



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



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTÉ : DE GENECIVIL ET ARCHITECTURE**

**DÉPARTEMENT : D'ARCHITECTURE**

### **MÉMOIRE DE MASTER**

**Présenté par :**

**Ben Abdesselam Ahmed amine**

**DOMAINE : Architecture, Urbanisme & Métiers de la Ville.**

**FILIERE : Architecture.**

**OPTION : architecture et environnement**

#### **Thème**

**CONCEPTION D'ECOLE MATERNELLE ET ELEMENTAIRE  
DURABLE DANS LA VILLE DE DJELFA**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Membre1 : BELMECHRI HABIBA	MAA	Président
Membre2 : SAAD SAOUD WAHID	MAA	Examineur1
Membre3 : MOULAY REDOUANE	MAB	Examineur2
Membre4 : AMIEUR RACHID	MAA	Rapporteur

**Promotion : Juin - 2019**



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



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL**

**DEPARTEMENT : D'ARCHITECTURE**

---

### **RESUME DE MEMOIRE DE MASTER**

**Domaine : Architecture, urbanisme et métiers de la Ville**

**Filière : Architecture**

**Option : Architecture et environnement**

**Thème : Conception d'école élémentaire et maternelle durable à la ville de Djelfa.**

**Présenté par :**

- Ben Abdeslam Ahmed Amine

**Encadré par :**

- Mr. Amieur Rachid

**Résumé :**

L'architecture durable, qui signifie concevoir des bâtiments dans le respect de l'environnement et réduire la consommation d'énergie et les ressources, est devenue l'objectif de tous, ainsi qu'en Algérie, où la conception des bâtiments devenait s'aligner avec cette démarche environnementale qui permet d'intégrer le bâtiment dans son contexte urbain, social et climatique et de tirer profit des potentialités et richesses de la ville.

Nous nous sommes donc concentrés sur les relations entre l'architecture scolaire et le confort des élèves et la durabilité.

A travers ce modeste travail nous avons essayé de concevoir une école élémentaire et maternelle durable dans la ville de Djelfa caractérisée par un climat froid et semi-aride suivant une méthode conceptuelle environnementale, dans le but de répondre aux exigences en assurant un confort thermique et visuel. Les techniques utilisées pour les atteindre sont testées par des logiciels de simulation numérique.

**Mots clés :** architecture durable, école élémentaire et maternelle, la ville de DJELFA, confort thermique et visuel.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية/معهد: الهندسة المعمارية والمدنية  
قسم: الهندسة المعمارية.

## ملخص مذكرة الماستر

**الميدان:** العمارة وتخطيط المدن وتداولات المدينة.

**الشعبة:** هندسة المعمارية

**التخصص:** هندسة معمارية وبيئة

**عنوان المذكرة:** تصميم مدرسة ابتدائية وحضانة مستدامة بمدينة الجلفة

**تقديم الطالب:**

■ بن عبد السلام احمد امين

**الأستاذ المؤطر:**

■ عمير رشيد

**ملخص المذكرة:**

اصبحت العمارة المستدامة والتي نعني بها تصميم المباني بأسلوب يحترم البيئة ويقلل من استهلاك الطاقة والموارد، هدف الجميع، وكذا الجزائر بحيث أصبح تصميم المباني فيها يتماشى مع هذا النهج البيئي الذي يسمح بدمج المبنى في سياقه الحضري والاجتماعي والمناخي والاستفادة من امكانيات وثروة كل مدينة. لذا ركزنا على العلاقة بين فن العمارة المدرسية وراحة الطالب وتحقيق الاستدامة. فمن خلال هذا العمل المتواضع حاولنا تصميم مدرسة ابتدائية وحضانة في مدينة الجلفة التي تتميز بمناخ بارد شتاء وشبه جاف صيفا وذلك بطريقة تصميمية مستدامة، من أجل تلبية المتطلبات التي تضمن الراحة الحرارية والبصرية. يتم اختبار التقنيات المستخدمة لتحقيقها بواسطة برنامج المحاكاة العددية.

**الكلمات المفتاحية:** الهندسة المعمارية المستدامة، مدرسة ابتدائية وحضانة، مدينة الجلفة، الراحة الحرارية والبصرية.



Democratic and popular Algerian republic ministry of higher education and scientific research



## **University Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTY: ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**  
**ARCHITECTURE DEPARTEMENT**

---

### **ABSTRACT OF MASTER'S MEMORY**

**Domain: Architecture, urban planning and city trades**

**sector: Architecture**

**speciality: Architecture and environment**

**Theme: Sustainable Elementary School and Kindergarten Design in the City of Djelfa.**

**Présented by :**

- Ben abdesselam Ahmed amine

**Supervised by :**

- Mr. Amieur Rachid

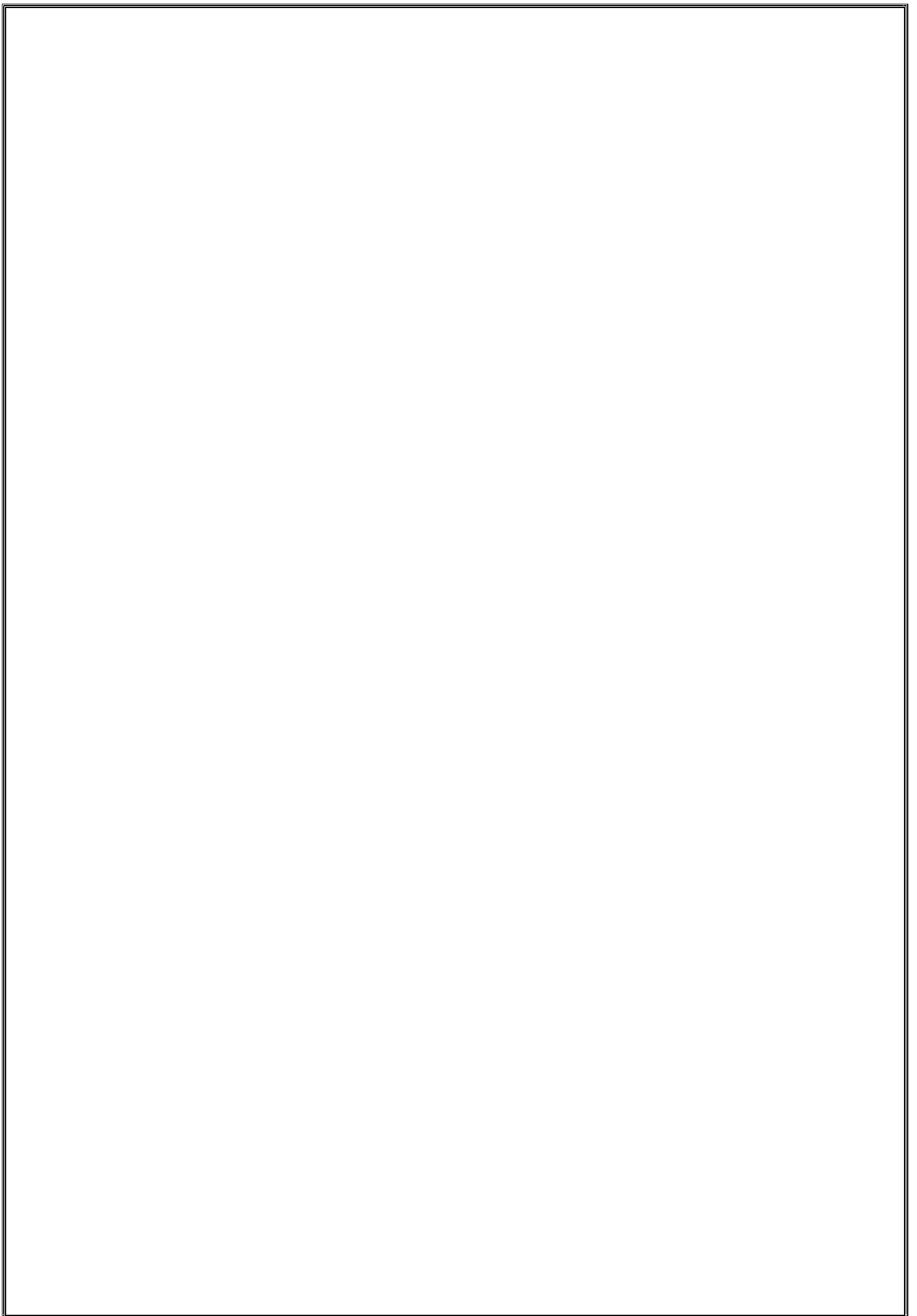
**Abstract :**

Sustainable architecture, which means designing buildings that respect the environment and reducing energy consumption and resources, has become everyone's goal, as well as in Algeria, where the design of buildings has become a reality. align with this environmental approach which allows to integrate the building in its urban, social and climatic and to take advantage of the potential and wealth of each city.

