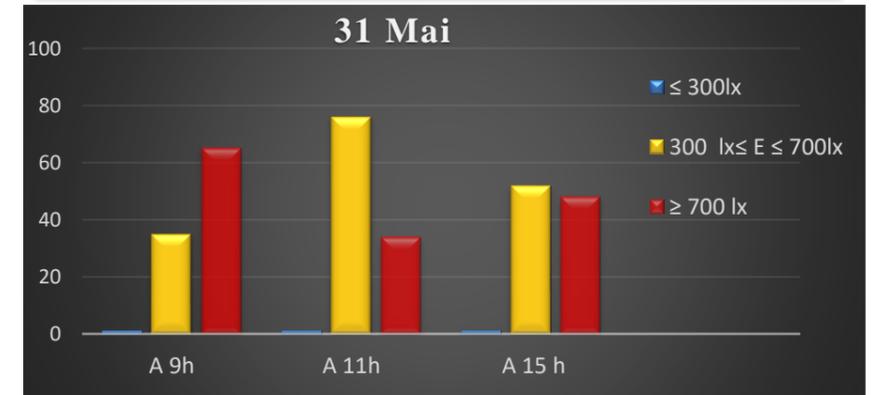


Figure 38 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 40 cm) Source : auteur

Jambage des fenêtres nord (protection verticale)

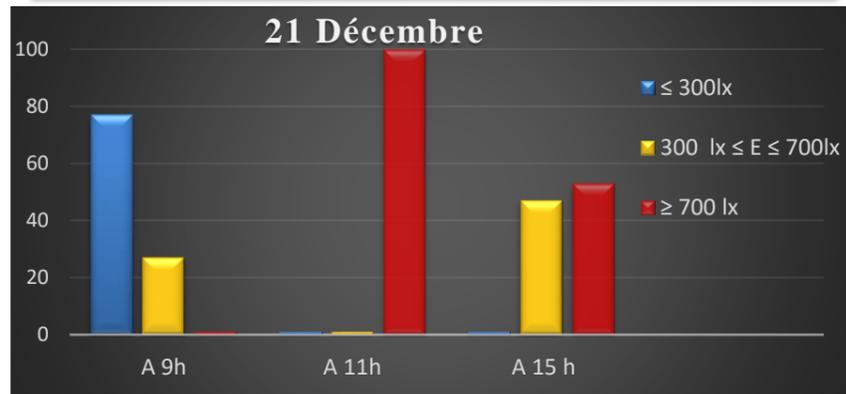
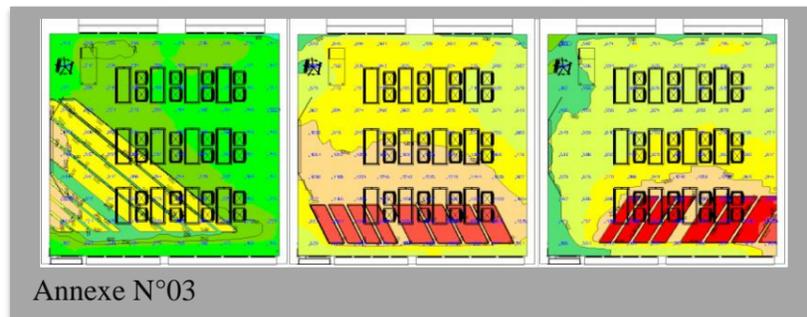


Figure 41 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 50 cm)  
Source : auteur

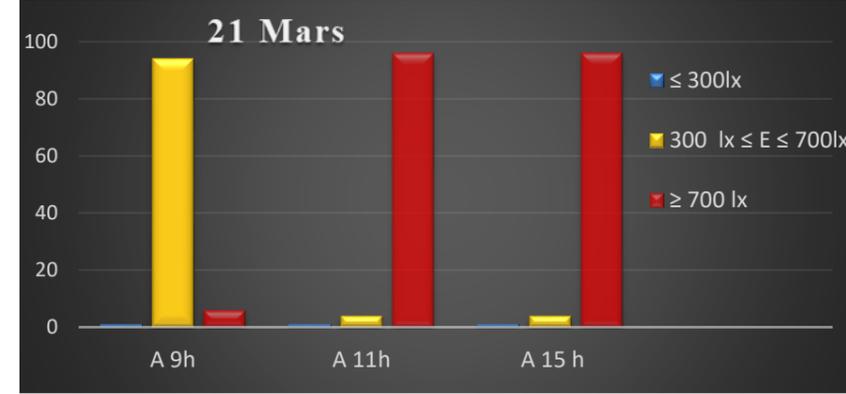
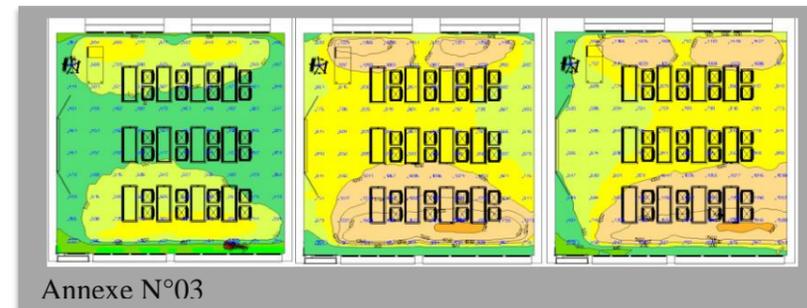


Figure 40 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 50 cm)  
Source : auteur

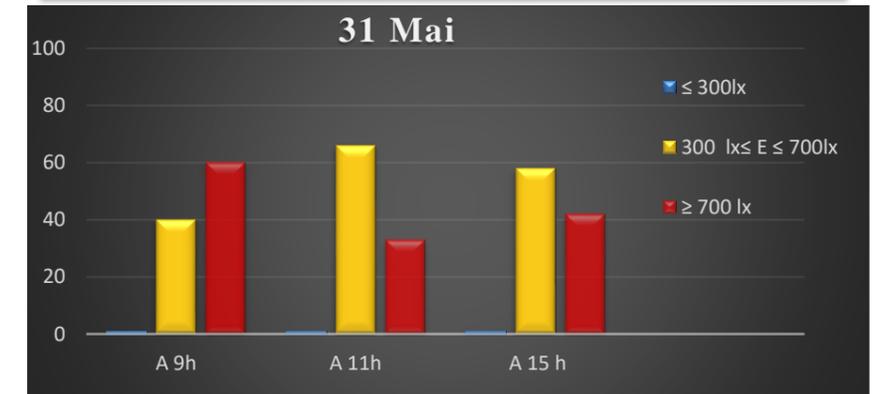
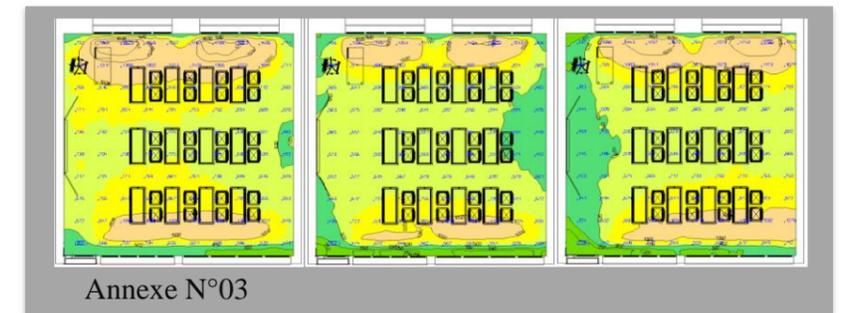


Figure 39: histogramme du confort au niveau des salles de classe (jambage de fenêtre 50 cm)  
Source : auteur

Tableau 5 synthèse récapitulatif et interprétation des résultats de la 1er variable Source auteur

Variable	21 Decembre	21 Mars	31 Mai	Interpretation
30 cm de jambage				Pour ce cas on a obtenu les résultats suivants : Un taux d'éclairage très élevé durant toute l'année (.48% de confort ) L'intersection a montré que le plan de travail reste toujours dans la zone inconfortable.
40cm de jambage				on remarque toujours un pourcentage au-dessous du confort qui est très élevé, avec un pourcentage de confort très faible pendant les trois moment de la journée et les 3 mois de l'année avec une amélioration au niveau de la rangé nord 52 .
50 cm de jambage				Dans ce cas l'éblouissement est intense (52 % de confort annuel) avec des valeurs qui dépasse les 1000 lx . L'intersection a donné qu'aucune zone est confortable tout au long de la journée. Donc on note une situation d'inconfort.



Figure 42 : histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (2<sup>ème</sup> indicateurs)  
Source : auteur

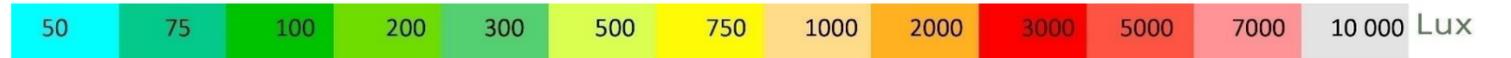
**Synthèse :**

Pour cet indicateur on a obtenu plus de confort dans la 3<sup>ème</sup> variable (55% de confort annuel )  
L'impact du jambage se manifeste aux rangés nord particulièrement au mois de mai.  
Les valeurs de confort du jambage +40 et +50 sont approximativement les mêmes.

Le jambage sur les fenêtres nord a donné de bon résultats par rapport aux cas par défauts ( 11 % de différence ) ...mais sa reste insuffisant de la protection solaire voulu donc on va passer au 3<sup>ème</sup> indicateurs .

Pourcentage de fenêtre

20%



Le 21 Décembre

Le 21 Mars

Le 31 Mai

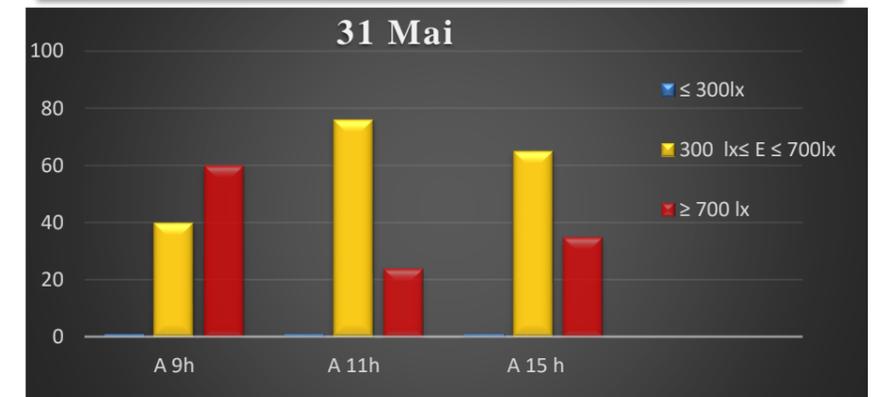
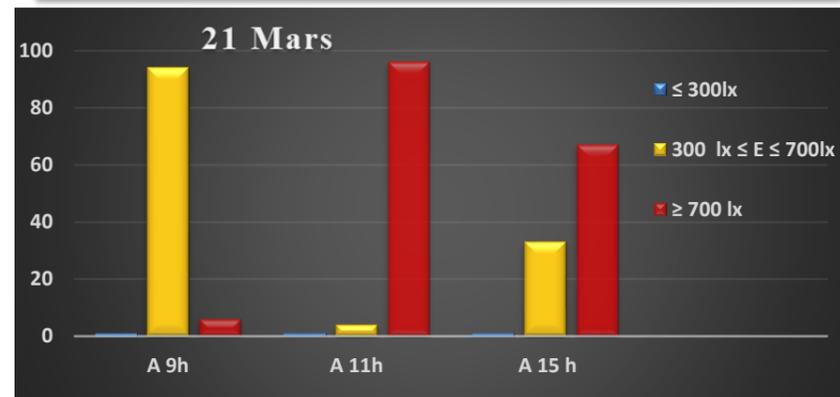
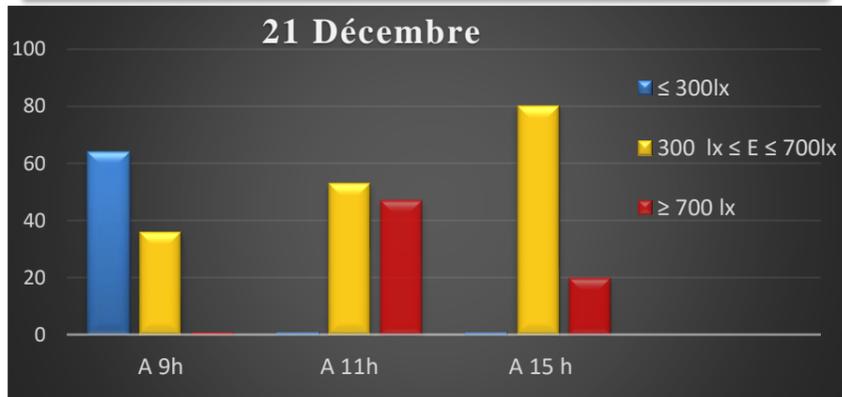
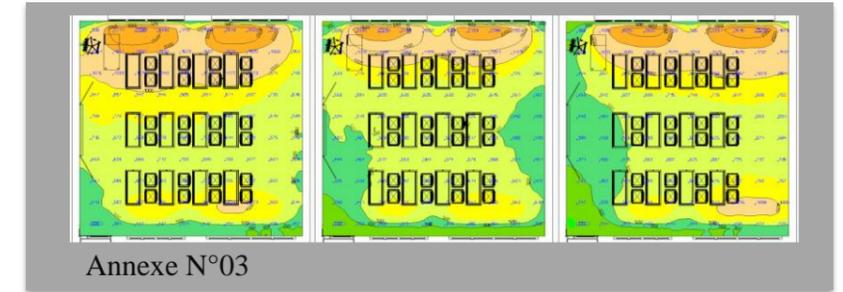
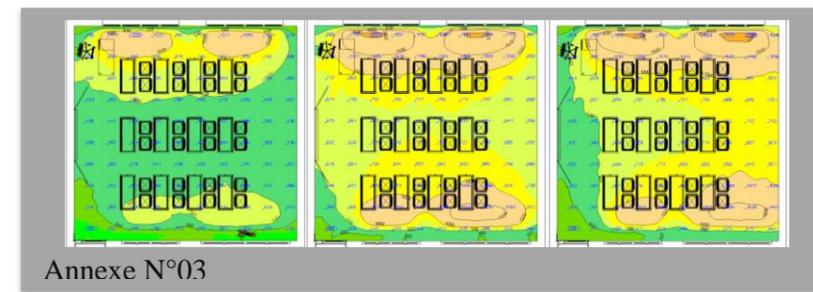
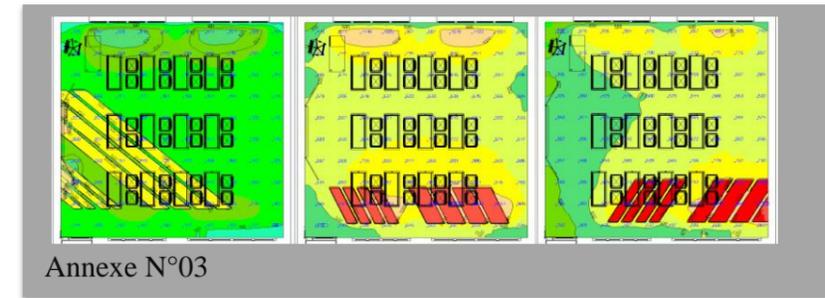


Figure 47 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 20 %) Source : auteur

Figure 46 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 20 %) Source : auteur

Figure 48 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 20 %) Source : auteur