We, therefore, focused on the relationship between school architecture and student comfort and sustainability.

Through this modest work, we have tried to design a sustainable elementary and maternal school in the city of Djelfa characterized by a cold and semi-arid climate following an environmental conceptual method, in order to meet the requirements by ensuring thermal and visual comfort. The techniques used to achieve them are tested by numerical simulation software.

**Keywords :** sustainable architecture, elementary school, and kindergarten, the city of DJELFA, thermal and visual comfort.

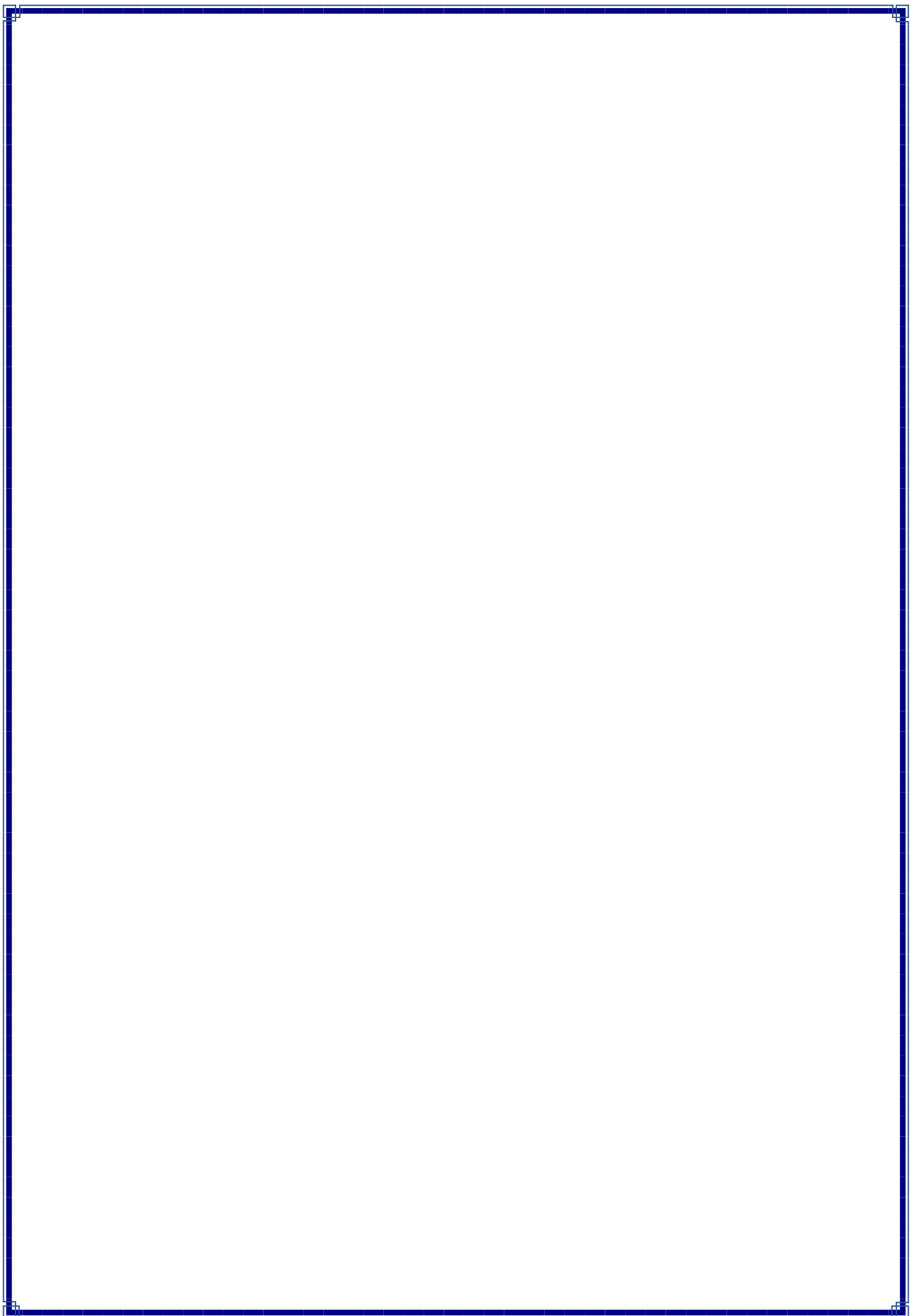


# Sommaire

<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>.....</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>.....</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE :.....</b>	<b>1</b>
MOTIVATION DE CHOIX DE THEME :.....	2
MOTIVATION DU LA VILLE (DJELFA) :.....	2
PROBLEMATIQUE :.....	2
OBJECTIFS :.....	3
METHODOLOGIE DE RECHERCHE :.....	3
<b>CHAPITRE I : APPROCHE THEMATIQUE.....</b>	<b>4</b>
INTRODUCTION :.....	5
I-1 LES EDUCATIONS :.....	5
I-2 L'IMPACT DE L'ECOLE MATERNELLE SUR L'ENFANT :.....	6
I-3 LE ROLE DE L'ECOLE PRIMAIRE :.....	6
I-4 L'EVOLUTION HISTORIQUE DE L'ECOLE PRIMAIRE :.....	7
I-5 EN ALGERIE :.....	11
I-5-1 L'école algérienne après l'indépendance :.....	11
I-5-2 L'école algérienne aujourd'hui :.....	11
I-6 SYNTHESE DE CHAPITRE :.....	12
<b>CHAPITRE II : APPROCHE ENVIRONNEMENTALE.....</b>	<b>13</b>
INTRODUCTION :.....	14
II-1 DEFINITIONS DES CONCEPTS :.....	14
II-2 LES PRINCIPES DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :.....	14
II-2-1 L'implantation :.....	14
II-2-2 Orientation :.....	15
II-2-3 Isolation :.....	15
II-2-4 Minimisation des pertes énergétiques :.....	15
II-2-5 Privilégier les apports thermiques naturels et gratuits :.....	15
II-2-6 Les apports de lumière naturelle :.....	15
II-2-7 Privilégier le rafraîchissement naturel :.....	15
II-2-8 Choix réfléchi des modes de chauffage :.....	15
II-2-9 Choix réfléchi des matériaux :.....	16
II-2-10 Gestion de l'eau :.....	16
II-2-11 Végétation :.....	16
II-3 LE CONFORT THERMIQUE :.....	16
II-4 LE CONFORT VISUEL :.....	17
II-5 LA STRATEGIE DE LA LUMIERE NATURELLE :.....	17
II-6 LES STRATEGIES DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :.....	18
II-6-1 La stratégie du froid :.....	18
II-6-2 La stratégie du chaud :.....	18
II-7 VENTILATION :.....	19
II-8 CONSTRUIRE EN CLIMAT FROID ET SEMI-ARIDE :.....	20
II-8-1 Adaptation à l'échelle urbaine :.....	20
II-8-2 Adaptation à l'échelle bâtiment :.....	20
II-10 SYNTHESE :.....	22

<b>CHAPITRE III : APPROCHE ANALYTIQUE .....</b>	<b>23</b>
INTRODUCTION :.....	24
III - 1 EXEMPLE 01 : ECO-ECOLE MATERNELLE DE LA MARE HUGUET BOUTOURS : .....	24
III - 2 EXEMPLE 02 : ECO-ECOLE MATERNELLE ET ELEMENTAIRE DE POLE ENSEIGNEMENT LOISIR DE BOUC BEL AIR.....	30
III - 3 EXEMPLE 03 : GROUPE SCOLAIRE ECOLE MATERNELLE ET PRIMAIRE MONTROTIER	39
III - 4 SYNTHÈSE : .....	45
<b>CHAPITRE IV : APPROCHE CONTEXTUELLE .....</b>	<b>46</b>
INTRODUCTION :.....	47
IV - 1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE LA VILLE DJELFA : .....	47
IV - 1 - 1 Situation géographique.....	47
IV - 1 - 2 Situation administrative : .....	47
IV - 2 ACCESSIBILITÉ DE LA WILAYA : .....	48
IV - 2 - 1 L'accessibilité à l'échelle territoriale .....	48
IV - 2 - 2 L'accessibilité à l'échelle régionale : .....	48
IV - 3 APERÇU HISTORIQUE DE LA VILLE DJELFA : .....	48
IV - 4 L'ANALYTIQUE DE CLIMAT : .....	49
IV - 4 - 1 Zone et climat de la ville de Djelfa : .....	49
IV - 4 - 2 Climatologie de la ville de Djelfa .....	49
IV - 4 - 3 Température et humidité .....	50
IV - 4 - 4 Précipitations .....	50
IV - 4 - 5 Les vents : .....	50
IV - 4 - 6 L'ensoleillement : .....	51
IV - 4 - 7 Le nombre des jours de gelée et neige : .....	51
IV - 4 - 8 Le diagramme Psychométrique (Givoni) : .....	52
IV - 5 ANALYSE DU SITE.....	53
IV - 6 LE CHOIX DE SITE .....	53
IV - 7 LES CRITÈRES DE CHOIX DE SITE.....	53
IV - 8 FICHE TECHNIQUE : .....	53
IV - 8 - 1 Dimensionnement du site : .....	54
<b>CHAPITRE V : APPROCHE PROGRAMMATION .....</b>	<b>59</b>
INTRODUCTION :.....	60
V - 1 LE PROGRAMME QUANTITATIF DES EXEMPLES : .....	60
V - 2 LE PROGRAMME QUANTITATIF DES ÉCOLES PRIMAIRES EN ALGÈRE : .....	60
V - 3 L'ORGANIGRAMME FONCTIONNEL : .....	61
V - 4 LE PROGRAMME QUANTITATIF PROPOSÉ : .....	61
V - 5 LE PROGRAMME QUALITATIF : .....	63
<b>CHAPITRE VI : APPROCHE CONCEPTUELLE .....</b>	<b>69</b>
VI - 1 LES CONCEPTS ET LES PRINCIPES DU PROJET : .....	70
VI - 1 - 1 Les concepts liés au programme : .....	70
VI - 1 - 2 Les concepts projectifs (liés à l'architecture) : .....	70
VI - 1 - 3 Les concepts liés à la durabilité : .....	71
VI - 2 LA GÈNESE DE PROJET : .....	71
VI - 2 - 1 Matérialisation des idées : .....	73
VI - 3 PLAN DE MASSE : .....	77
VI - 4 CONCEPTION DES PLANS INTÉRIEUR : .....	78
VI - 5 COMPOSITION DES FAÇADES : .....	81

<b>CHAPITRE VII : ETUDE TECHNIQUE .....</b>	<b>91</b>
VII - 1 SYSTEME CONSTRUCTIF : .....	92
VII - 2 MATERIAUX DE CONSTRUCTION (SOLS, MURS ET FAÇADES) : .....	93
<b>CHAPITRE VIII : APPROCHE DURABILITE &amp; SIMULATIONCONFORT VISUEL .....</b>	<b>96</b>
VIII - 1 PROBLEMATIQUE : .....	98
VIII - 2 OBJECTIF : .....	98
VIII - 3 OUTIL : .....	98
VIII - 4 PERIODE DE SIMULATION : .....	100
<b>CONCLUSION GENERALE : .....</b>	<b>117</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE : .....</b>	<b>118</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>119</b>





## Table de figure

FIGURE 1 : SCHEMA DE METHODOLOGIE DE CETTE RECHERCHE .....	3
FIGURE 2 : PLAN D'UNE ECOLE ELEMENTAIRE MUTUELLE DE 350 ELEVES. ....	7
FIGURE 3: INTERIEUR DE LA SALLE DE CLASSE MUTUELLE.....	7
FIGURE 4 : LA MAIRIE ET L'ECOLE DES GARÇONS DE TREMBLAY, VERS 1920.....	7
FIGURE 5: PLAN DE L'ÉCOLE « IN DER PROBSTEI.....	8
FIGURE 6: ÉCOLE « IN DER PROBSTEI »,.....	8
FIGURE 7:VUE D'ENSEMBLE DU GROUPE SCOLAIRE.....	9
FIGURE 8: GROUPE SCOLAIRE KARL-MARX, VILLEJUIF : VUE EN PLAN DU RDC.....	9
FIGURE 9: PLAN DE L'ECOLE OPENLUCHT SCHOOL D'AMSTERDAM, .....	9
FIGURE 10: OPENLUCHT SCHOOL D'AMSTERDAM. ....	9
FIGURE 11: OPEN CLASSROOMS, GRANADA COMMUNITY SCHOOL.....	10
FIGURE 12: CHRISTIAN KEREZ : ECOLE LEUTSCHENBACH, ZURICH, ZONE COMMUNAUTAIRE A L'ETAGE. ....	10
FIGURE 13: FAÇADE DE CHRISTIAN KEREZ : ECOLE LEUTSCHENBACH, .....	10
FIGURE 14:ÉCOLE FONDAMENTAL D'AIN NADJA, .....	11
FIGURE 15:ÉCOLE CHOUHADA BOUDEHOUCHE BELKACEM ET AHMED TARGA OUZAMOUR .....	11
FIGURE 16: IMPLANTATION TIEN TIENT COMPTE DU RELIEF DES VENTS LOCAUX,.....	14
FIGURE 17:L'ORIENTATION DE QUELQUES PIECES PAR RAPPORT AUX VENTS.....	15
FIGURE 18: LES PARAMETRES DE CONFORT THERMIQUE. ....	16
FIGURE 19: LES COMPOSANTES DE LA LUMIERE NATURELLE A L'INTERIEUR D'UN LOCAL .....	17
FIGURE 20: STRATEGIES D'OUVERTURE ET DU CONTROLE DE LA LUMIERE NATURELLE. ....	17
FIGURE 21: LES PRINCIPES DU CONFORT D'ETE. ....	18
FIGURE 22: LES PRINCIPES DU CONFORT D'HIVER. ....	18
FIGURE 23: LA VENTILATION NATURELLE. ....	19
FIGURE 24: PLANIFICATION POUR LE SOLEIL D'HIVER. ....	20
FIGURE 25: L'OBSTACLE DES VENTS.....	20
FIGURE 26: ESPACES TAMPONS ORGANISES PAR ZONAGE. D'URBANISME BIOCLIMATIQUES .....	20
FIGURE 27 : PRINCIPE DE DISTRIBUTION DE LA CHALEUR PAR THERMOCIRCULATION. ....	21
FIGURE 28: LES FACTEURS INTERVENANT DANS LA THERMIQUE DE LA FENETRE. ....	21
FIGURE 29: LES DIFFERENTES COUCHES D'UN TOIT VEGETALISE. ....	21
FIGURE 30: LA SERRE EST UN MILIEU : FONCTIONNEMENT D'HIVER ET D'ETE. ....	22
FIGURE 31: SCHEMA DE PRINCIPE DU MUR CAPTEUR. ....	22
FIGURE 32:ÉCO-ECOLE MATERNELLE DE LA MARE HUGUET BOUTOURS. ....	24
FIGURE 33: PLAN DE SITUATION DU PROJET. ....	24
FIGURE 34: CARTE GEOGRAPHIQUE.....	24
FIGURE 35: PLAN DE MASSE. ....	25
FIGURE 36: PLAN RDC.....	25
FIGURE 37:SCHEMA D'ORGANIGRAMME SPATIAL ET FONCTIONNELS .....	26
FIGURE 38 : ESPACE INTERIEUR. ....	26
FIGURE 39: COUPE DE L'ECOLE MATERNELLE.....	27
FIGURE 40: L'ECOLE MATERNELLE.....	28
FIGURE 41:LES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION.....	28
FIGURE 42:FROMAGAS FLOORBOARD S3.....	28
FIGURE 43: TOUR A VENT .....	28
FIGURE 44: LES PANNEAUX RAYONNANT ZEHNDER EN PLAFONDS.....	29
FIGURE 45: FAÇADE DE L'ECOLE MATERNELLE. ....	29
FIGURE 46: ESPACE DE CIRCULATION.....	29
FIGURE 47:BOTTE DES PAILLES SUR LES MURS.....	29
FIGURE 48: POLE ENSEIGNEMENT LOISIR DE BOUC BEL AIR. ....	30
FIGURE 49: PLAN DE SITUATION DU PROJET. ....	30