25 %

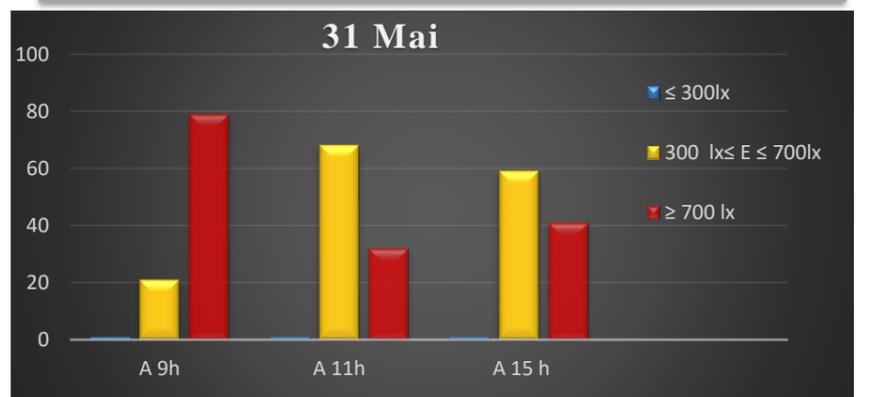
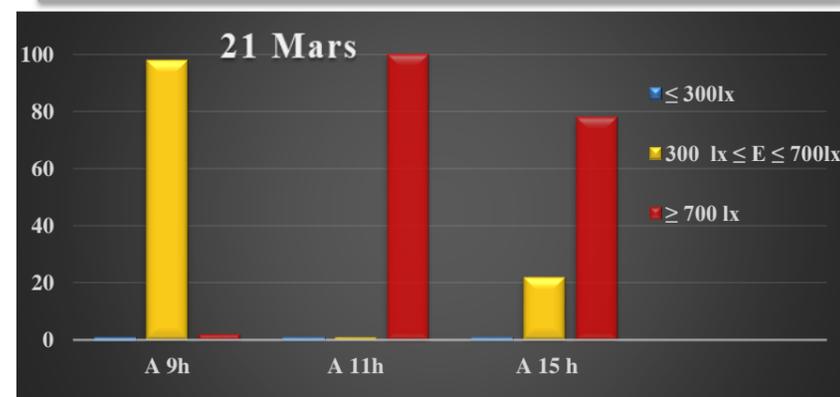
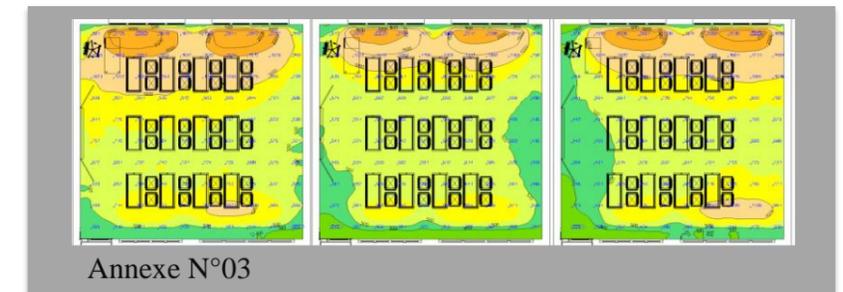
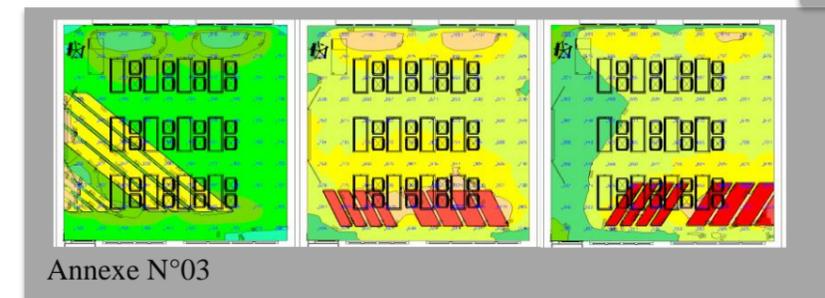
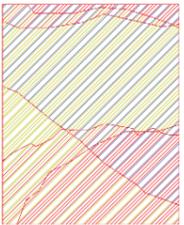
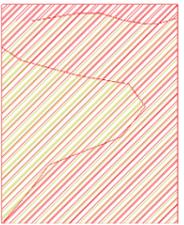
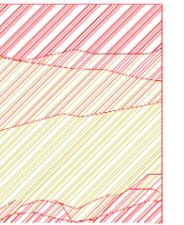


Figure 44 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 25 %) Source : auteur

Figure 45 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 25 %) Source : auteur

Figure 43: histogramme du confort au niveau des salles de classe (pourcentage de fenêtre 25 %) Source : auteur

Suite à la simulation nous allons réaliser une comparaison avec le cas initial :

Variable	21 Decembre	21 Mars	31 Mai	Interpretation
Pourcentage de 20%				Pour ce cas on a obtenu les résultats suivants : Un têt d'éclairment moins élevé durant toute l'année comparant aux cas par défauts. L'intersection a montré que le plan de travail contient toujours des valeurs qui dépasse les 700 lx. Concernant cette variable, le confort augmente de 10%.
Pourcentage 25%				

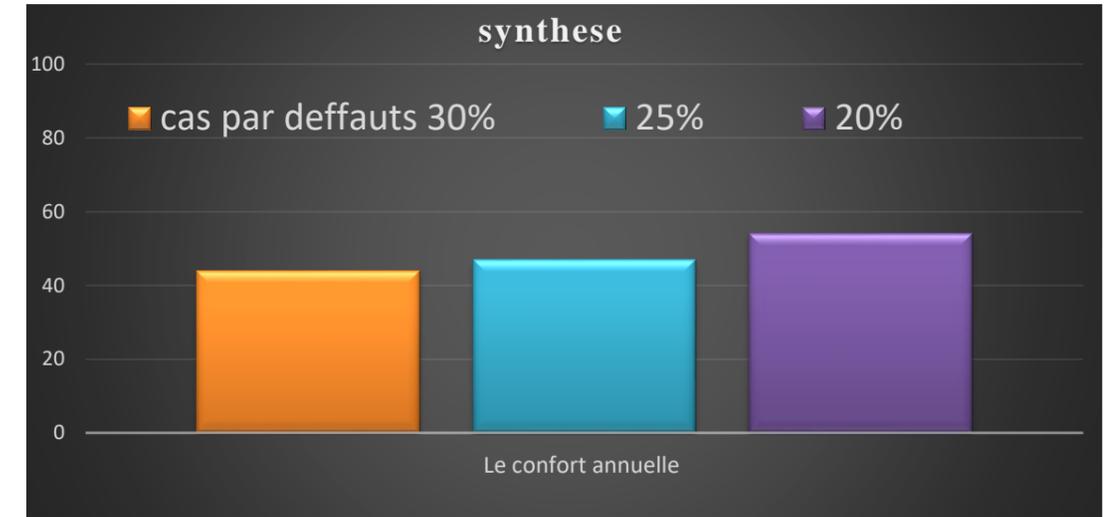
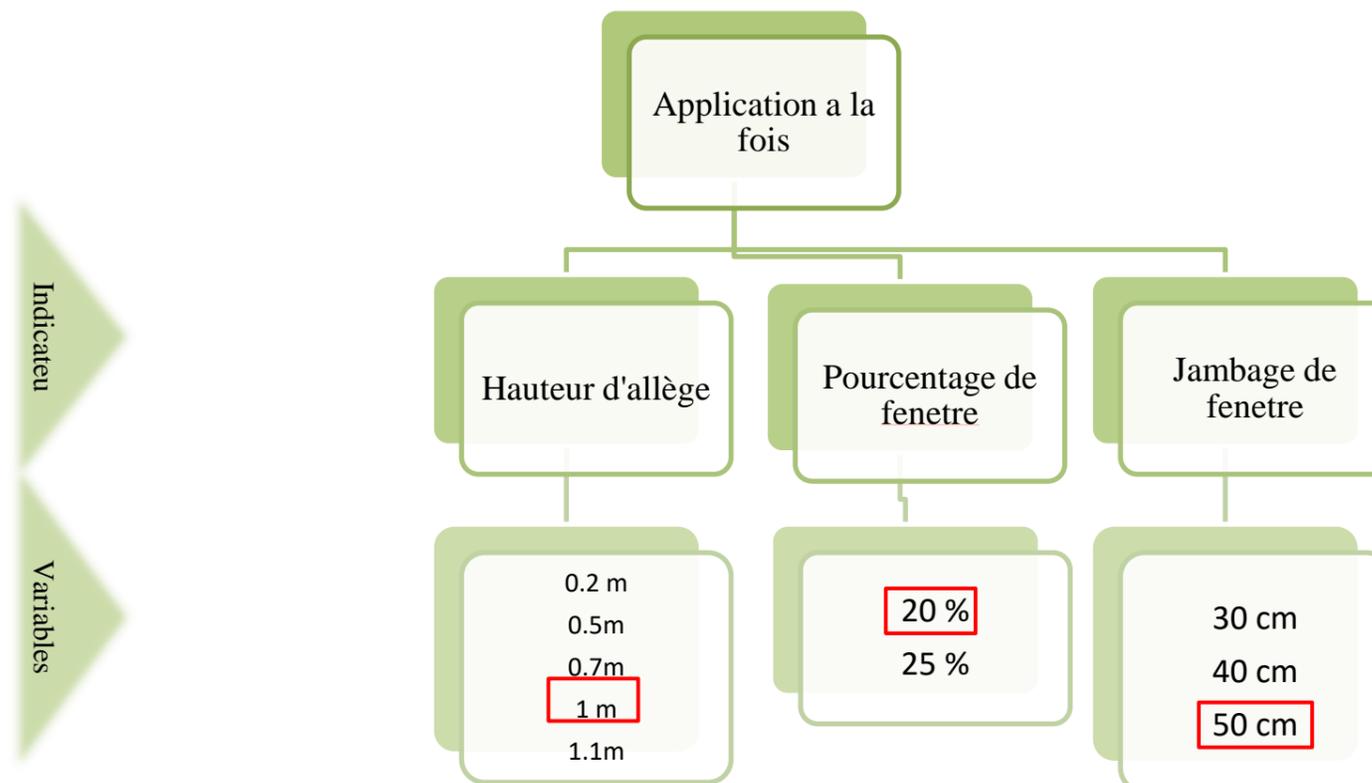


Figure 49 histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (3<sup>ème</sup> indicateurs)  
Source : auteur

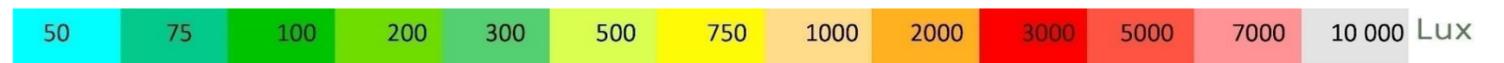
Nous avons pris la meilleure variable de chaque indicateur pour appliquer sur la salle a simulé afin d'interpréter le résultat de combinaison de ces dernier .

**Synthèse :**

A 20 % de pourcentage de fenêtre ,on remarque le taux d'éblouissement qui baisse de 54% à 44%  
 Pour cet indicateur on a obtenu plus de confort, dans la 3<sup>ème</sup> variable L'impact du pourcentage s'est avéré efficace .  
 Donc on va opter pour l'utilisation d'un pourcentage de 20 % sur la façade nord .



Combinaison des indicateurs



Le 21 Décembre

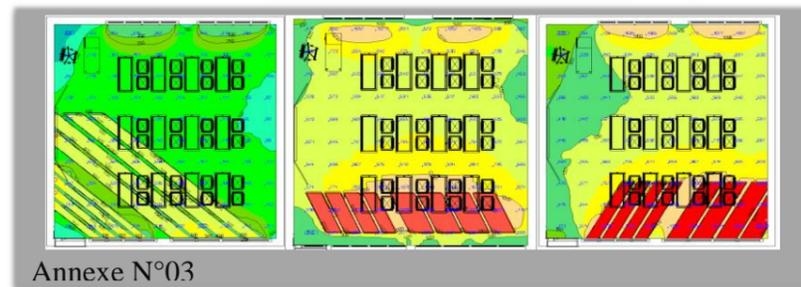


Figure 50 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (combinaison d'indicateurs) Source : auteur

Le 21 Mars

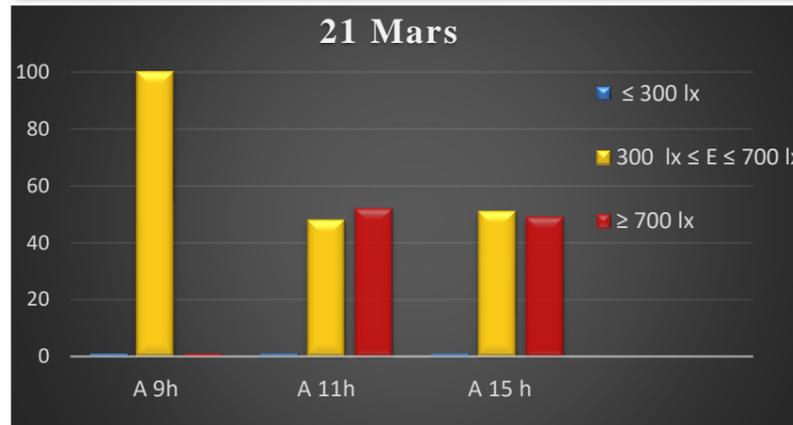
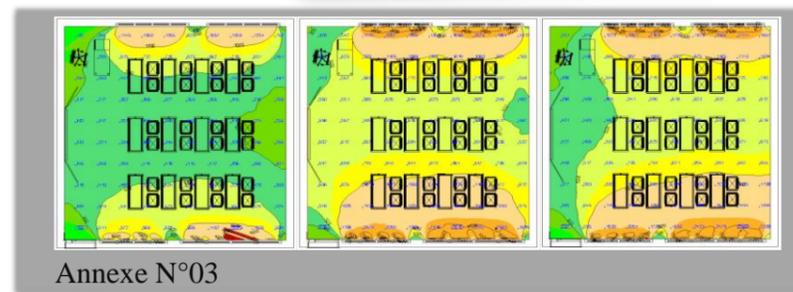


Figure 52 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (combinaison d'indicateurs) Source : auteur

Le 31 Mai

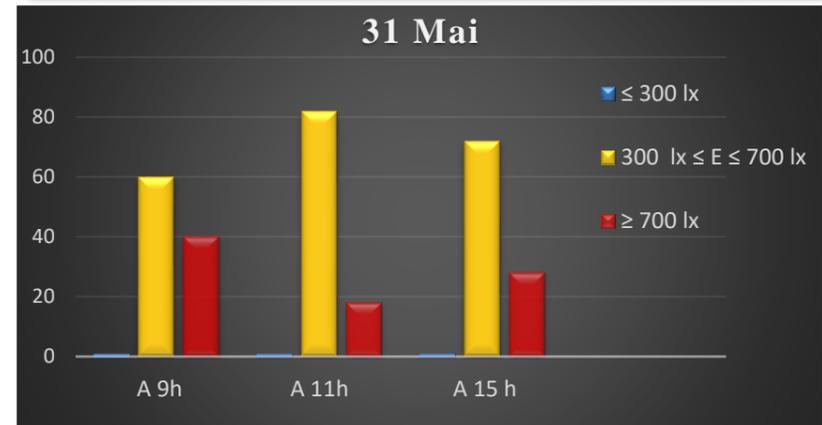
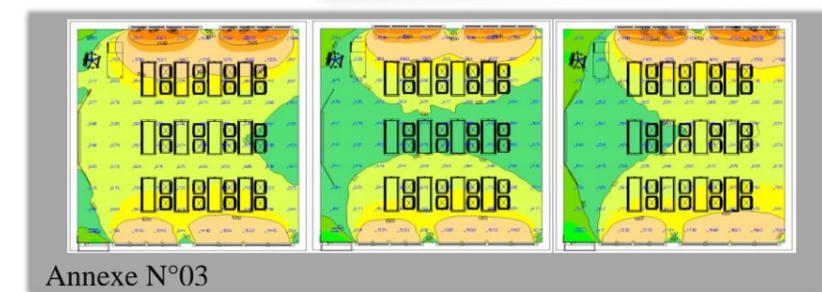


Figure 53 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (combinaison d'indicateurs) Source : auteur

-Pour ce cas on a obtenu les résultats suivantes :  
 A 8h manque d'éclairage considérable 75%.  
 A 11h éblouissement de 40% qui touche la rangé sud (tache solaire).  
 A 15h le confort a augmenté à 65% ms l'éblouissement reste encore au sud .

A 8h on a obtenus 100% de valeurs entre les 300et 700 lx donc le plan de travail est complètement confortable .  
 A 11h 48 % de confort et 52% de valeurs qui dépasse les 700 lx jusqu'à atteindre les 1000 lx .  
 A 15 h un éblouissement qui touche les 2 rangé latéral 49 % de valeurs qui dépasse les 700 lx .

A 8h on a obtenus % de confort et 20% d'éblouissement.  
 A 11h 100% de valeurs d'éclairage qui dépasse les 700 lx sur le plan de travail .  
 A 15 h un éblouissement qui touche les 2 rangé latéral avec 90% de valeurs qui dépassent les 700 lx

**A retenir :**  
 Dans ce cas, la répartition lumineuse aux niveaux des plans de travail est moyennement uniforme où le contraste n'est pas très grand entre les rangés  
 Les taches solaires au mois de décembre au côté sud sont toujours présente.  
 Un éblouissement sur le plan de travail notamment en mois Mars et Mai avec des valeurs qui dépassent les 900 lx  
 La marge d'éclairage entre les rangé latérales (proches aux ouvertures) et la rangé centrale (la plus profonde) qui provoque toujours un contraste moins fort que celui du cas par défauts.  
 La configuration établie n'atteint pas le résultat voulu mais ces résultat reste meilleur que le cas initial de 15% ,pendant tout l'année scolaire.  
 En vue d'améliorer le rendu prévu, on propose l'utilisation d'un autre procédé qui est le type de vitrage, qui dispose de diverses caractéristiques, pour assurer un niveau d'éclairage adapté aux taches d'activités dans les salles de classe. Une uniformité aux niveaux des plans de travaux. Une répartition plus uniforme de ces valeurs dont l'intervalle d'éclairements est d'ordre [300 – 700 lx].



Figure 51 : histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (combinaison des indicateurs) Source : auteur

## 4 Critères de choix du nouveau procédé

En matière de verres de protection solaire, trois termes (correspondant à trois valeurs clés) sont particulièrement importants

### La transmission lumineuse

TL La transmission lumineuse, exprimée en %, correspond à la quantité de lumière naturelle qui pénètre au travers d'un vitrage. Plus cette valeur est élevée, plus l'éclairage naturel est important et moins le recours à l'éclairage artificiel est nécessaire.

Le coefficient de transmission lumineuse d'un vitrage est influencé par le type de vitrage, le nombre de couches de verre et le type de revêtement qui pourrait être appliqué sur le verre.

Matériau	Transmission lumineuse (%)
Simple vitrage clair	≈ 90
Double vitrage clair	≈ 81
Double vitrage clair basse émissivité	≈ 78
Triple vitrage clair	≈ 74
Polycarbonate opalin	≈ 50

Figure 55: Exemple de transmission lumineuses optimisées de divers types de vitrage disponibles sur le marché à la date de l'écriture de cet ouvrage  
Source : Les guides Bio-thec l'éclairage naturel

Exemple :

Transmission directionnelle : vitrage clair

Transmission diffuse parfaite : matériau théorique

Transmission diffuse quelconque : vitrage sablé

Transmission mixte : papier calque, store, toile micro perforé. (4)

### La Réflexion lumineuse

Le coefficient de réflexion lumineuse d'un vitrage est la fraction de lumière incidente qui est réfléchi par le vitrage.

Le rayonnement solaire qui traverse un vitrage est en partie transmis, en partie réfléchi et en partie absorbé. Ce sont ces trois composantes qui déterminent la plupart des caractéristiques de performance énergétique d'un vitrage. La manipulation des proportions d'énergie transmise, réfléchi et absorbé pour différentes longueurs d'onde du rayonnement solaire sont à la source de beaucoup d'innovations récentes en ce qui concerne les performances énergétiques des vitrages.

Il existe plusieurs types de vitrages se différenciant par leur transparence par rapport à des différentes parties du spectre. La plupart des verres sont partiellement transparents aux ultraviolets. Le verre est opaque aux

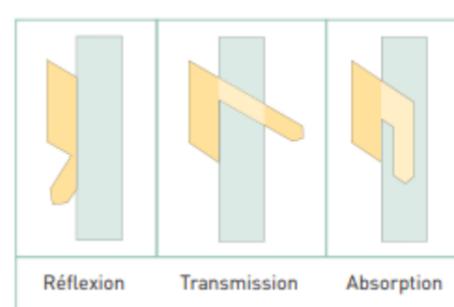


Figure 54 : caractéristique du vitrage  
source : auteur

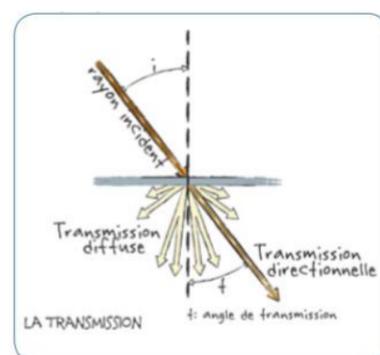


Figure 56 : schéma de la transmission lumineuse au niveau du vitrage  
Source : Les guide bio-thec l'éclairage naturel

rayonnements infrarouges à grandes longueurs d'onde mais généralement transparent aux infrarouges à courte longueur d'onde. Les quatre propriétés de base des vitrages qui affectent les transferts d'énergie radiante sont : la transmissivité, la réflectivité, l'absorption et l'émissivité. (2)

### Le nouveau procédé

Il conviendra cependant de veiller aux phénomènes d'éblouissement qui peuvent apparaître dans le cas du vitrage utilisé dans le cas par défaut à cause de la luminance potentiellement élevée de la surface vitrée.

Pour régler le problème de l'éblouissement et l'uniformité on a optés pour un vitrage a basse transmission

### Vitrage

Il faut noter que dans certains cas, l'utilisation d'un vitrage a basse émissivité peut être plus adaptée qu'un vitrage clair.

Même si la transmission lumineuse de ce dernier est inférieure à celle d'un vitrage clair d'environ 10 %, il permettra par exemple de diffuser le rayonnement solaire direct et ainsi d'améliorer l'uniformité en éclairage naturel du local et les niveaux en fond de pièce.

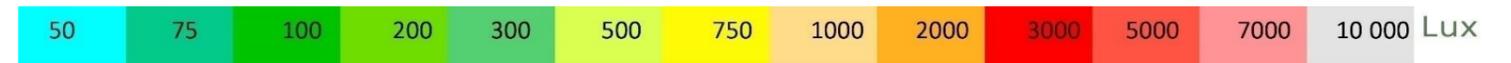
C'est un verre à couches de contrôle solaire de haute performance. Ce type de protection solaire sélective possède une basse réflexion dans la zone visible, une faible absorption et une très basse émissivité, ce qui en fait un produit multifonctions. Ce produit est caractérisé par la haute neutralité de couleur sous différents angles de considération et la très bonne maniabilité.

Il est conseillé pour les grands espaces vitrés fortement exposés aux rayons solaires comme les façades situées en plein sud ou sud-ouest, dans ces cas-là, on privilégie le contrôle solaire avec une valeur g de 32% et une transmission lumineuse TL de 63% et cela avec une excellente isolation thermique pouvant atteindre 1.0 (W/m2.K). (voir annexe N° 01) (5)



Figure 57: fenêtre avec vitrage à faible émissivité  
Source : mfg.dz

# Double vitrage à faible émissivité



## Le 21 Décembre

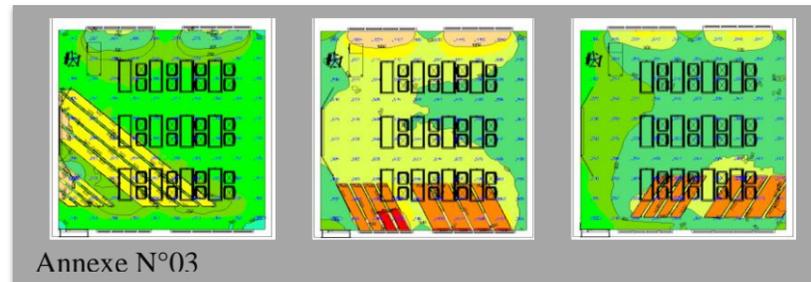


Figure 59 : histogramme du confort au niveau des salles de classe (simulation avec double vitrage) Source : auteur

-Pour ce cas on a obtenu les résultats suivantes :  
 A 8h manque d'éclairage considérable 70 %.  
 A 11h éblouissement de 16 % qui touche la rangé sud (tache solaire).  
 A 15h le confort a augmenté à 85% mais l'éblouissement reste encore au sud .

## Le 21 Mars

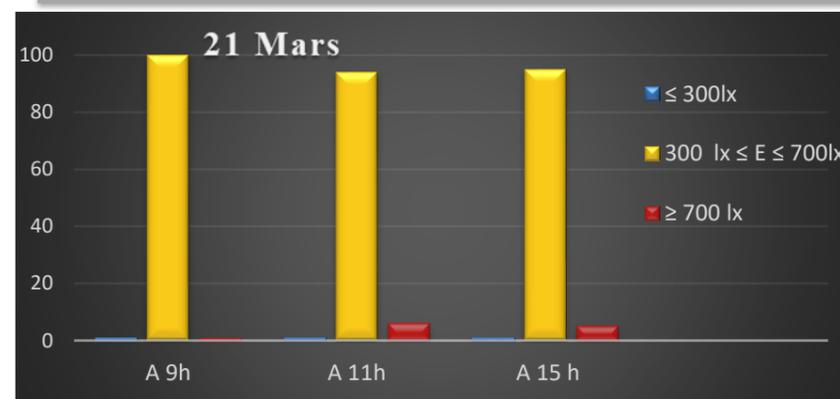
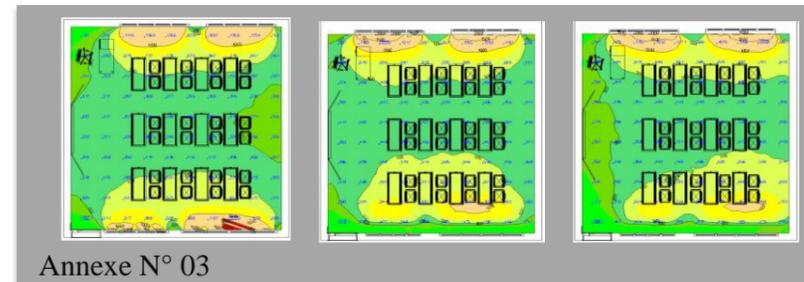


Figure 60: histogramme du confort au niveau des salles de classe (simulation avec double vitrage) Source : auteur

A 8h on a obtenus 100% de confort .  
 A 11h 94 % de valeurs d'éclairage entre les 300 et 700 lx sur le plan de travail .  
 A 15 h 95% de confort .

## Le 31 Mai

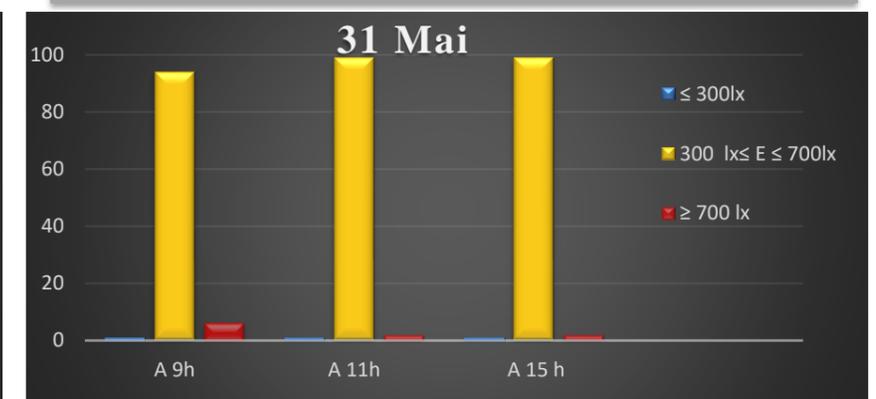
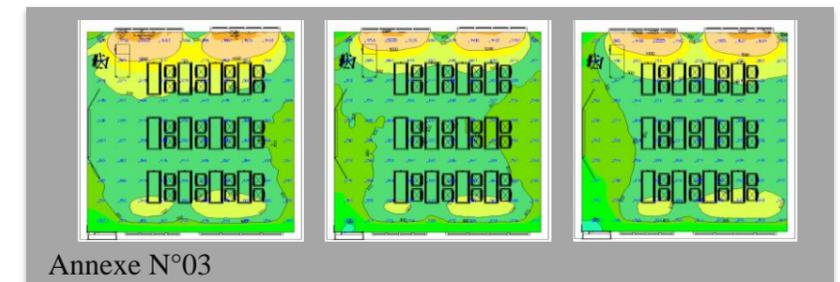


Figure 61: histogramme du confort au niveau des salles de classe (simulation avec double vitrage) Source : auteur

A 8h on a obtenus 94% de confort .  
 A 11h 99% de confort sur le plan de travail .  
 A 15 h 95% de confort.

### Synthèse

Dans ce cas, la répartition lumineuse au niveau du plan de travail est uniforme où le contraste n'est pas très grand entre les rangés.

La marge d'éclairage entre les rangé latérales (proches aux ouvertures) et la rangé centrale (la plus profonde) provoque un contraste faible.

Les configurations établies ont donné des valeurs de confort supérieur de 43% à celle du cas initial.

Les objectifs instaurer sont atteint sauf pour l'élimination de tache solaire au moi de décembre qui est du à la position basse du soleil .

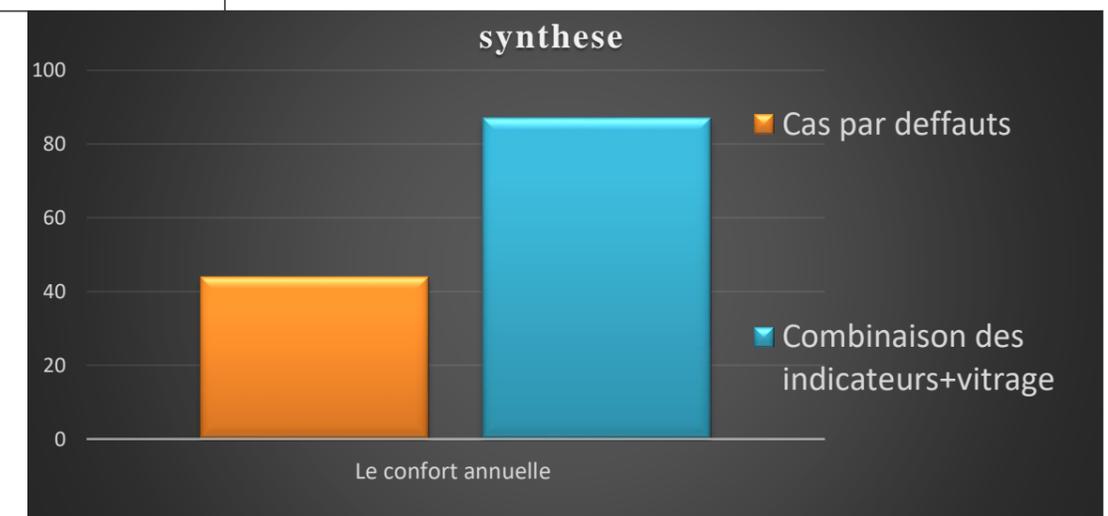


Figure 58 : histogramme comparatif du confort au niveau des salles de classe (l'ajout d'un double vitrage a basse émissivité) source : auteur

### 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 par l'obtention d'une valeur optimale d'éclairement et d'une bonne répartition lumineuse. Afin d'y parvenir nous avons fixé quelque paramètre pendant la conception comme l'orientation favorable (Nord-Sud) et déployé un auvent sud fixe pour assurer la protection solaire et établie par suite les variables et voir leur influence sur le confort dans notre cas d'étude (hauteur de l'allège, jambage de fenêtre, pourcentage de fenêtre) , puis simuler 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 la période scolarisé (printemps, hiver et automne).

Les résultats obtenus ont été interprétés et comparés toujours en revenant vers le cas initial et voir le taux d'éclairement moyen nécessaire pour atteindre le confort visuel dans une classe de cours (entre 300 et 700 lux) afin de définir le taux d'éclairement inférieur, suffisant ou supérieur aux normes et définir les cas où éblouissement et le contraste sont élevés

. Nous avons pu constater que les variables utilisées ont pu avoir un impact sur le confort dans la salle de classe mais le confort reste toujours insatisfaisant donc on a opté pour l'utilisation d'une fenêtre à double vitrage (le verre est basse émissivité) pour la limitation de l'éblouissement...

On a pu constater un confort visuel la majeure partie de l'année scolaire avec des taux qui varient entre 300 et 700 Lux , néanmoins l'éclairage artificiel devra être utilisé lorsque le ciel sera couvert, notamment les matins d'hiver, afin de compenser le manque de lumière naturelle (taux d'éclairement) dans ces cas-là.

# LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## CHAPITRE VI : SIMULATION DE L'ECLAIRAGE NATUREL

1. DIALux family For lighting designer and manufacturer. DIAL. [En ligne ],; 2016 [cité le 2019 5 20].  
. Disponible sur :  
[https://www.dial.de/fileadmin/documents/dialux/DIALux\\_downloads/DIALux%20evo%20manual.pdf](https://www.dial.de/fileadmin/documents/dialux/DIALux_downloads/DIALux%20evo%20manual.pdf).
2. Mediterranean Float Glass. MFG. [En ligne ],; 2019 [cité le 2019 Mai 25]. Disponible sur :  
<https://www.mfg.dz/medicilima-600/>.
3. Ressource pour le developement durable. Les guides Bio-thec l'éclairage nature Sutter Y, editeur.  
Île-de-France : ICEB; 2014.

## Conclusion générale

L'intégration du développement durable dans les démarches urbaines a bouleversé les pratiques de l'urbanisme et l'architecture. Malheureusement l'application de cette notion n'est pas chose courante en Algérie.

Notre aménagement et conception essayent de s'inscrire dans ce processus en apportant une touche bioclimatique au quartier, la première volonté était d'abord de répondre à la demande de la ville en matière d'habitations et équipements dans cette nouvelle extension urbaine, tout en réduisant l'impact de ces constructions sur l'environnement et tirer profit des éléments naturels, et tenir compte de l'équilibre entre l'aspect économique, écologique et social.

Notre deuxième volonté était de donner une nouvelle vision à l'école en fusionnant 3 entités : le collège primaire et préscolaire entant que pole éducatif. L'idée était de rompre la typification de l'architecture scolaire en Algérie motivé par l'envie de correction des lacunes et les manques qu'ont constatés au sein des établissements éducatifs réalisés suivant le plan type proposé par le ministère de l'Education nationale.

Nous avons conçu un groupe scolaire bioclimatique qui est au premier lieu la proposition d'une nouvelle architecture scolaire, qui s'intègre parfaitement dans son contexte et son climat, et non un type à multiplier, et répondent aux besoins de ces occupants.

Une bonne étude énergétique garantit une durabilité et une aise durant le temps et l'espace, afin d'assurer le confort aux occupants et limiter la consommation d'énergie dans le bâtiment. Pour finir nous avons élaboré une évaluation environnementale de notre écoquartier et le projet, suivie par une simulation de l'éclairage naturel de la salle de classe, les résultats étaient satisfaisants, donc on peut dire que nos hypothèses sont confirmées.

Il aurait été intéressant d'étudier le bilan énergétique de l'école en entier mais vu le temps et la quantité de travail à accomplir nous n'avons pas pu faire, entre autres voir l'impact des modifications d'un point de vue d'éclairage sur le confort thermique, qui pouvaient être faites dans des études d'évaluation environnementale et énergétique, nous espérons que ce point sera développé dans des futures recherches.