FIGURE 50: CARTE GEOGRAPHIQUE.....	30
FIGURE 51: PLAN DE MASSE.....	31
FIGURE 52: SCHEMA DU DEVELOPPEMENT DE LA VOLUMETRIE. ....	31
FIGURE 53: PLAN DE RDC. ....	32
FIGURE 54: FAÇADE SUD-ECOLE MATERNELLE. ....	32
FIGURE 55: FAÇADE NORD-ECOLE MATERNELLE. ....	33
FIGURE 56: PLAN RDC. ....	33
FIGURE 57: COUPE DE L'ECOLE ELEMENTAIRE. ....	34
FIGURE 58: FAÇADE SUD-ECOLE ELEMENTAIRE. ....	34
FIGURE 59: FAÇADE NORD-ECOLE ELEMENTAIRE. ....	34
FIGURE 60: PLAN RDC. ....	35
FIGURE 61: LES COUPES.....	35
FIGURE 62: FAÇADE DE LOCAUX SERVICES. ....	36
FIGURE 63: PLAN DE LOCAL CLSH.....	36
FIGURE 64: SCHEMA DE L'ORGANIGRAMME SPATIAL .....	37
FIGURE 65: SCHEMA D'ORGANISATION SPATIAL.....	37
FIGURE 66: GROUPE SCOLAIRE. ....	39
FIGURE 67: PLAN DE SITUATION DU PROJET. ....	39
FIGURE 68:PLAN DE MASSE. ....	40
FIGURE 69: PLAN DE SOUS-SOL.....	40
FIGURE 70: SCHEMA D'ORGANIGRAMME SPATIAL.....	41
FIGURE 71: PLAN RDC. ....	41
FIGURE 72: SCHEMA D'ORGANIGRAMME SPATIAL DE RDC.....	42
FIGURE 73: FAÇADE SUD- EST ECOLE ELEMENTAIRE. ....	42
FIGURE 74: FAÇADE NORD-OUEST.....	43
FIGURE 75: FAÇADE SUD- EST ECOLE ELEMENTAIRE. ....	43
FIGURE 76: FAÇADE NORD-OUEST.....	43
FIGURE 77: PLAN DE MASSE.....	44
FIGURE 78: LA STRUCTURE EN BOIS. ....	45
FIGURE 79: BAC ACIER (LA TOITURE). ....	45
FIGURE 80 : SITUATION DE LA WILAYA DJELFA.....	47
FIGURE 81 : SITUATION REGIONALE.....	47
FIGURE 82 : LA CARTE DE LA LIMITE COMMUNALES DE DJELFA.....	47
FIGURE 83: VUE ARIENNE SUR LA VILLE DE DJELFA.....	48
FIGURE 84 : VUE 3D DE LA VILLE DE DJELFA EN 1868.....	48
FIGURE 85 :VUE 3D DE LA VILLE DE DJELFA EN 1883.....	48
FIGURE 86: 6UE 3D DE LA VILLE DE DJELFA EN 1974.....	49
FIGURE 87: ARTE CLIMATIQUE DE L' ALGERIE .....	49
FIGURE 88 : TEMPERATURE DE LA VILLE POUR L'ANNEE 2018.....	49
FIGURE 89 : COURBE MONTRENT L'HUMIDITE A DJELFA .....	50
FIGURE 90 : MOYENNE DE PRECIPITATION EN 2016 A DJELFA. ....	50
FIGURE 91 : FLEUR DES VENTS MENSUELS POUR L'ANNEE 2018.....	51
FIGURE 92 : COURBE MONTRENT LES VENTS A DJELFA.....	51
FIGURE 93: LES VARIATIONS D'INSOLATION MENSUELLES 2018.....	51
FIGURE 94: LE DIAGRAMME STEREOGRAPHIQUE DE LA REGION DE DJELFA PAR MOIS. ....	52
FIGURE 95: VUE AERIENNE LA VILLE DJELFA. ....	53
FIGURE 96: DIMENSIONNEMENT DU SITE .....	54
FIGURE 97: VUE AERIENNE MONTRENT L'ACCESSIBILITE .....	54
FIGURE 98: VUE AERIENNE MONTRENT VOISINAGE.....	55
FIGURE 99: PROFIL D'ELEVATION. ....	56
FIGURE 100: PROFIL D'ELEVATION .....	56
FIGURE 101: LES VENTS ET ENSOLEILLEMENT DE SITE.....	56
FIGURE 102: L'ENSOLEILLEMENT DE SITE A 14 :00 HEURE .....	57
FIGURE 103: L'ENSOLEILLEMENT DE SITE A 9 :00 HEURE .....	57
FIGURE 104 : L'ENSOLEILLEMENT DE SITE A 14 :00 HEURE .....	57