Annexe 01

**Annexe : 01**

## Nombre des écoles selon la date de construction

Chapitre 1 : Le bâtiment scolaire : évolution et caractéristiques permanentes.

a) Nombre des écoles primaires selon le type :

Type	Caractéristiques	Nombre
type A	3 salles de classe	2 225
type B	6 salles de classe	4 400
type C	9 salles de classe	1 661
type D	12 salles de classe	2 853
hors type	/	6 554
<b>Total</b>	/	<b>17 653</b>

Tableau 1-3: nombre des écoles primaires selon le type.  
Source : Ministère de l'Éducation Nationale, 2012.

b) Nombre des écoles primaires selon l'année de construction :

Année	Avant 1962	1962 à 1970	1971 à 1980	1981 à 1990	1991 à 2000	2001-2012	Total
<b>Nombre</b>	2 553	2 418	3 668	3 971	3 294	1 949	<b>17 853</b>

Tableau 1-4: nombre des écoles selon l'année de construction  
Source : Ministère de l'Éducation Nationale, 2012.

### 1.6.2 Système Éducatif en Algérie

Selon les statistiques du Conseil National Economique et Social (CNES) publiées en janvier 2007, la population âgée de moins de 15 ans représente 28,4% de la population algérienne totale. Selon la même source il existe dans notre pays 6.400.000 analphabètes (soit 21,3 % de la population). Ce taux était de 31,6 % en 1998 et représentait une population de près de 7,5 millions de personnes dont 27,2% âgés de moins de 15 ans (en 2006). Les statistiques publiées par le Ministère de l'Éducation Nationale, montre que le taux d'élèves scolarisés âgés de 6 ans, est passé de 87,92% en 1995 à 96,01% en 2005. (BENHARKAT 1.)

#### 1.6.2.1 Description sommaire du système éducatif algérien

Le système éducatif algérien est composé de trois secteurs, chacun étant sous la tutelle administrative et pédagogique de trois ministères distincts :

a) L'enseignement primaire, moyen et secondaire

Dépend du Ministère de l'Éducation Nationale et accueille près de 7.765.000 élèves durant l'année scolaire 2006/2007.

- Le réseau infrastructurel est composé de 24.449 établissements scolaires entre écoles primaires, collèges, lycées et techniciens. (BENHARKAT 1.)

➤ L'enseignement primaire

La date d'enseignement est de cinq ans et sera sanctionnée par un examen régional qui permettra l'accès à l'enseignement moyen. Son objectif principal sera de

Source : Ministre de l'éducation national

## Les exigences des espaces selon « Neufert »

Fonctions	Espace	Exigence
Enseignement	Salle de classe	<p><b>La forme</b> : La classe doit être c'est possible carrée, exceptionnellement</p> <p style="padding-left: 40px;">rectangulaire, Ou autre formes (hexagonale, Trapèze, Octogonale,.....)</p> <p style="padding-left: 40px;">éclairage bilatéral pour un ameublement libre ou réglé. Pour un éclairage unilatéral par baies, la profondeur maximale de l'espace est de 7,2 m. Si possible, prévoir un éclairage bilatéral pour des dispositions libres ou orientées du mobilier. La distance entre le tableau mural et la place de l'élève en fond de salle de classe ne devrait pas dépasser 9m. Valeurs indicatives: volume d'air: 5 à 6 m<sup>3</sup> par élève ; la hauteur sous plafond des salles de cours (au moins 3m)</p> <p><b>Orientation</b> : nord ou sud avec protection</p>
	Salle polyvalente	<p>Dans chaque école, on doit avoir la possibilité d'aménager un espace à usage collectif pour des représentations et pour des fêtes. Ceci peut être obtenu par le regroupement temporaire de plusieurs salles ou circulations.1 salle polyvalente (pour la moitié des élèves au maximum) 1 m<sup>2</sup> par élève</p>
	Bibliothèque	<p>pour la bibliothèque et médiathèque de 0,35 à 0,55 m<sup>2</sup> par élève.</p> <p>La hauteur du plafond peut dépasser 3 m</p>

## Annexe 01

	Salle d'informatique	L'aménagement des postes de travail informatique doit suivre les directives propres au postes de travail équipés d'écrans pour cela le bord supérieur de l'écran devrais de situer en dessous de la hauteur des yeux de sorte que la tête soit inclinée de 15 a 20 degré
--	----------------------	--

Fonction	Espace	Exigence
Administration	Bureau du directeur	Doit être spacieux pour permettre d'accueillir des gens et organiser des réunions
	Secrétariat	Aménagé par un bureau de secrétaire et des bons d'attente
	Salle des profs	Doit disposer des casiers et une grande table

Fonction	Espace	Exigence
Consommation	<b>Cuisine</b>	La cantine (bruit) doit être loin des classes (Calme)
	<b>Salle à manger</b>	L'espace repas doit avoir plusieurs accès

## Annexe 01

### Les normes surfaciques des établissements scolaires selon « Neufert »

Fonctions	Espace	Surface m <sup>2</sup>
Enseignement	Salle de classe	65 à 70
	Salle de TP	70 à 75
	Local servant de réserve	30 à 40
	Salle polyvalente	80 à 85
	Activités artistiques	65 à 70

Fonctions	Espace	Surface m <sup>2</sup>
Administration	Bureau du directeur	20 à 25
	Secrétariat	15 à 20
	Infirmierie	20 à 25
	Loge pour gardien	20 à 25
	Salle des profs	80 à 85

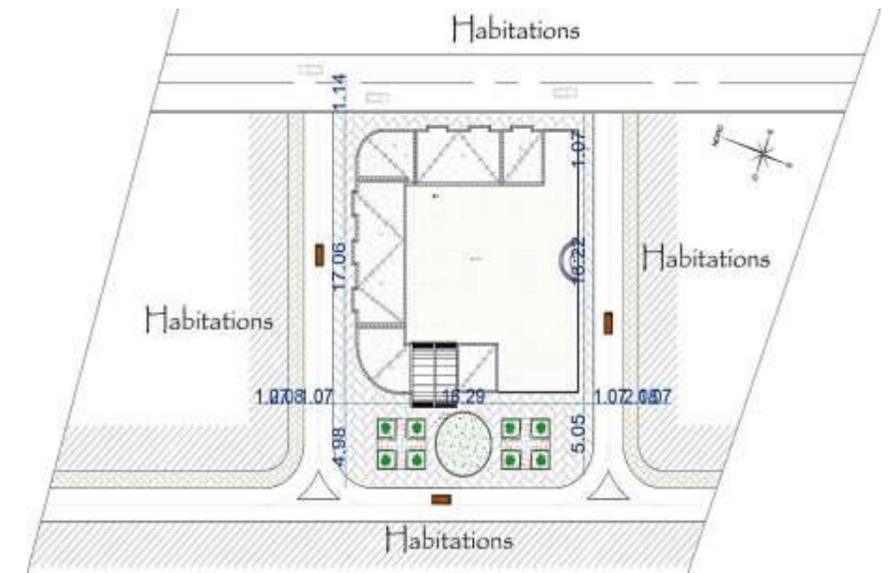
Fonctions	Espace	Surface m <sup>2</sup>
Entretien	Stockage fourniture	30
	Atelier de bricolage	40

Fonctions	Espace	Surface m <sup>2</sup>
Sport et loisir	Salle de sport	300
	Vestiaires	15

# GROUPE SCOLAIRE IBN BADISS A L'EUCALYPTUS



Vue sur le projet

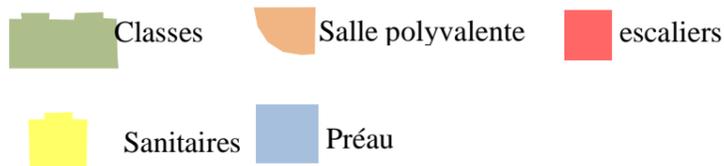


Plan de masse

## Fiche technique

- **Maitre de l'ouvrage :** ASSEMBLEE POPULAIRE COMMUNALE DES EUCALYPTUS
- **Emplacement :** cité Slimani commune d'EUCALYPTUS -ALGER-
- **Architecte :** ARCHITEAM architecte
- **Date de livraison :** 2011

## Légende



## Situation

- Le projet se trouve dans la commune des eucalyptus.
- Limite Nord par une voie impasse.
- Limite Sud par des habitations.
- Limite Ouest par une voie d'accès.
- Limite Est par un terrain vierge.

L'assiette du projet est de forme rectangulaire de 50 m de largeur et 40 m de longueur :  
 Un terrain légèrement en pente.  
 Le projet est en forme U orienté vers le sud



Plan RDC



Plan 1<sup>er</sup> étage

## Synthèse

- D'après l'analyse on peut dire que la conception des établissements scolaires en Algérie est très limitée et suit généralement le même plan typique soit dans la forme ou le programme mais ça n'empêche pas de prendre ses exemples comme référence surtout pour garder l'identité des équipements éducatifs algériens dans la conception de notre projet.
- Par ailleurs on remarque que :
  - Ce groupe scolaire se trouve dans un quartier résidentiel
  - La forme du bâti simple un seul bloc en forme U avec un gabarit en R+1
    - Le manque des terrains de jeux et l'utilisation des cours de récréation pour cette raison
    - Le Manque des espaces verts
    - Une distribution hiérarchique aux espaces par un seul espace de circulation

## Norme française d'éclairage dans les écoles (NBN NE-12464-1)

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	UGR	Uo	Ra	Remarques	Plan de référence
Salle de classe en primaire et secondaire	300	19	0,60	80	Un contrôle de l'éclairage est recommandé	0.85 m du sol par défaut.
Salle de classe pour les cours du soir et enseignement aux adultes	500	19	0,60	80	Un contrôle de l'éclairage est recommandé	
Auditorium, salle de conférence	500	19	0,60	80	Un contrôle de l'éclairage est recommandé	
Tableau noir, vert et blanc	500	19	0,70	80	1. Eviter les réflexes spéculaires 2. Un éclairage vertical convenable est recommandé pour l'enseignant/présentateur	Le plan vertical du tableau.
Table de démonstration	500	19	0,70	80	Pour les salles de conférence 750 lux	0.85 m du sol par défaut.
Salle d'art	500	19	0,60	80	-	
Salle d'art dans les écoles des beaux-Arts	750	19	0,70	80	$5000 \text{ K} \leq T_{cp} \leq 6500 \text{ K}$	
Salle de dessin industriel	750	16	0,70	80	-	
Salle de travaux pratiques et laboratoire	500	19	0,60	80	-	
Salle de travaux manuels	500	19	0,60	80	-	
Atelier d'enseignement	500	19	0,60	80	-	
Salle de pratique musicale	300	19	0,60	80	-	
Salle de pratique informatique	300	19	0,60	80	-	
Laboratoire de langues	300	19	0,60	80	-	

## Programme officiel pour les groupes scolaires d'enseignement fondamental (1er et 2ème cycle) en Algérie

TYPE	A			B			C			D		
LOCAUX	Nb	S/U	S/T	Nb	S/U	S/T	Nb	S/U	S/T	Nb	S/U	S/T
<b>A - enseignement :</b>												
- Salle ordinaire.	03	62	186	06	62	372	09	62	578	12	62	744
- Salle polyvalente	01	70	70	01	70	70	01	70	70	01	70	70
- Circulation de 15 %	-		39	-		66	-		95	-		123
Surface -A-	295 m <sup>2</sup>			508 m <sup>2</sup>			723 m <sup>2</sup>			937 m <sup>2</sup>		
<b>B - administration.</b>												
- Bureau	01	11	11	01	12	12	01	12	12	01	12	12
- Secrétaire	00		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
-Loge et s/ d' attente	01	04	04	01	05	05	01	05	05	01	05	05
Circulation de 15 %	-		03	-		03	-		03	-		03
Surface -B -	18 m <sup>2</sup>			20 m <sup>2</sup>			20m <sup>2</sup>			20 m <sup>2</sup>		
<b>C - Annexes :</b>												
- Réfectoire	01	65	65	02	70	140	02	70	140	02	110	220
- Cuisine	01	80	80	01	150	150	01	150	150	01	150	150
- Dépôt	01	07	07	01	09	09	01	09	09	01	09	09
- Bloc sanitaire	02	08	16	02	14,5	29	02	21	42	02	22,5	45
Circulation de 15 %	-		25	-		49	-		51	-		64
Surface -C-	193 m <sup>2</sup>			377 m <sup>2</sup>			392 m <sup>2</sup>			488 m <sup>2</sup>		
<b>D - Détente :</b>												
- Aire de récréation	01	900	900	01	1500	1500	01	1500	1500	01	1500	1500
Surface - A+B+C+D	1406 m <sup>2</sup>			2045 m <sup>2</sup>			2635 m <sup>2</sup>			2945 m <sup>2</sup>		
<b>E - Logement de fonction</b>												
- F4	01	82	82	01	82	82	01	82	82	01	82	82
- F3	02	70	140	05	70	350	08	70	560	11	70	770
Surface A+B+C+E	728 m <sup>2</sup>			1337 m <sup>2</sup>			1777 m <sup>2</sup>			2297 m <sup>2</sup>		
<b>Surface Totale</b>	<b>1628 m<sup>2</sup></b>			<b>2837 m<sup>2</sup></b>			<b>3277 m<sup>2</sup></b>			<b>3797 m<sup>2</sup></b>		

Source: Guide des constructions scolaires-Ministère de l'Education nationale

**Normes d'éclairage selon la RGPT**

	<b>Minimal</b>	<b>Recommandé</b>	<b>Idéal</b>
<b>Bibliothèque</b>	300 lux	500 lux	750 lux
<b>Classe</b>	300 lux	500 lux	750 lux
<b>Cuisine</b>	300 lux	500 lux	750 lux
<b>Salle de réunion</b>	300 lux	500 lux	750 lux
<b>Bureaux (travaux généraux)</b>	300 lux	500 lux	750 lux
<b>Bureau (lecture et écriture continue)</b>	500 lux	750 lux	1000 lux
<b>Parking</b>	50 lux	75 lux	100 lux
<b>Couloir</b>	100 lux	150 lux	200 lux
<b>Réfectoires</b>	150 lux	200 lux	300 lux
<b>Sanitaires</b>	100 lux	150 lux	200 lux

*Niveaux d'éclairage recommandés selon le RGPT et la norme NBN L 13-006*

## Fiche technique de type du vitrage utilisé

Spécifications techniques du MEDICLIMA 600  
Technical specifications of MEDICLIMA 600

MEDICLIMA 600 : vitrage à contrôle solaire (la couche en position 2) / MEDICLIMA 600 solar control glazing (the coated in position 2)												
Verre à couche MEDICLIMA 600 Coated glass MEDICLIMA 600	Ar (µm)	Verre float ou feuilleté Float or laminated glass	Assemblage / Assembly (T)	Domaine du visible / Visible domain		Ultraviolet	Energie solaire / Solar energy					Nuance
				Transmission T(%)	Réflexion R(%)		Transmission Tu(%)	Transmission Te(%)	Réflexion extérieure Re(%) / External reflection Re(%)	Absorption Ae(%) / Absorption	Facteur solaire g(%) (EN410) / Solar factors g(%) (EN410)	
4	16	4	4/16/4	64	15	12	30	43	25,6	32	1.0	Bleu / Blue
5	16	4	5/16/4	64	16	12	30	42	26,5	32	1.0	Bleu / Blue
6	16	6	6/16/6	64	15	12	30	40	30,3	32	1.0	Bleu / Blue
8	16	4	8/16/4	63	15	12	29	37	33,5	31	1.0	Bleu / Blue
5	16	5	5/16/5	62	16	11	29	32	26,7	31	1.0	Bleu / Blue
6	16	5	6/16/5	63	15	12	29	40	30,5	31	1.0	Bleu / Blue
8	16	5	8/16/5	63	15	11	29	37	33,7	31	1.0	Bleu / Blue
55.2	16	33.1	55.2 / 16/33.1	62	16	0	28	32	41,0	30	1.0	Bleu / Blue
64.3	16	33.1	64.3 / 16/33.1	62	16	0	27	31	41,9	30	1.0	Bleu / Blue
84.3	16	33.1	84.3 / 16/33.1	81	16	0	27	29	44,3	30	1.0	Bleu / Blue

**Combinaison / combination :**

Le MEDICLIMA 600 est toujours monté en double vitrage et la couche doit obligatoirement être en 2ème position. Afin d'obtenir d'autres fonctionnalités comme la sécurité et l'isolation acoustique, il est possible de le combiner avec d'autres types de verres comme le verre feuilleté.

MEDICLIMA 600 is always mounted in double glazing and the coating must be in Position 2. In order to obtain other features such as safety and sound insulation, it may be combined with other types of glass such as laminated glass.

Le MEDICLIMA 600 est conseillé pour les grands espaces vitrés fortement exposés aux rayons solaires comme des façades pleins sud ou sud-ouest, dans ces cas-là, on privilégie le contrôle solaire avec une valeur g de 32% et une transmission lumineuse Tl de 63% et cela avec une excellente isolation thermique évaluée à 1,0 (W/m<sup>2</sup>.K).

MEDICLIMA 600 is recommended for large glazed areas with high solar rays exposure, such as south or southwest façades in which we favor solar control with a g value of 32% and a light transmission Tl of 63% along with an excellent thermal insulation evaluated at 1.0 (W/m<sup>2</sup>.K).

**Applications / Applications:**

- Extérieures et principalement dans les grandes façades vitrées
- Dans les climats chauds et les grands espaces
- Fenêtres et portes-fenêtres de logements
- Verandas et loggias

Exterior and mainly in large glazed façades

- In hot climates and open spaces
- Glazed doors
- Verandas and loggias

**Avantages/ Benefits:**

- En hiver, il conserve la chaleur à l'intérieur de l'habitation. Il isole du froid extérieur et laisse pénétrer les rayons lumineux du soleil.
- En été, ce même vitrage apporte le contrôle solaire : il réduit la chaleur entrante du soleil tout en laissant passer la lumière.
- Offre un attrait visuel considérable aux vitrages grâce aux teintes qui varient selon les gammes.
- Offre une température agréable tout en minimisant les coûts d'énergie.

In winter, it keeps heat inside the house. It isolates from external cold and allows sunlight penetration.

- In summer, this same glazing provides solar control; it reduces incoming heat from sunrays while allowing the light to pass.
- Offers a considerable visual appeal to the glazing thanks to the shades that vary according to the ranges.
- Offers a pleasant temperature while minimizing energy costs.

## **Annexe : 02**

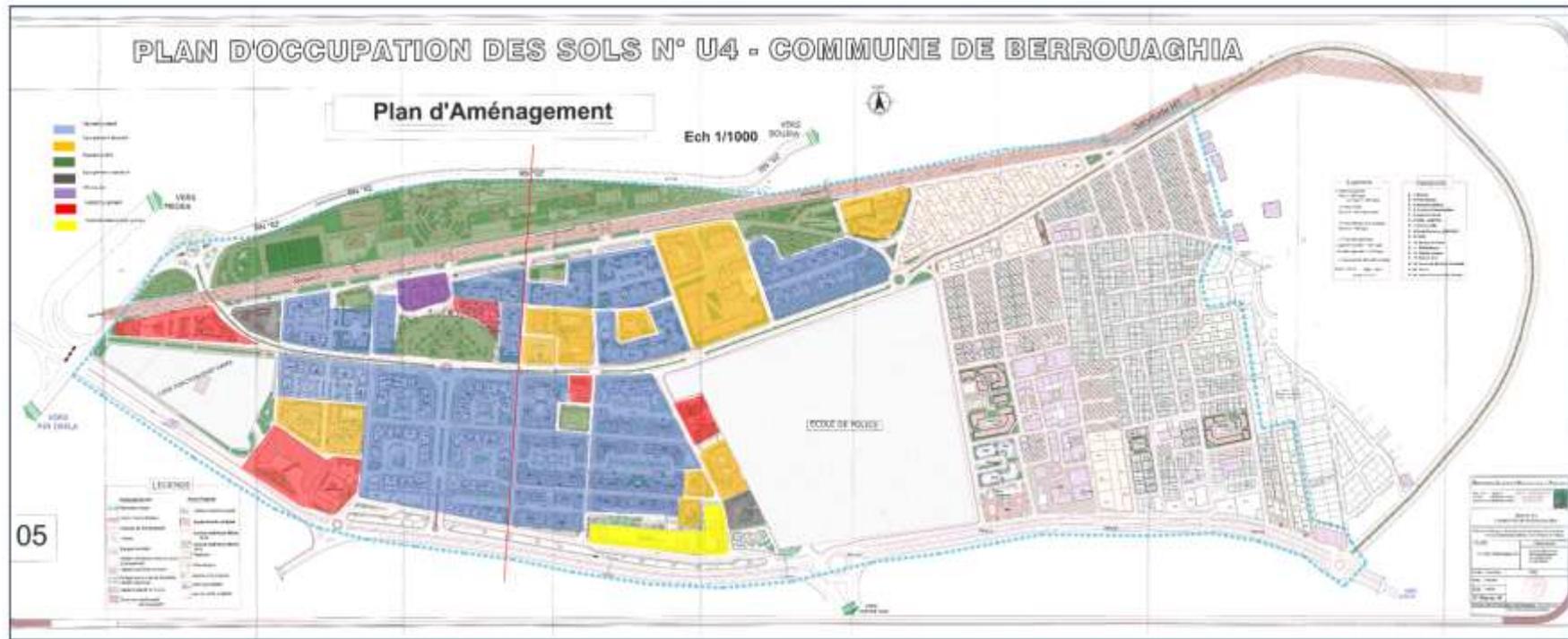
**Vue du terrain et à partir du terrain**



Annexe 02



# Analyse critique du POS



	Surface	Action proposé	Echéance
Pos N°04	358 ha	Aménagement -restructuration -densification	Court terme

Notre périmètre d'étude est d'une superficies de 358 hectares, c'est a l'entré nord-est de la Ville de Berrouaghia .

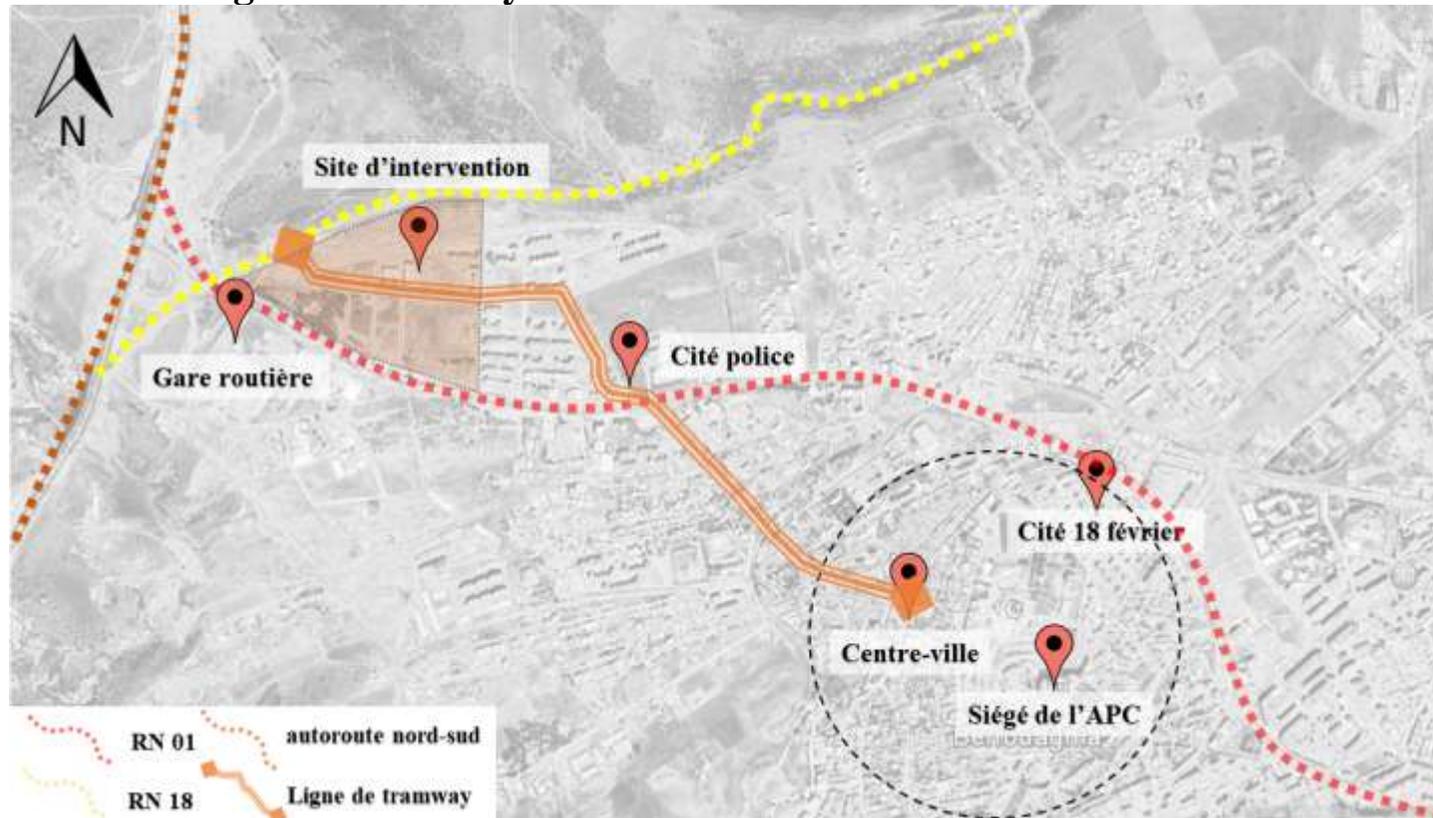
Ce POS est délimité par :

- Au Nord par l'évitement de Berrouaghia de la RN18
- Au Sud par la zone industrielle
- A l'Est par la RN1
- A l'Ouest par la RN1

### Synthèse :

La non continuité des espace publics et les espaces vert  
 L'emplacement des parking à l'intérieure des ilots et entre les blocs ( nuisance sonore et pollution )  
 Les habitation sont plus concentré sur la partie basse et opposé au boulevard et route principale ( nuisance sonore ) .  
 Manque d'équipement sanitaire  
 Prédominance d'une Typologie d'habitat collectif répétitif avec une grande densité .  
 Absence d'espace de regroupement  
 Le positionnement des parkings dans les espaces communs .  
 Manque d'espace de jeux pour enfants et de détente pour adulte .

## La proposition de la ligne de tramway



La proposition de conception d'une nouvelle ligne de tramway dans la ville de Berrouaghia a pour objectif de faire revivre l'ancienne chemin de fer d'origine de la ville pendant la période coloniale et qui traverse notre site d'intervention.

Le projet apportera une énorme amélioration stratégique dans les transports publics. Elle représente un élément central de la stratégie de mobilité durable, qui vise à améliorer les connexions de transport à travers la ville.

La ligne de tramway prend notre écoquartier comme point de départ, traverse la route nationale N01 vers le centre-ville de Berrouaghia sur un chemin de 2 Km.

Le projet apportera non seulement d'énormes avantages environnementaux, urbains, économiques et sociaux, introduisant un mode de transport plus durable que les autobus ou les voitures, mais aussi apportera une renaissance urbaine des voies.

## Le programme surfacique du groupe scolaire

	Espace	Nb	Surface m <sup>2</sup>
Enseignement			
Préscolaire	Salle de classe	2	72
	Salle polyvalente	1	72
	Salle de motricité	1	40
	Sanitaires G & F	1	30
Primaire	Salle de classe	10	58
	Salle polyvalente	1	72
	Sanitaires G & F	4	30
	Bureau bibliothèque	1	16
	Bibliothèque	1	144
	Stockage bibliothèque	1	21
	Annexe administration	1	56
CEM	Salle de classe	16	75
	Salle de TP	4	70
	Salle d'informatique	2	100
	Salle polyvalente	1	85
	Salle de musique	1	70
	Sanitaires G&F	8	30
	Bibliothèque	1	211
	Stockage matériel	1	36
	Surface total	3317 m <sup>2</sup>	

## Annexe 02

Espace	Nb	Surface m <sup>2</sup>
Administration		
Bureau du directeur	1	25
Secrétariat	1	20
Bureau des personnelles	6	20
Salle des profs	1	80
Infirmierie	1	25
Salle d'archive	1	30
Sanitaires H&F	2	40
Salle des réunions	1	60
Loge de gardien	1	20
Surface total	460 m <sup>2</sup>	

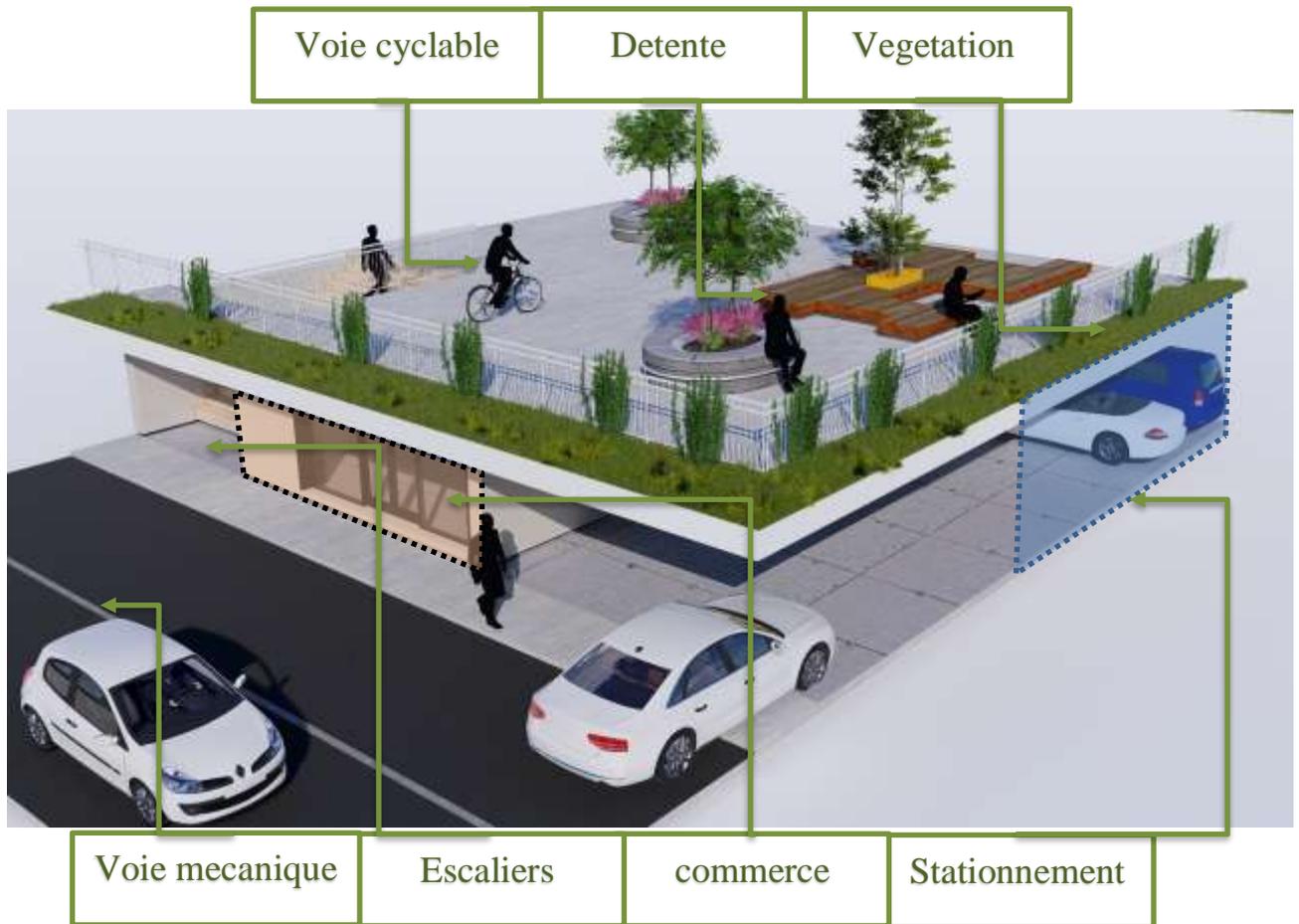
Espace	Nb	Surface m <sup>2</sup>
Sport et loisir		
Salle de sport	1	<b>460</b>
Vestiaire	2	<b>15</b>
Sanitaires G&F	1	<b>40</b>
Local réserve	1	<b>20</b>
Local technique	1	<b>20</b>
Bureau	1	<b>20</b>
Surface total	600m <sup>2</sup>	

## Annexe 02

Espace	Nb	Surface m <sup>2</sup>
<b>Consommation</b>		
Cuisine	1	68
Laverie	1	26
Salle à manger	1	720
Local réserve	1	35
Local poubelle	1	8
Chambre froide	1	30
Vestiaire	2	15
Sanitaires H&F	1	30
<b>Surface total</b>	<b>950 m<sup>2</sup></b>	

Espace	Nb	SUm <sup>2</sup>
<b>Entretien</b>		
Stockage de fourniture	2	30
Atelier de bricolage	1	40
Local technique	1	25
Chaufferie	1	25
Aire de livraison	1	95
Bureau des marchandises	1	21
<b>Surface total</b>	<b>261 m<sup>2</sup></b>	