FIGURE 105 : L'ENSOLEILLEMENT DE SITE A 9 :00 HEURE .....	57
FIGURE 106 : L'EFFET DES VENTS SUR DE SITE.....	57
FIGURE 107: ORGANISATION FONCTIONNELLE.....	61
FIGURE 108: HALL D'ACCUEIL D'ECOLE MATERNELLE .....	63
FIGURE 109: SALLE D'ATTENTE. ....	63
FIGURE 110: COUR D'ECOLE MATERNELLE .....	63
FIGURE 111: PREAU D'ECOLE MATERNELLE .....	63
FIGURE 112: VESTIAIRE DES ENFANTS.....	64
FIGURE 113: VESTIAIRE. ....	64
FIGURE 114: SALLE DE CLASSE MATERNELLE. ....	64
FIGURE 115: SALLE D'ACTIVITE. ....	64
FIGURE 116: SALLE DE REPOS.....	65
FIGURE 117: SALLE DE REPOS.....	66
FIGURE 118: ATELIER DE DESSIN. ....	66
FIGURE 119: BIBLIOTHEQUE. ....	66
FIGURE 120: SANITAIRE DES ENFANTS. ....	67
FIGURE 121: SANITAIRE D'ENFANT D'UNE ECOLE PRIMAIRE.....	67
FIGURE 122:SALLE POLYVALENTE. ....	67
FIGURE 123: BUREAU DE DIRECTEUR. ....	68
FIGURE 124: SALLE DES ATSEM.....	68
FIGURE 125: L'IDEE DU L'ECOLE MATERNELLE .....	71
FIGURE 126: L'IDEE DU L'ECOLE MATERNELLE .....	72
FIGURE 127: L'IDEE DU L'ECOLE ELEMENTAIRE .....	72
FIGURE 128: LES DONNES DE SITE D'INTERVENTION.....	73
FIGURE 129 : L'INTERVENTION SUR LE SITE.....	73
FIGURE 130: ZONING DE PROJET .....	74
FIGURE 131: IMPLANTATION DE VOLUME DE L'ECOLE MATERNELLE SUR LE SITE .....	74
FIGURE 132: IMPLANTATION DE VOLUME DE L'ECOLE ELEMENTAIRE SUR LE SITE .....	75
FIGURE 133: IMPLANTATION DE VOLUME DE L'ECOLE ELEMENTAIRE SUR LE SITE .....	75
FIGURE 134 : IMPLANTATION DE VOLUME DU REfectoire SUR LE SITE.....	76
FIGURE 135:DIRECTION DES VENTS APRES D'AJOUTER LES LOGEMENTS .....	76
FIGURE 136: DIRECTION DES VENTS AVANT LES LOGEMENTS.....	76
FIGURE 137: LES ACCES DU PROJET .....	77
FIGURE 138:PLAN DE MASSE .....	77
FIGURE 139: LES PARTIES DE PROJET.....	78
FIGURE 140 : PLAN RDC .....	79
FIGURE 141: PLAN D'ETAGE.....	80
FIGURE 142: FAÇADE SUD DU L'ECOLE MATERNELLE .....	81
FIGURE 143 : FAÇADE SUD DU L'ECOLE ELEMENTAIRE.....	81
FIGURE 144 : FAÇADE NORD DU L'ECOLE ELEMENTAIRE .....	82
FIGURE 145 : FAÇADE NORD DU L'ECOLE MATERNELLE .....	82
FIGURE 146: PLAN DE MASSE.....	83
FIGURE 147: PLAN RDC .....	84
FIGURE 148: PLAN D'ETAGE .....	85
FIGURE 149: FAÇADE SUD DE L'ECOLE MATERNELLE .....	86
FIGURE 150: FAÇADE FAÇADE NORD DE L'ECOLE ELEMENTAIRE.....	86
FIGURE 151: FAÇADE PRINCIPALE .....	87
FIGURE 152:COUPE AA.....	88
FIGURE 153: COUPE BB .....	89
FIGURE 154: PLAN DE TERRASSE.....	90
FIGURE 155 : POTEAU MIXTE. ....	92
FIGURE 156: POUTRE HEB.....	92
FIGURE 157: POUTRE EN TREILLI .....	92
FIGURE 158 : PLANCHER COLLABORANT.....	93
FIGURE 159: ASSEMBLAGE DE POUTRE EN TREILLIS. ....	93