### Coupe 3D sur l'esplanade



### Coupe 3D sur la voie mécanique et la voie piétonne



Voie mecanique



Voie piétonne et le jardin filtrant

## **Annexe : 03**

# Annexe 03



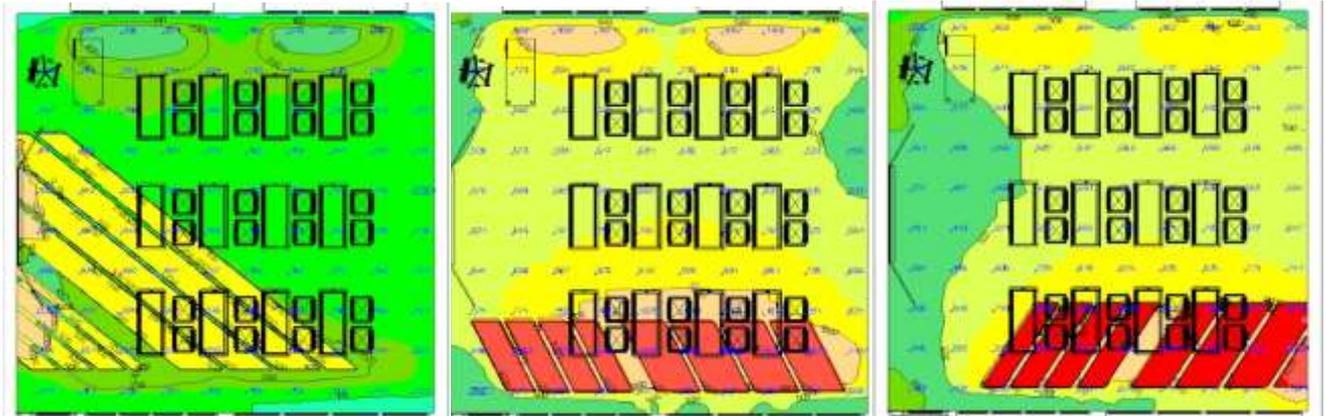
## Cas initial

9h

11h

15h

Septembre



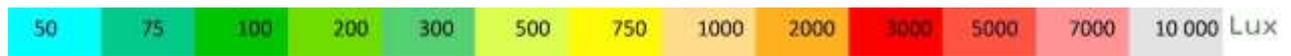
Mars



Mai



# Annexe 03



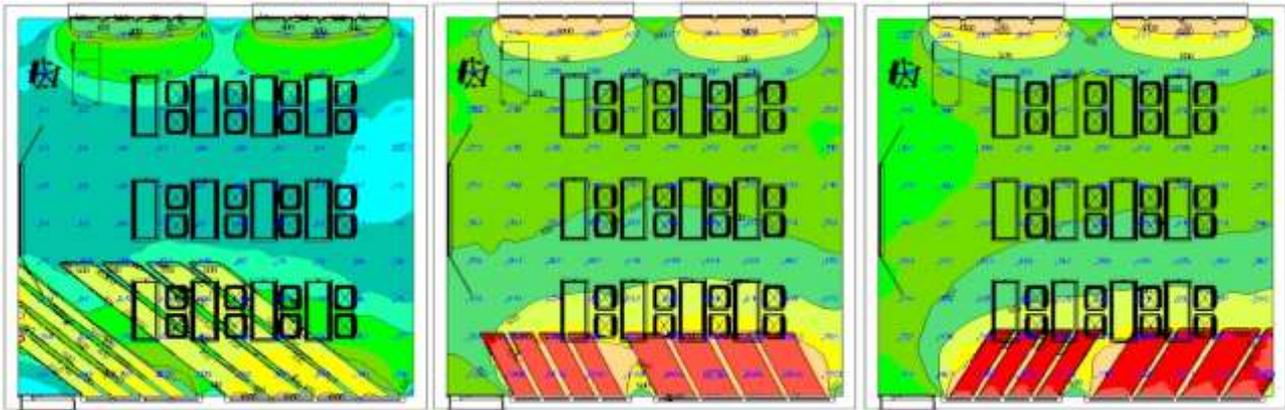
## Allège de fenêtre(0.2)

9h

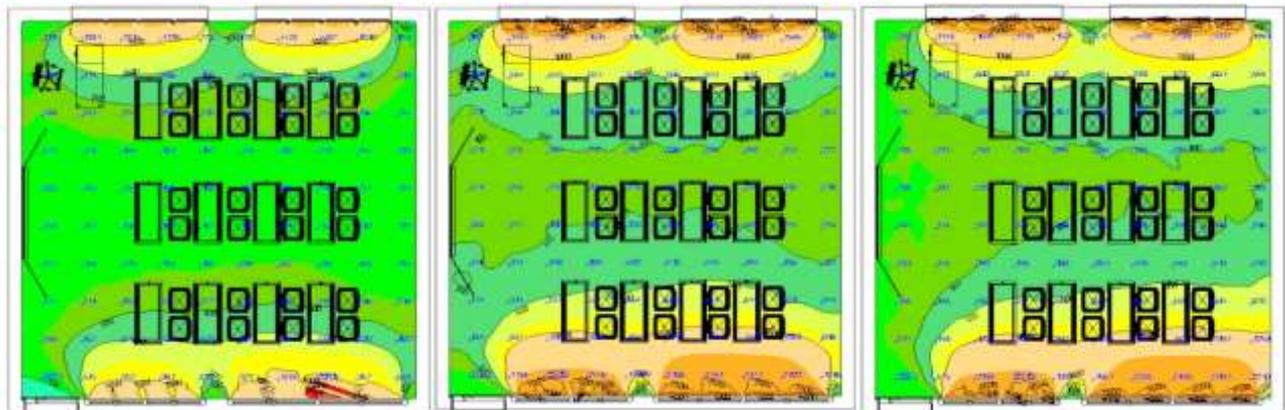
11h

15h

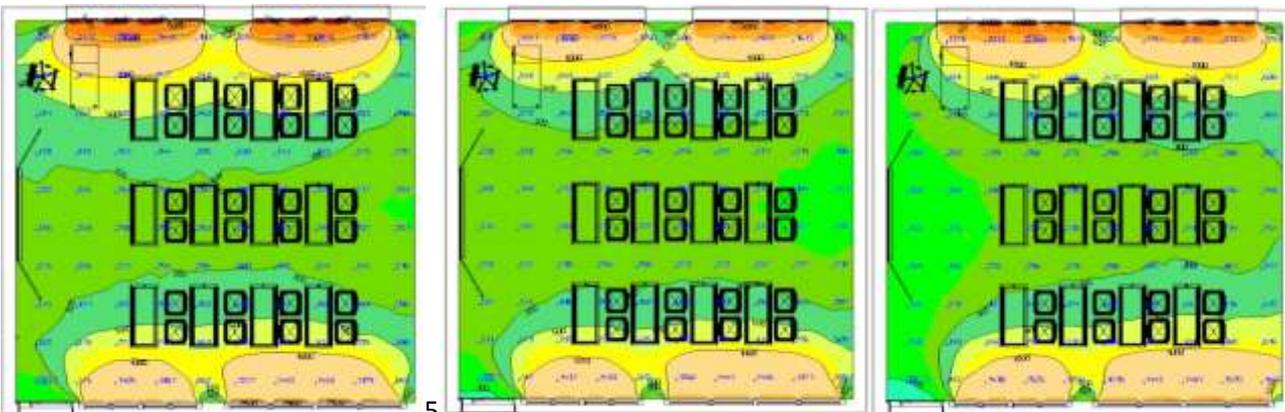
Septembre



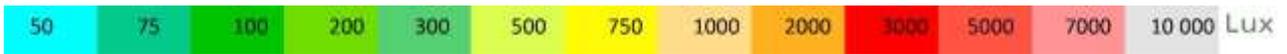
Mars



Mai



# Annexe 03



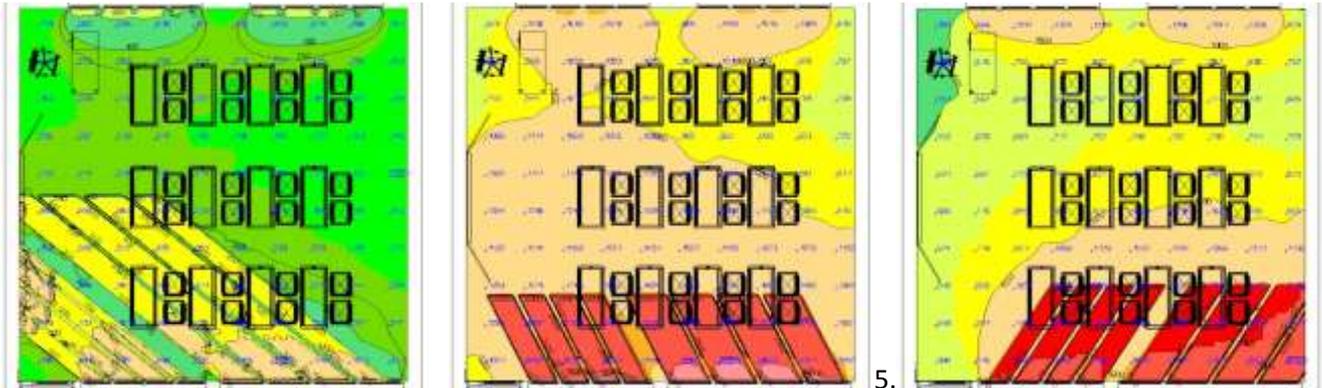
## Allège de fenêtre(0.5)

9h

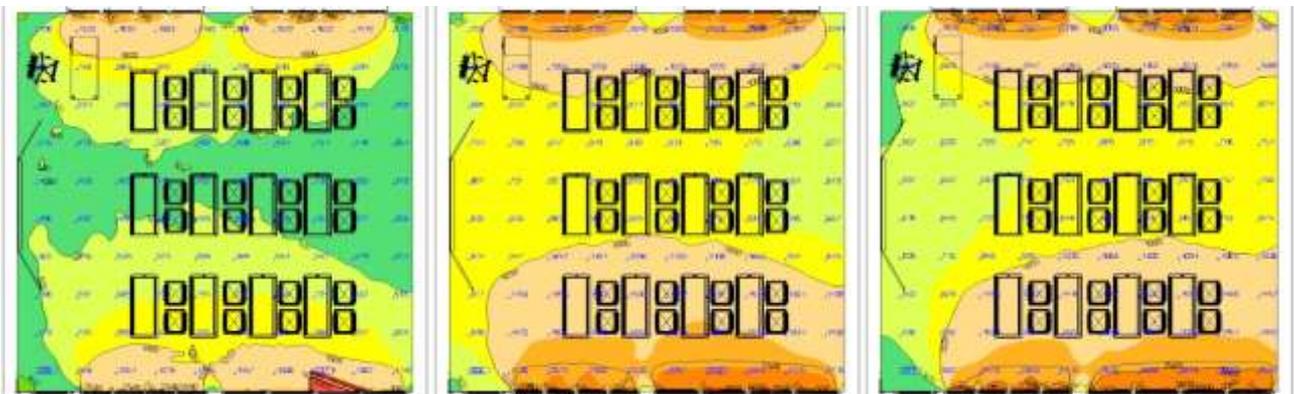
11h

15h

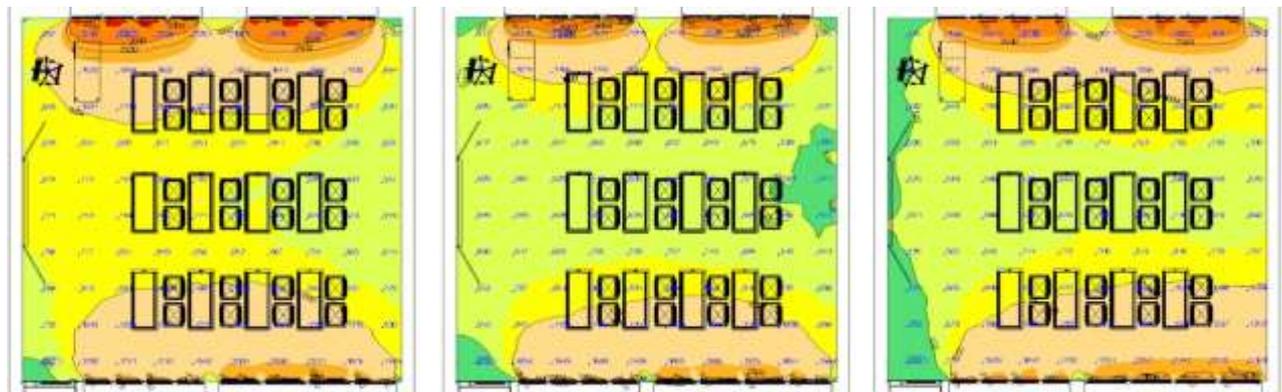
Septembre



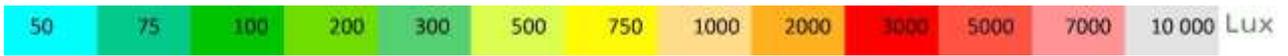
Mars



Mai



# Annexe 03



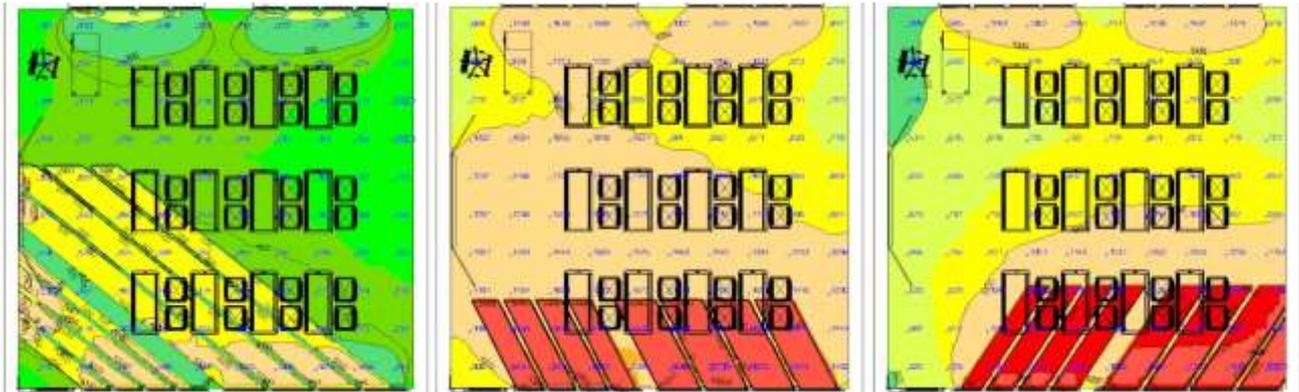
## Allège de fenêtre(0.7)

9h

11h

15h

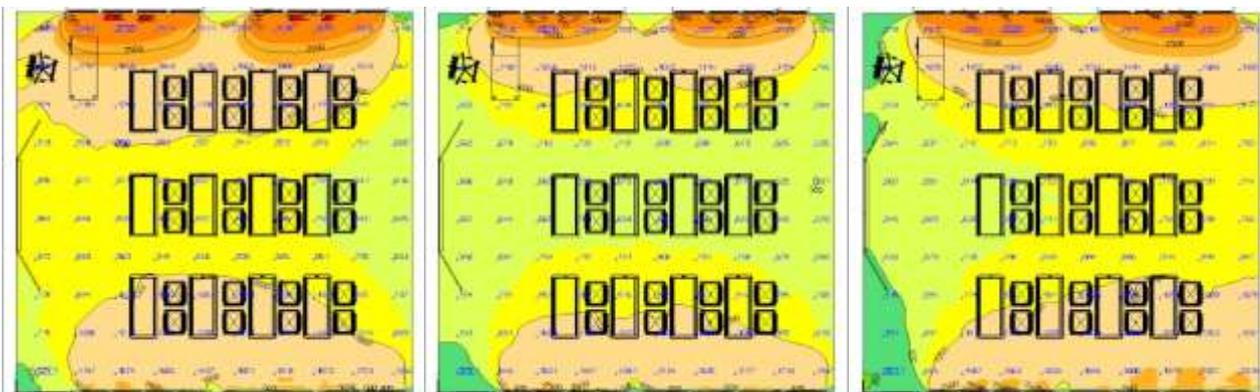
Septembre



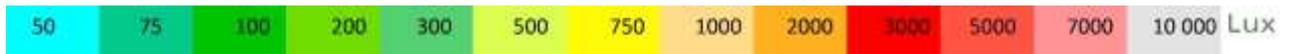
Mars



Mai



# Annexe 03



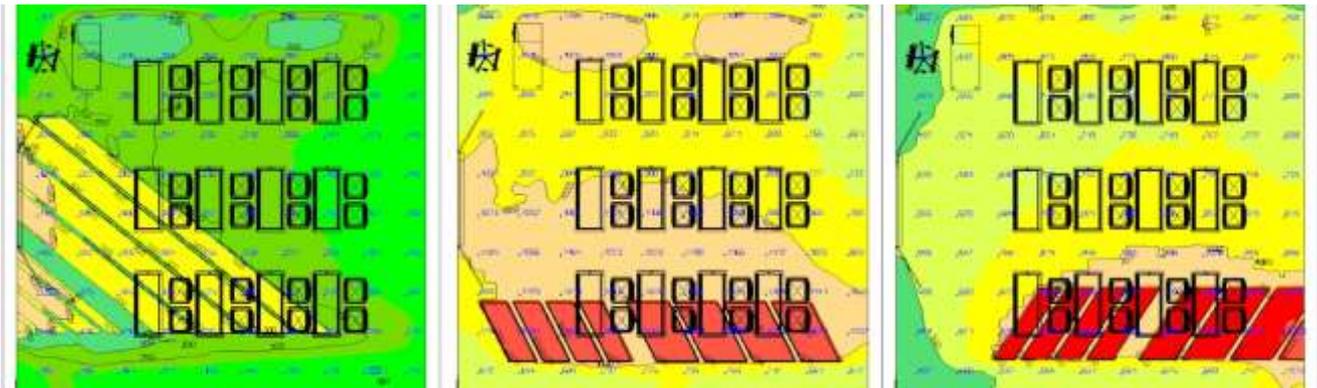
## Allège de fenêtre(1.1)

9h

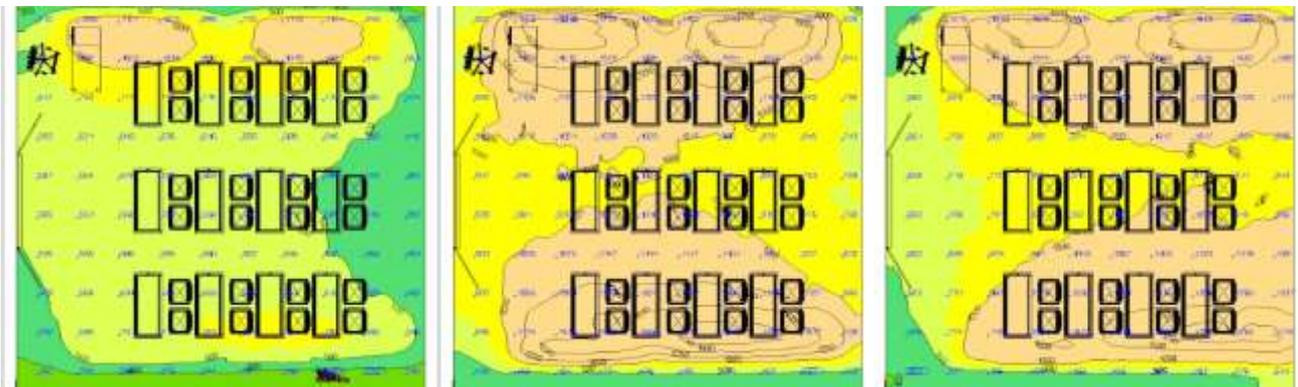
11h

15h

Septembre



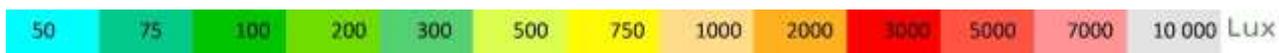
Mars



Mars



# Annexe 03



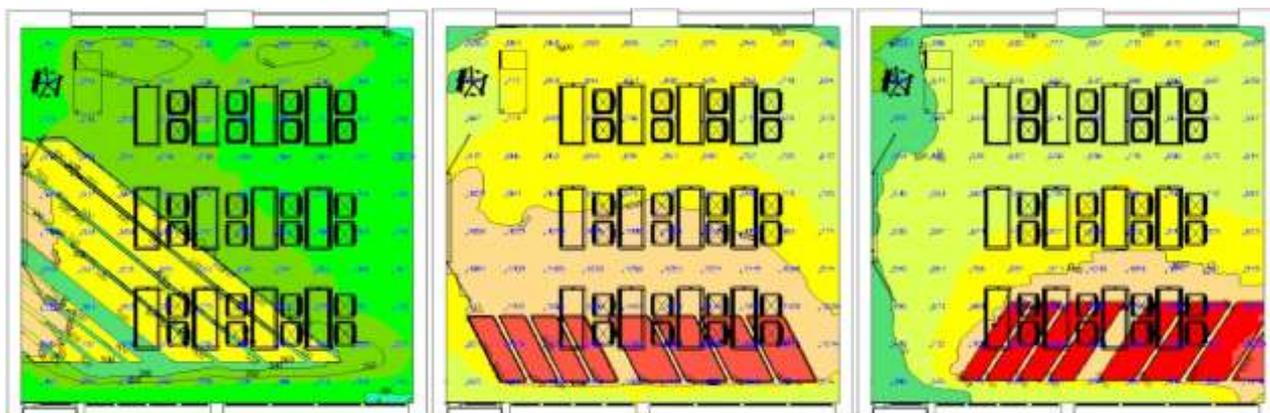
## Jambage des fenêtres nord (protection verticale) 30 cm

9h

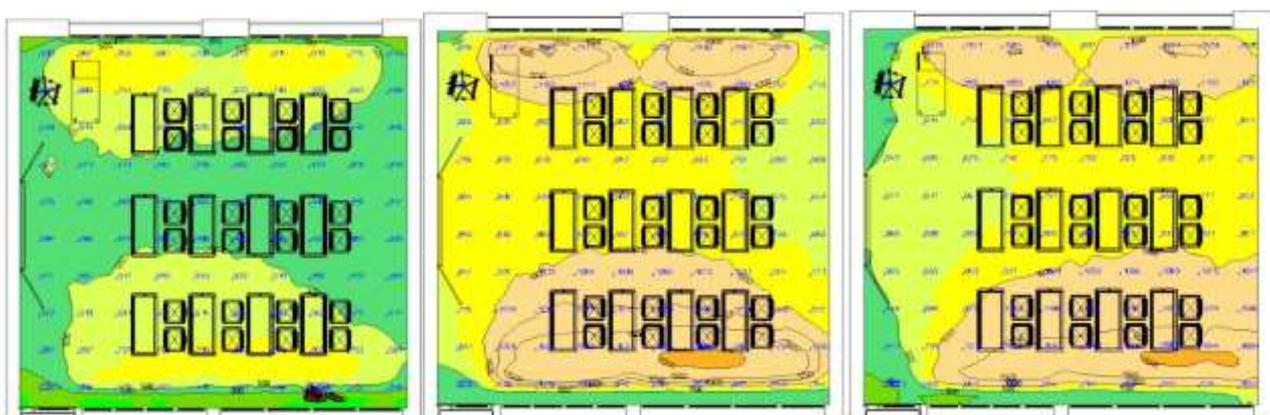
11h

15h

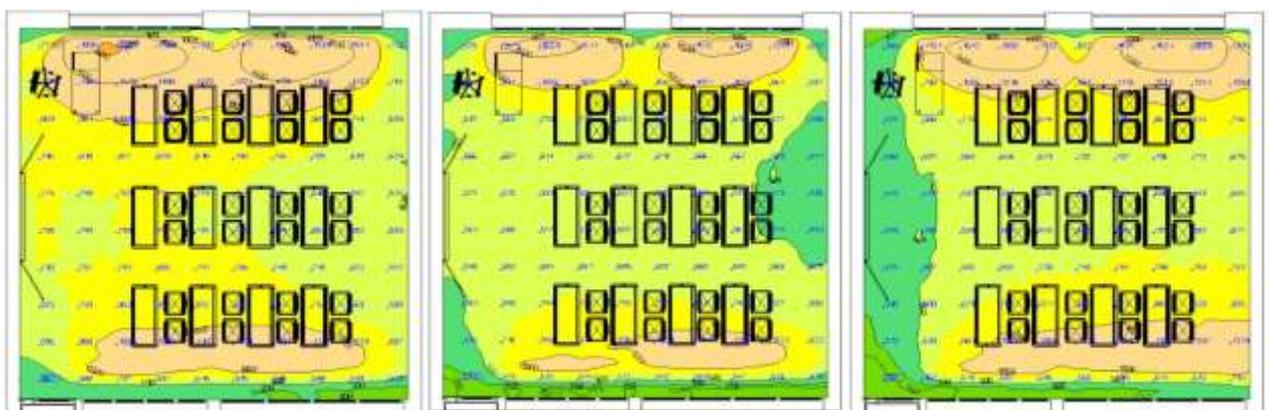
Septembre



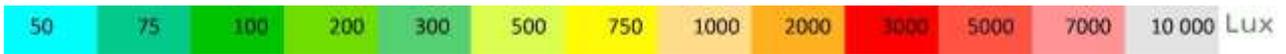
Mars



Mai



# Annexe 03



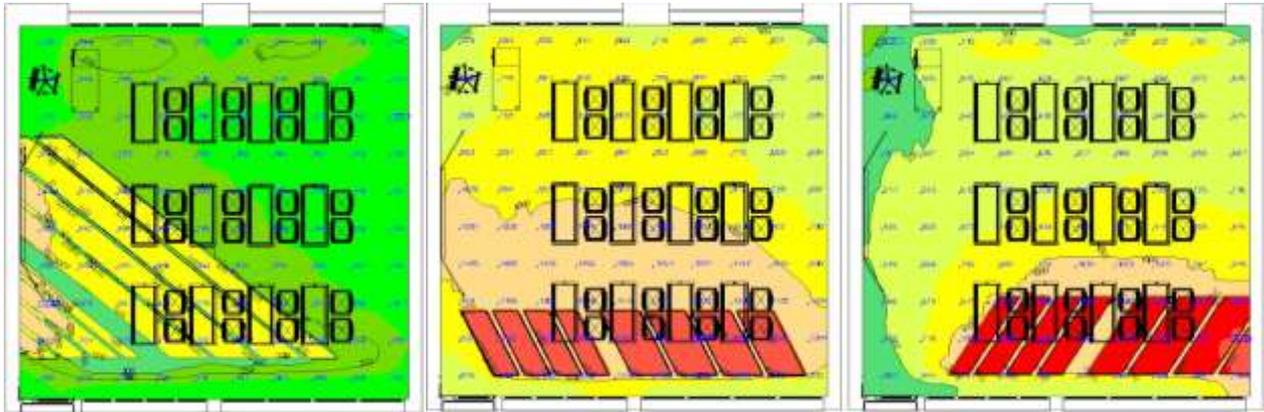
## Jambage des fenêtres nord (protection verticale) 30 cm

9h

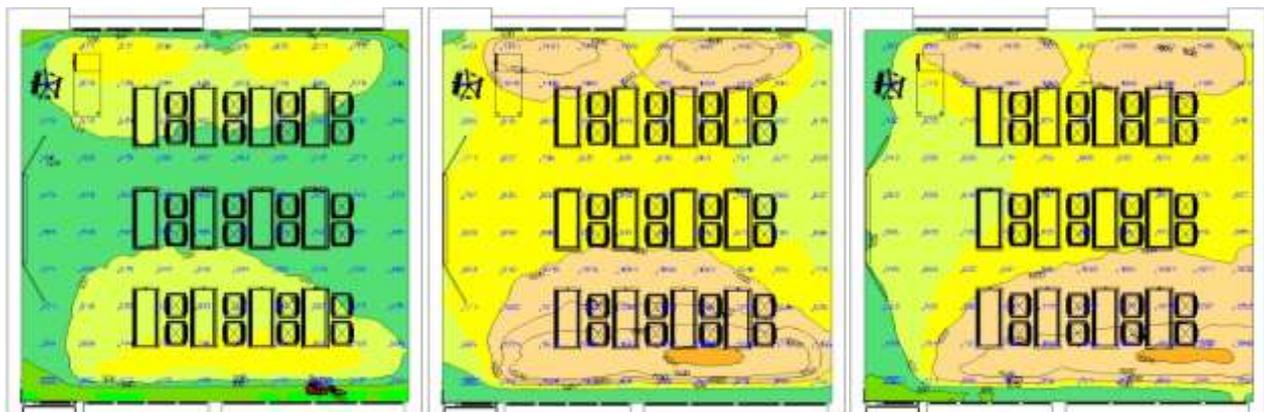
11h

15h

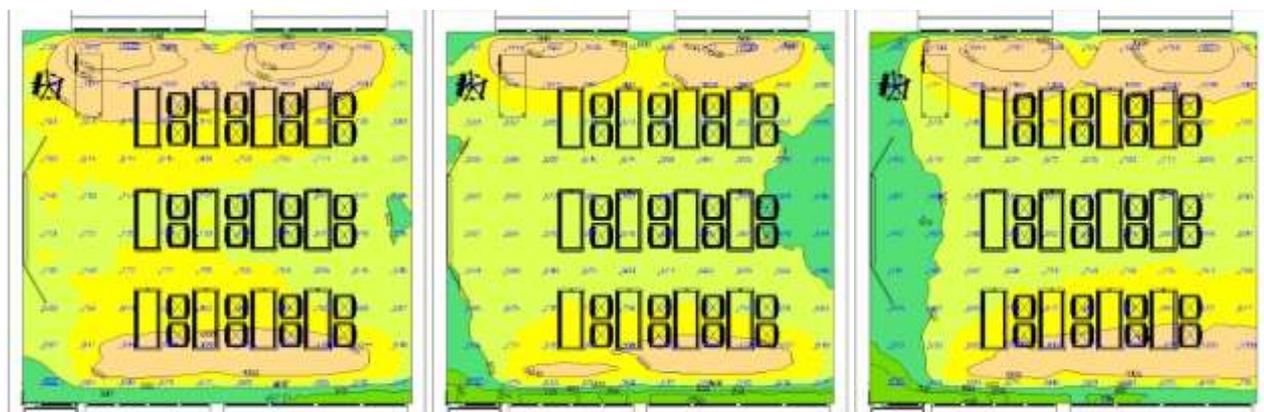
Septembre



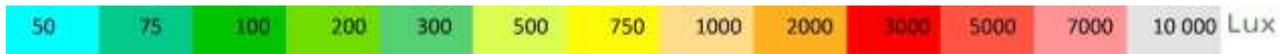
Mars



Mai



# Annexe 03



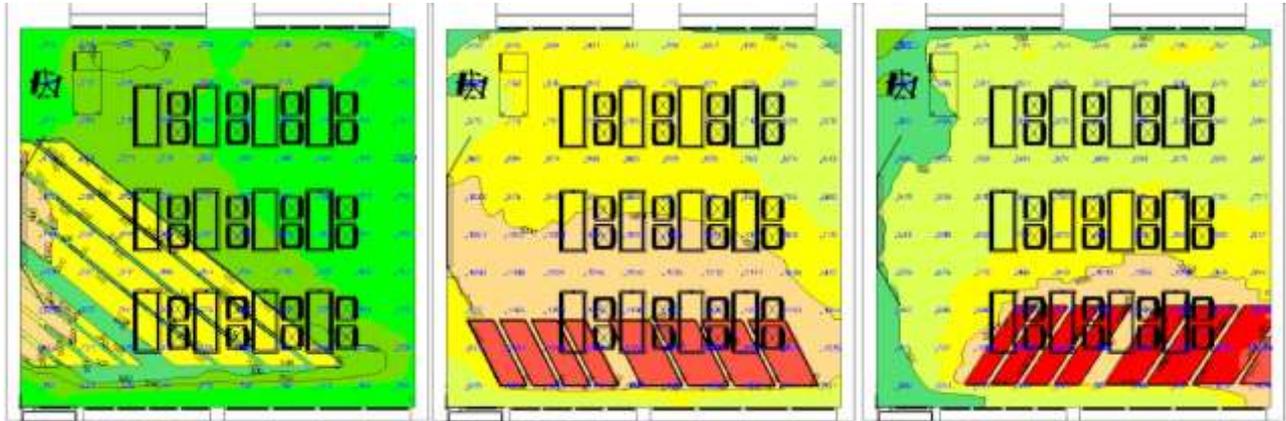
## Jambage des fenêtres nord (protection verticale) 30 cm