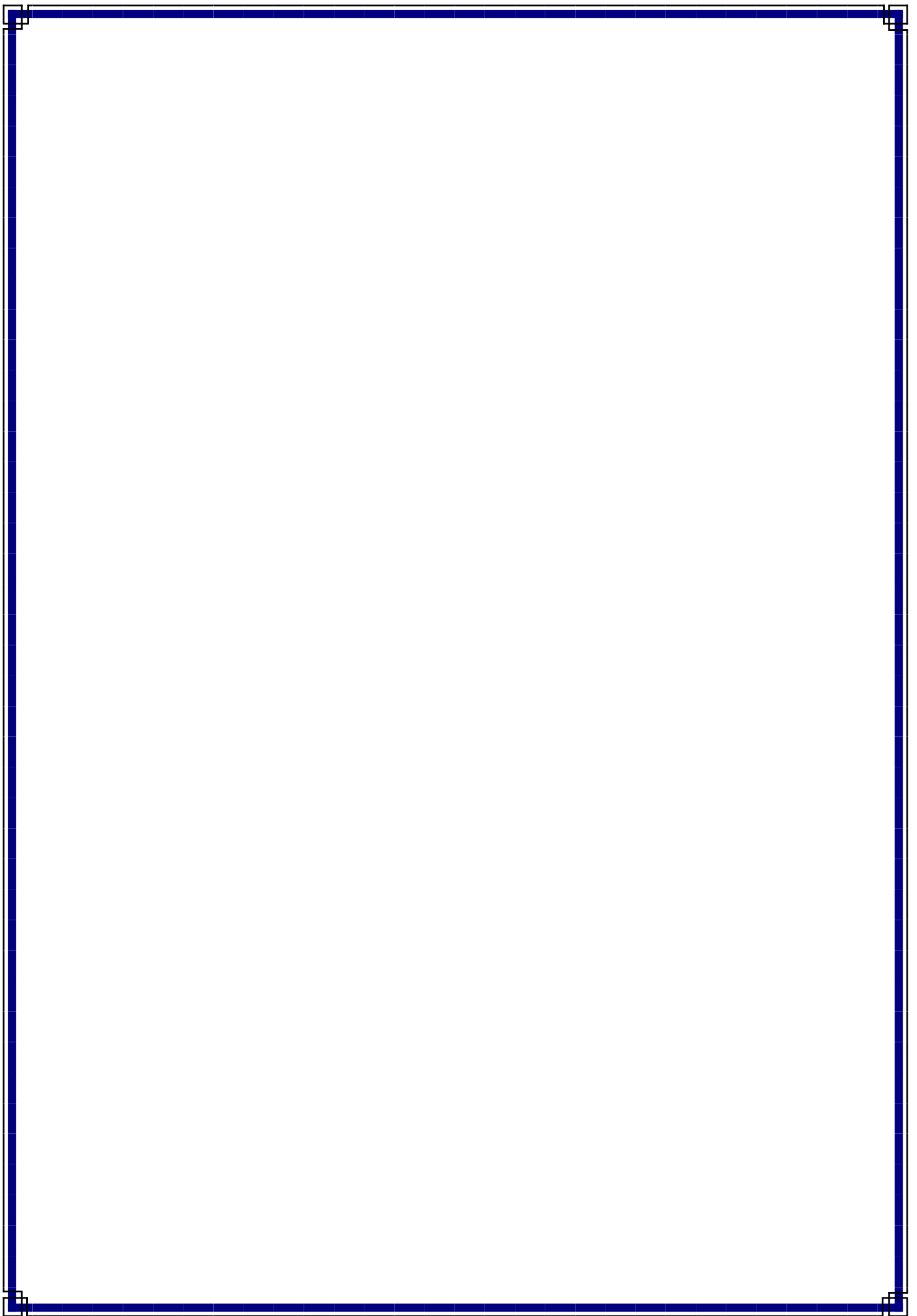


FIGURE 160:POUTRE POUTRE.....	93
FIGURE 161: POTEAU MIXTE ET FONDATION. ....	93
FIGURE 162:POTEAU POUTRE. ....	93
FIGURE 162: VUE INTERIEURE D'ECOLE MATERNELLE. ....	94
FIGURE 163:VUE INTERIEURE SUR REFECTOIRE. ....	94
FIGURE 164: TRIPLE VITRAGE.....	94
FIGURE 165: DOUBLE VITRAGE.....	94
FIGURE 166: TOITURE VEGETALISEE .....	94
FIGURE 167: PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES.....	95
FIGURE 168: RECUPERATION DES EAUX PLUVIALE.....	95
FIGURE 169: RECUPERATION DES EAUX PLUVIALE.....	95
FIGURE 170: DETECTION INCENDIE. ....	95
FIGURE 171: LA BOUCHE D'INCENDIE. ....	95
FIGURE 172: VENTILATION MECANIQUE REGULEE. ....	95
FIGURE 179: GRAPHE DE LA TEMPERATURE DU CAS INITIAL HIVER (EXCEL).....	98
FIGURE 190: LA MODELISATION DE LA SALLE PAR ECOTECT ANALYSIS .....	99
FIGURE 191: CLASSE DE SIMULATION.....	99
FIGURE 192: L'OMBRE A 8H 21 DEC .....	100
FIGURE 193 : L'OMBRE A 14H 21 DEC .....	100
FIGURE 194: L'OMBRE A 8H MAI .....	101
FIGURE 195: L'OMBRE A 14H MAI .....	101
FIGURE 196: NIVEAU D'ECLAIREMENT.....	102
FIGURE 197: CONTOUR DU FLJ .....	102
FIGURE 198: MESURE DE NIVEAU D'ECLAIREMENT A CIEL DEGAGE .....	103
FIGURE 199: COURBE ISO A CIEL DEGAGE .....	103
FIGURE 200: NIVEAU D'ECLAIREMENT.....	104
FIGURE 201: CONTOUR DU FLJ .....	104
FIGURE 202: MESURE DE NIVEAU D'ECLAIREMENT A CIEL DEGAGE .....	105
FIGURE 203: COURBE ISO A CIEL COUVERT .....	105
FIGURE 204: CONTOUR DU FLJ .....	106
FIGURE 205: NIVEAU D'ECLAIREMENT .....	106
FIGURE 206: MESURE DE NIVEAU D'ECLAIREMENT A CIEL DEGAGE .....	107
FIGURE 207: COURBE ISO A CIEL DEGAGE .....	107
FIGURE 208: MESURE DE NIVEAU D'ECLAIREMENT.....	108
FIGURE 209: COURBE ISO A CIEL .....	108
FIGURE 210: AMENAGEMENT DE LA CLASSE .....	109
FIGURE 211: FAÇADE DE LA CLASSE.....	110
FIGURE 212:BRISE SOLEIL VERTICAL AVEC LIGHT SHELVES .....	110
FIGURE 213: NIVEAU D'ECLAIREMENT (LUX).....	111
FIGURE 214: CONTOUR DU FLJ .....	111
FIGURE 215:COURBE ISO A CIEL DEGAGE .....	112
FIGURE 216: MESURE DE NIVEAU D'ECLAIREMENT A CIEL DEGAGE .....	112
FIGURE 217: MESURE DE NIVEAU D'ECLAIREMENT A CIEL DEGAGE .....	113
FIGURE 218: COURBE ISO A CIEL DEGAGE .....	113
FIGURE 219: COURBE ISO A CIEL DEGAGE .....	114
FIGURE 220: MESURE DE NIVEAU D'ECLAIREMENT.....	114
FIGURE 221: MESURE DE NIVEAU D'ECLAIREMENT.....	115
FIGURE 222: COURBE ISO A CIEL DEGAGE .....	115
FIGURE 209: VUE EXTERIEUR ECOLE MATERNELLE.....	120
FIGURE 210: VUE EXTERIEURE DE PROJET .....	120
FIGURE 211: LA COUR DE L'ECOLE MATERNELLE .....	121
FIGURE 212: LA COUR DE L'ECOLE MATERNELLE .....	121

FIGURE 227: FAÇADE PRINCIPALE .....	121
FIGURE 228:FAÇADE DE REFECTOIRE .....	121
FIGURE 215: VUE EXTERIEURE DE PROJET.....	122
FIGURE 216: TOITURE VEGETALISEE .....	122
FIGURE 217 : VUE DE L'ECOLE ELEMENTAIRE .....	123
FIGURE 218:VUE EXTERIEURE DE PROJET (ECOLE ELEMENTAIRE).....	123
FIGURE 219 : PETIT THEATRE EN PLEIN AIR.....	124
FIGURE 220: VUE 3D DE LA FAÇADE NORD .....	124
FIGURE 221: VUE 3D D'ESPACE EXTERIEUR.....	125
FIGURE 222: VUE 3D DU PROJET.....	125

## Liste des tableaux

TABLEAU 1: AMBIANCE THERMIQUE.....	16
TABLEAU 2 : PROGRAMME QUANTITATIF.....	25
TABLEAU 3: LES MATERIAUX UTILISES .....	38
TABLEAU 4: LES SURFACES DE VITRAGE .....	38
TABLEAU 5: PROGRAMME QUANTITATIF DU PLAN SOUS-SOL D'EXEMPLE.....	41
TABLEAU 6: PROGRAMME QUANTITATIF DU PLAN RDC D'EXEMPLE.....	42
TABLEAU 7 : NOMBRE DES JOURS DE GELEE/ NEIGE MENSUELLE POUR L'ANNEE 2018.....	51
TABLEAU 8: PROGRAMME QUANTITATIF AS PARTIR DES EXEMPLES ANALYSES .....	60
TABLEAU 9:PROGRAMME SURFACIQUE D'ECOLE PRIMAIRE EN ALGERIE.....	60
TABLEAU 10: PROGRAMME QUANTITATIF DE NOTRE PROJET.....	62
TABLEAU 11: NORMES RECOMMANDEES.....	102

## Liste d'abréviation

**COV** : composés organiques volatils

**CLSH** : Centre de loisir sans hébergements

**CTA** : Centrale de traitement d'aire

**DTR** : document technique réglementaire

**ECS** : Eau chaude Sanitaire

**F7** : est un filtre fin dont l'efficacité

**G4** : est un filtre grossier

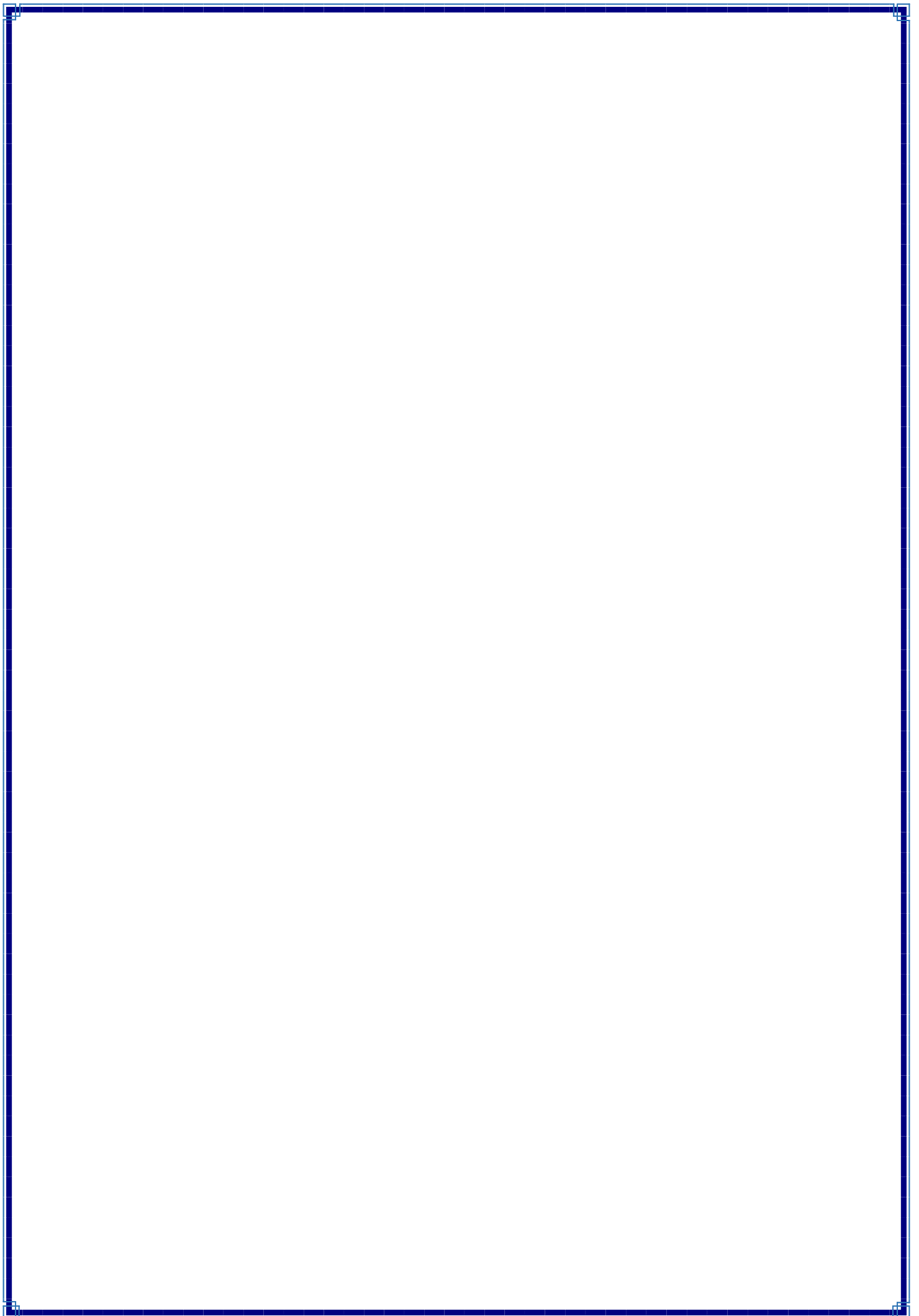
**HPE** : Habitat performance Energétique

**PSE TH32** : Polystyrène expansé TH32

**PVC** : Polychlorure de vinyle (Poly Vinyl Chloride)

**Rased** : Les réseaux d'aides spécialisées aux élèves en difficulté

**Salle des ATSEM** : l'agent territorial spécialisé des écoles maternelles



# Remerciement

*Avant tout, nous remercions **ALLAH** le tout puissant de nous avoir accordé la santé, le courage et les moyens pour suivre nos études et la volonté pour la réalisation de ce travail*

*Nos sincères remerciements vont aux professeurs qui ont concouru à rendre possible ce rêve d'enfance, un grand merci à **Mr Amieur Rachid** et **Pour sa disponibilité, sa compréhension, sa confiance et surtout sa précieuses orientations qui ont contribué à baliser le parcours de cette présente recherche. Et nous remercions **Mr Ben cheikh Abed Rezek et Mr Saad Saoud Wahid et Mme Baali Saïda** pour ses conseils et ses orientations Nous remercions tous les membres du jury qui vont certainement enrichir cette recherche et la rendre plus performante.***

*A toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

# *Dédicace*

*Je tiens à remercier avant tout, mon dieu tout puissant, de m'avoir donné le courage, la force et la volonté qui m'ont permis de supporter toutes les difficultés, et enfin d'arriver à accomplir ce modeste travail. Je remercie en particulier mon directeur de mémoire et mon encadreur Mr. Amieur Rachid pour sa disponibilité pour ces Conseils, ces remarques pertinentes et pour sa collaboration effective pour l'élaboration et la Réalisation de ce travail.*

*Je remercie également, les membres de jury d'avoir accepté d'honorer ma soutenance de leur Prudence, qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude.*

*Je remercie tous qui mon aidé de près ou de loin.*

*A tout merci*

*BEN ABDESSALAM*

*AHMED AMINE*

# Introduction générale :

À notre époque, l'environnement est au centre de l'attention de tous les pays, organismes, organisations et aussi les architectes, en particulier après avoir souffert de plusieurs problèmes comme la pollution causée par le chauffage, l'industrie et le transport. Parmi les causes de ces problèmes : les peintures, les colles, les meubles en bois aggloméré, les solvants etc. Il existe d'autres problèmes plus sérieux tel le réchauffement climatique qui est devenu une grande menace de l'environnement, il est causé par la combustion de matières carbonées fossiles et le déboisement, les principaux secteurs émetteurs des CO<sub>2</sub> comme l'industrie, les transports, les bâtiments résidentiels et commerciaux<sup>1</sup>.

Donc, la nécessité de l'adaptation de bâtiments pour un environnement naturel et propre a été toujours posée comme une priorité de l'architecture vernaculaire. Le confort intérieur reste aussi le souci majeur de tous les concepteurs. Pour résoudre ces problèmes les chercheurs et les savants créent une démarche de développement durable qui vise à trouver un équilibre entre trois piliers à savoir : le pilier environnemental, économique et social.

Le développement durable est appliqué à plusieurs domaines, En l'occurrence, on cite le domaine de l'architecture où on trouve plusieurs démarches s'inscrivant dans le développement durable. Ces démarches consistent à chercher une synthèse harmonieuse entre la destination du bâtiment, le confort des utilisateurs et le respect de l'environnement ainsi que la réduction des besoins énergétiques par des énergies renouvelables.

Dans le domaine de l'architecture, les architectes sont devenus des concepteurs de manière respectueuse de l'environnement. Ils tiennent en compte de la réduction de la consommation d'énergie, des matériaux et des ressources, tout en minimisant les effets néfastes de la construction sur l'environnement. Ceci s'appelle l'architecture durable, son objectif est de concevoir un bâtiment durable et confortable. Il existe plusieurs types de bâtiments très sensibles et complexe en termes de conception et des matériaux utilisés dans la construction, car ils revêtent une grande importance pour la vie de l'homme, comme les hôpitaux (l'hôpital étant un lieu de traitement et de maintien de la santé humaine, il devrait être plus confortable et plus approprié pour augmenter les chances de guérison). Ainsi que pour les écoles primaires.

L'école est un lieu où l'enfant commence à construire son identité, à se forger une personnalité, à développer ses capacités scientifiques et ses idées créatives. Elle permet aussi aux élèves de développer leur curiosité pour le savoir qui les conduit au succès. Par conséquent, il est nécessaire de créer un environnement approprié qui encourage l'enfant à exercer ses droits et ses relations à l'école.

Notre objectif est donc de concevoir une école maternelle et élémentaire. Cette école compatible avec l'environnement. Elle répond également aux besoins de l'élève et elle crée un climat propice à son confort.

---

<sup>1</sup> Les problèmes environnementaux

## **Motivation de choix de thème :**

Le thème choisi pour notre option architecture et d'environnement de cette année universitaire est l'éducation. Afin de mener à bien cette tâche, nous avons choisi une école primaire et maternelle, parce qu'il n'y a pas d'école maternelle en Algérie. Le sujet est donc nouveau. De plus, l'école maternelle occupe une grande importance dans l'éducation de l'enfant et la construction de son avenir, vu que l'école est le deuxième foyer de l'enfant.

## **Motivation de choix de la ville (Djelfa) :**

Selon la Ligue algérienne de défense des droits de l'homme, on dénombre 2 300 établissements d'enseignement sans chauffage au niveau national<sup>2</sup>. Nous avons choisi la ville de Djelfa, située sur le point d'intersection entre le nord et le sud et du fait que le climat est froid et semi-aride. C'est ainsi l'implantation d'une école maternelle dans cette ville qui nous semble nécessaire pour pallier cette pénurie et améliorer les services de l'école.

## **Problématique :**

Compte tenu du développement rapide du monde dans diverses zones techniques, industrielles et urbaines, l'homme cherche plus de confort psychologique et physique.

De nombreux pays développés se sont concentrés sur la conception et la construction de bâtiments construits par l'homme.

Alors que les bâtiments scolaires algériens souffrent de nombreuses difficultés, telles que le faible niveau de qualité. À notre avis, cela est dû à la croissance constante et rapide de grandes villes et à la nécessité constante d'ouvrir de nouvelles écoles sans étude approfondie de la qualité de construction. Il existe également des facteurs politiques, économiques et sociaux qui ont contribué à l'accumulation de ces problèmes structurels dans les écoles algériennes. Ce sont presque les mêmes problèmes rencontrés par les écoles des pays arabes et les écoles du tiers monde en général.

A travers l'étude réalisée et parmi les résultats obtenus, nous constatons que « certaines écoles souffrent d'un manque d'éclairage et de ventilation dans les salles de classes, et aussi le bruit externe, l'étude a également révélé que certaines salles de classe se plaignent de la petite superficie par rapport au nombre d'élèves »<sup>3</sup>

Alors la problématique est ainsi formulée :

Comment concevoir une école maternelle et élémentaire durable dans la ville de Djelfa ?

Comment assurer le confort (thermique et visuel) d'usage dans une école maternelle et élémentaire en milieu froid et semi-aride ?