9h

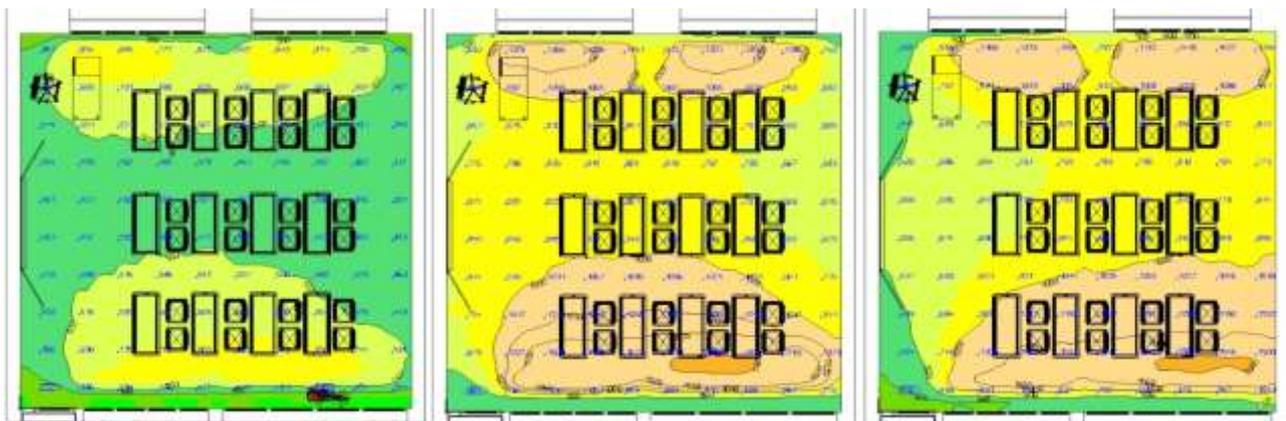
11h

15h

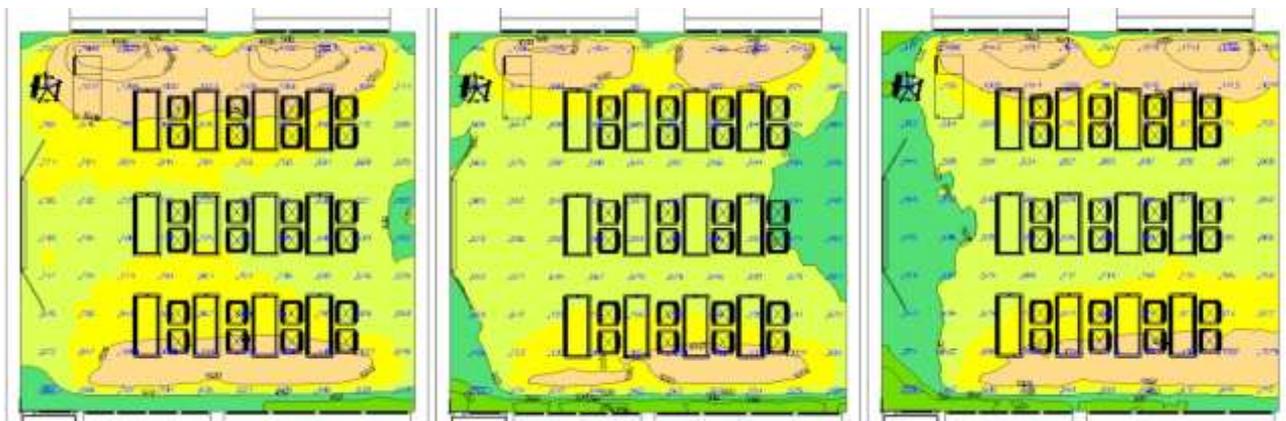
Septembre



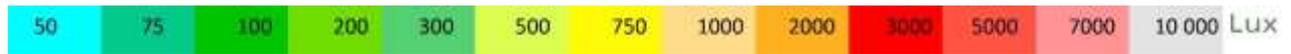
Mars



Mai



# Annexe 03



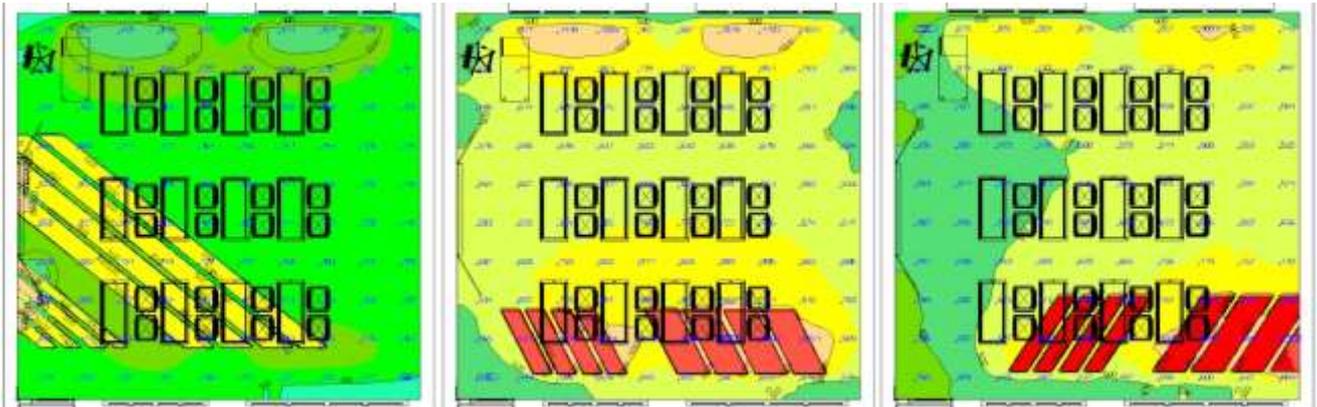
Pourcentage de fenêtre (20%)

9h

11h

15h

Septembre



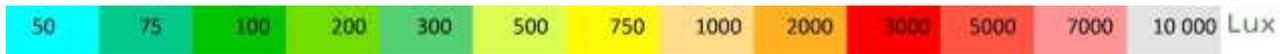
Mars



Mai



# Annexe 03



Pourcentage de fenêtre (25%)

9h

11h

15h

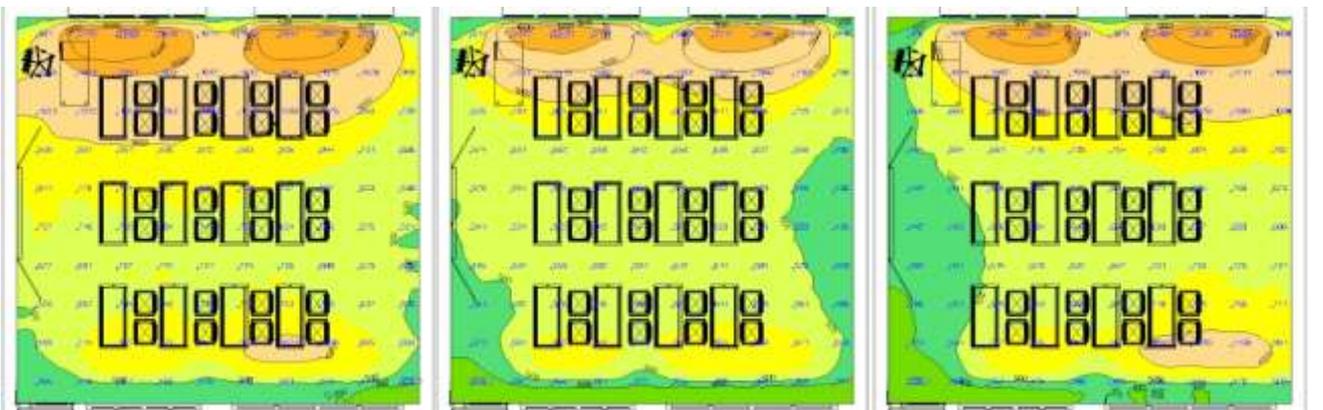
Septembre



Mars



Mai



# Annexe 03



## Combinaison des indicateurs

9h

11h

15h

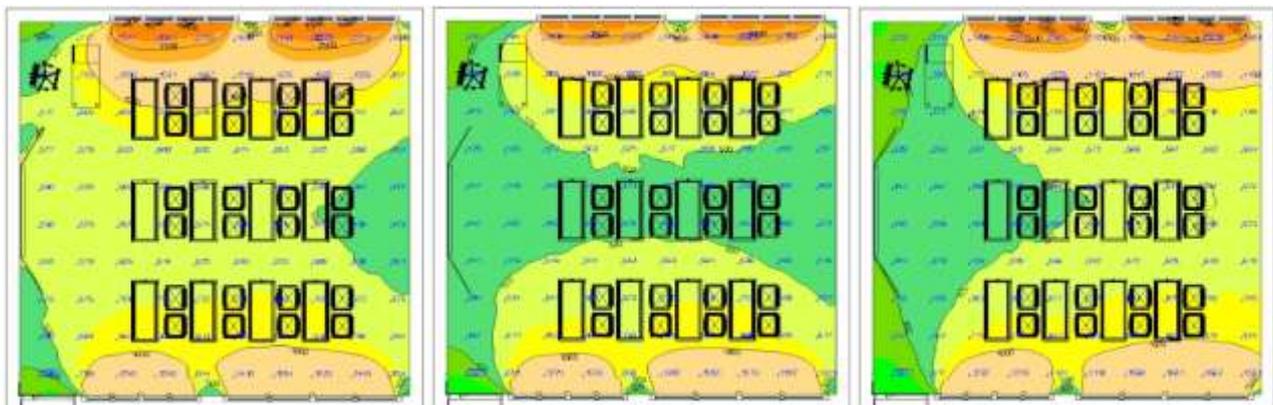
Septembre

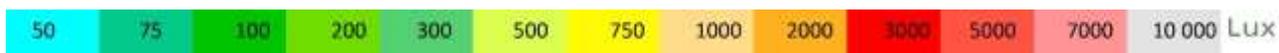


Mars



Mai





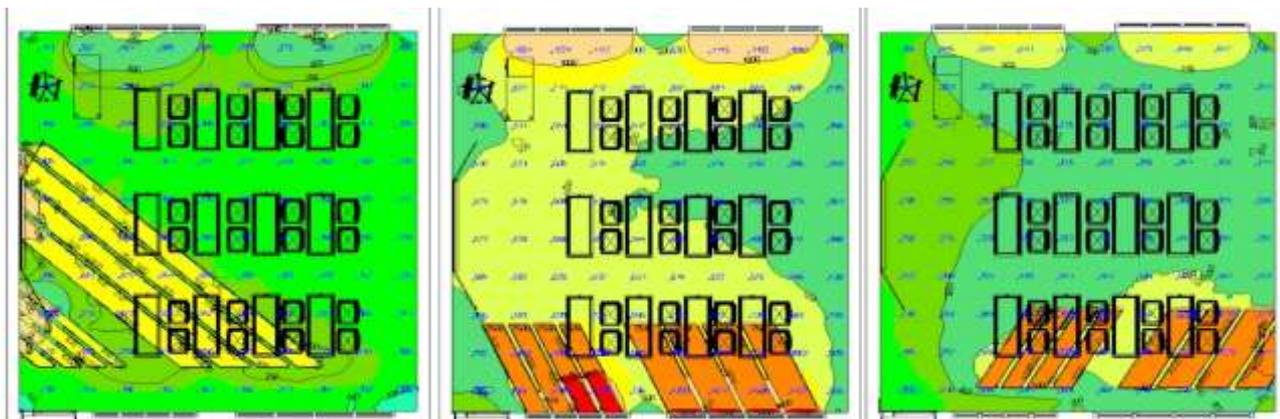
## Double vitrage à faible émissivité

9h

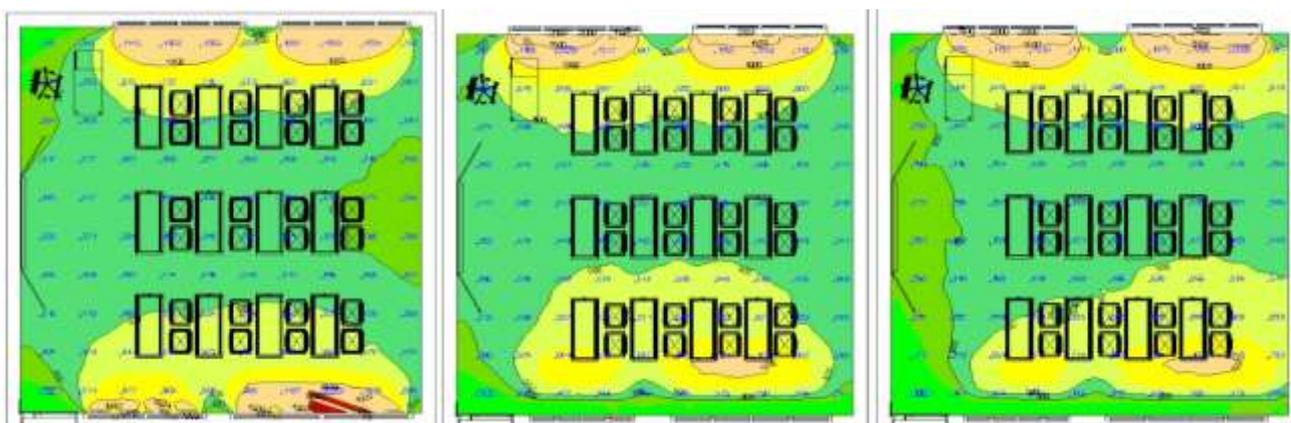
11h

15h

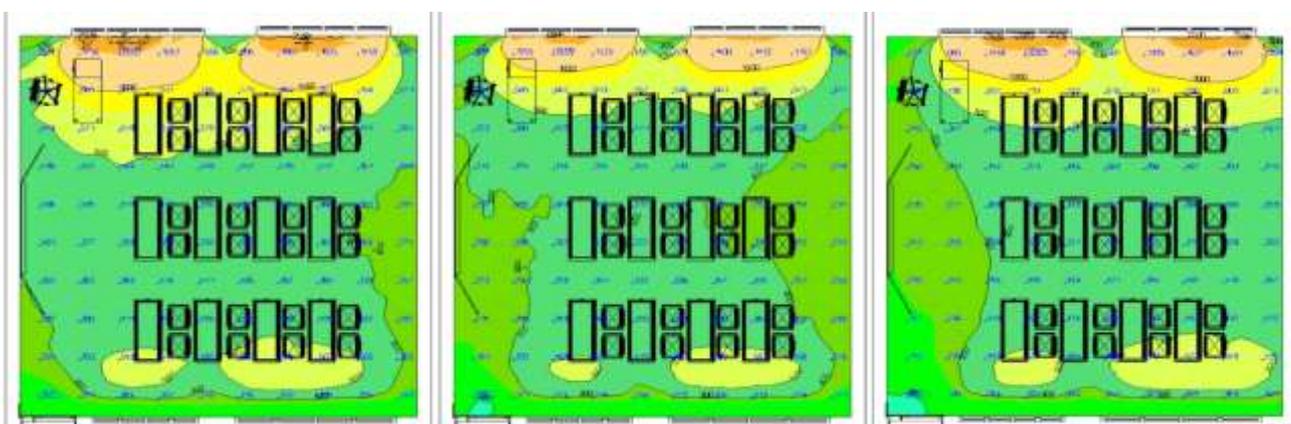
Septembre



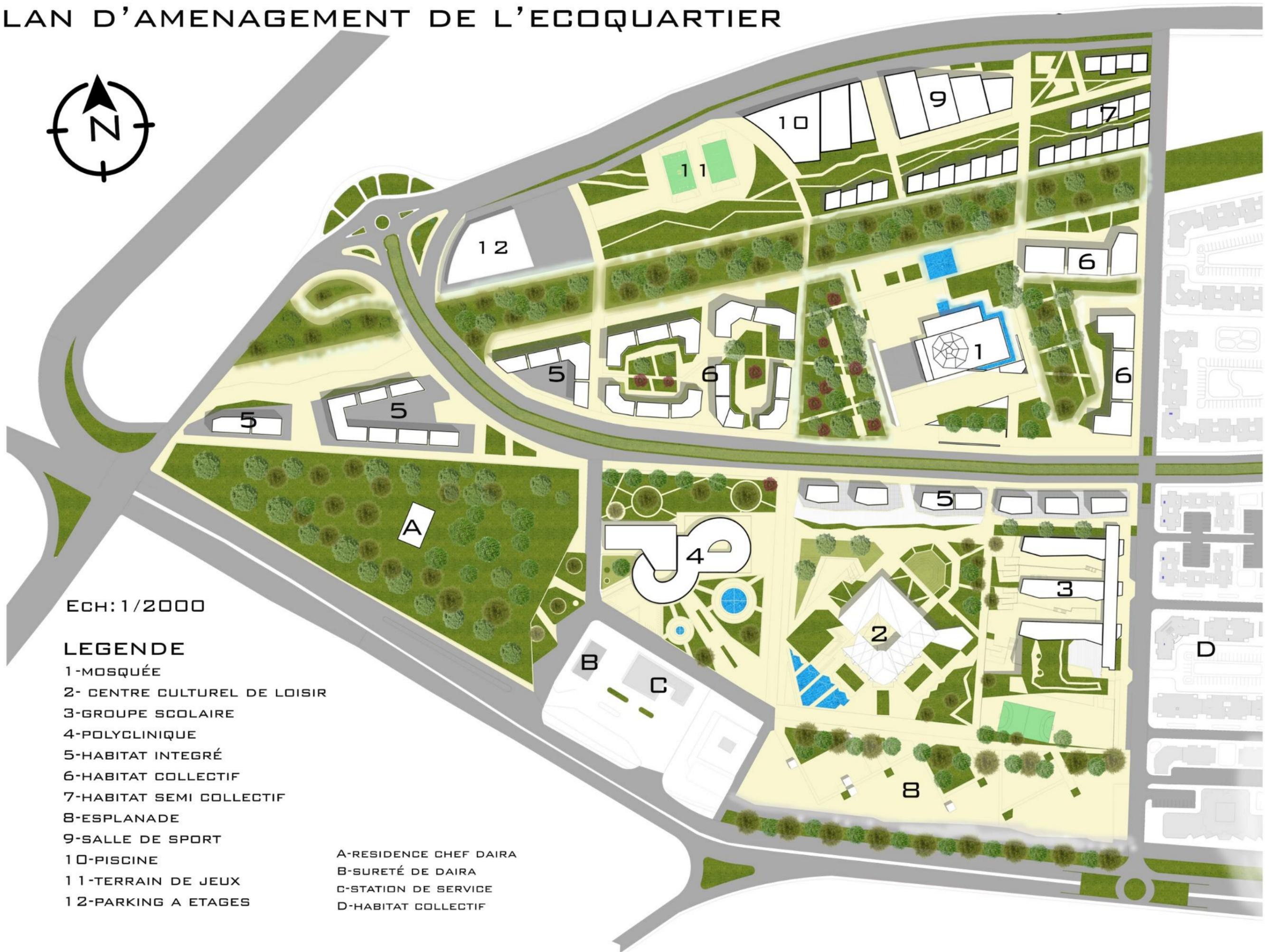
Mars



Mai



# PLAN D'AMENAGEMENT DE L'ECOQUARTIER



ECH: 1/2000

## LEGENDE

- 1-MOSQUÉE
- 2- CENTRE CULTUREL DE LOISIR
- 3-GROUPE SCOLAIRE
- 4-POLYCLINIQUE
- 5-HABITAT INTEGRÉ
- 6-HABITAT COLLECTIF
- 7-HABITAT SEMI COLLECTIF
- 8-ESPLANADE
- 9-SALLE DE SPORT
- 10-PISCINE
- 11-TERRAIN DE JEUX
- 12-PARKING A ETAGES

- A-RESIDENCE CHEF DAIRA
- B-SURETÉ DE DAIRA
- C-STATION DE SERVICE
- D-HABITAT COLLECTIF