---

<sup>2</sup> [www.elwassat.com](http://www.elwassat.com) (12/1/2019)

<sup>3</sup> Abdul Aziz bin Saad Al Muqrin, Les bâtiments scolaires et leur degré d'accomplissement pour des raisons de sécurité personnelle Journal scientifique de l'Université El-Malik Faysal p :105

## Objectifs :

Concevoir une école maternelle et élémentaire (primaire) durable ; tout en tirant profit des ressources naturelles de la région pour minimiser le bilan énergétique du bâtiment et afin d'offrir un confort adéquat aux usagers. En particulier le confort thermique et visuel

## Méthodologie de recherche :

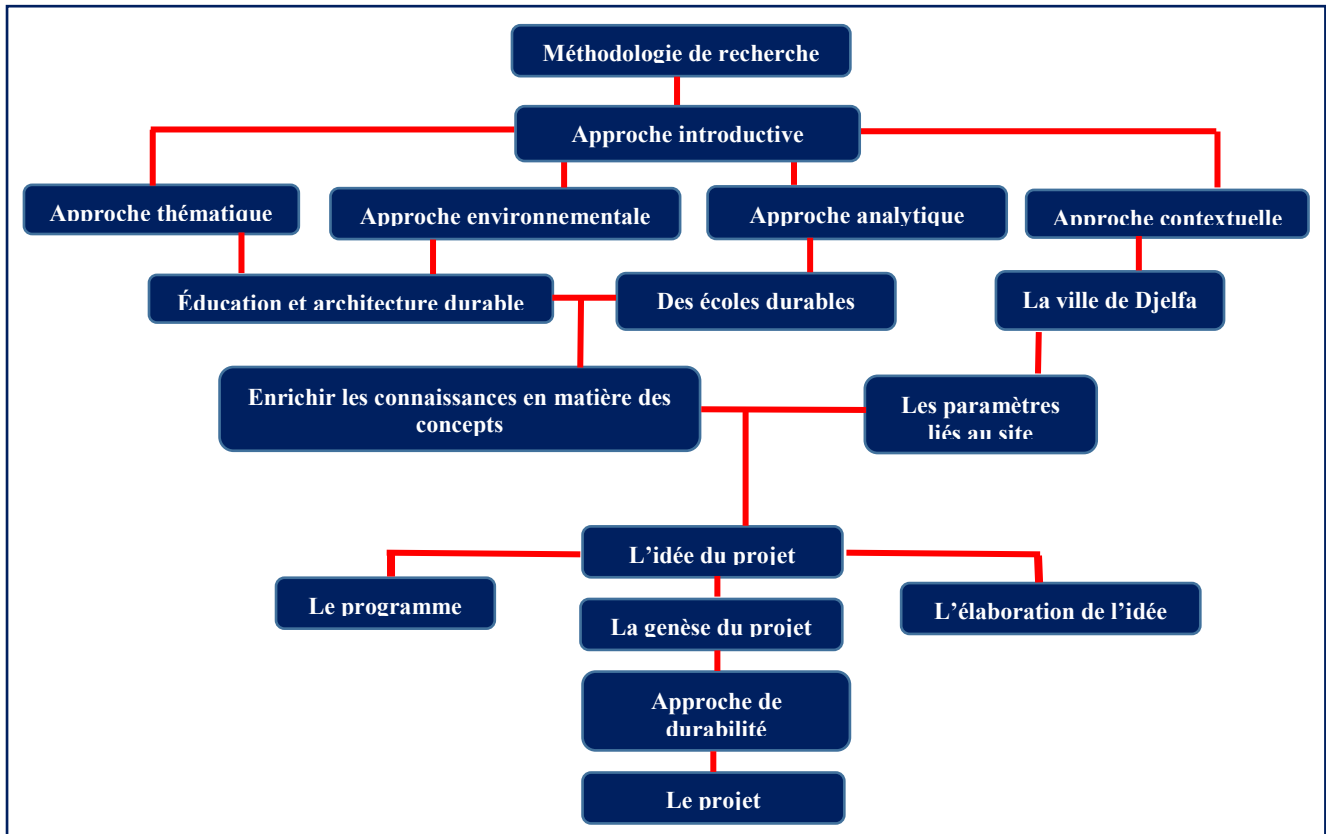
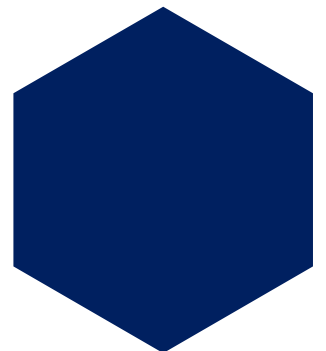
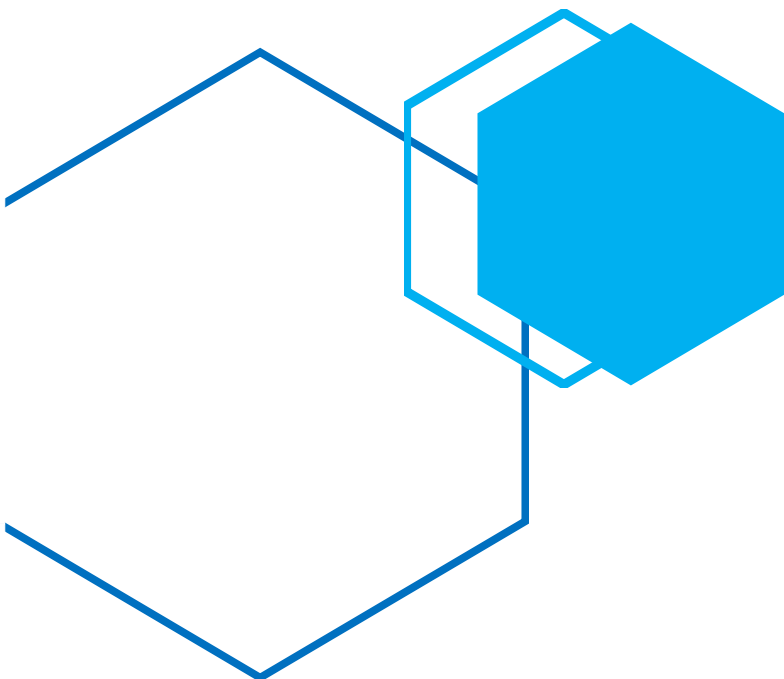


Figure 1 : schéma de méthodologie de cette recherche



# **Chapitre I : Approche Thématique**



## **Introduction :**

Nous apprenons dans ce chapitre les concepts liés à l'éducation, en particulier les écoles maternelles et primaires et leur développement. Dans le but de comprendre notre thématique et de porter les choix sur les concepts qui vont être nous servir dans l'élaboration du projet.

### **I - 1 Les éducations :**

#### **I - 1 - 1 Définition des notions et concepts éducatif :**

##### ➤ **Education :**

Selon le dictionnaire Larousse, (2005) :

« Éducation » vient du mot latin (educatio). Action d'éduquer, de former, d'instruire quelqu'un ; manière de comprendre, de dispenser, de mettre en œuvre cette formation, D'après le sociologue français Emile Durkheim, un des fondateurs de la sociologie moderne (1968) : « L'éducation est l'action exercée par les générations adultes sur celles qui ne sont pas encore mûres pour la vie sociale. Elle a pour objet de susciter et de développer chez l'enfant un certain nombre d'états physiques, intellectuels et moraux que réclament de lui et la société politique dans son ensemble et le milieu spécial auquel il est particulièrement destiné ».

##### ➤ **École maternelle :**

L'école maternelle est une école qui accueille de très jeunes enfants pour les préparer aux apprentissages fondamentaux de la lecture, de l'écriture et du calcul. C'est une période préparatoire à l'enseignement élémentaire : les objectifs essentiels sont la socialisation, la mise en place du langage, du nombre et du geste graphique.

L'école maternelle se situe hors scolarité obligatoire même si, de fait, la totalité des enfants y accèdent <sup>4</sup>

##### ➤ **Ecole primaire :**

Le terme "école primaire" Proviend de l'altération du latin " primaria schola ". Selon Le Petit Larousse (2009) le terme Désigne « un établissement où est dispensé un enseignement collectif général aux enfants d'âge scolaire et préscolaire ». De ce fait, l'école primaire est un établissement scolaire public ou privé assurant l'acquisition d'une culture scolaire fondamentale à l'instruction des enfants âgés de six à douze ans (lire, écrire, compter, s'exprimer dans leur propre langue et dans une langue étrangère) (Encarta, 2009).

##### ➤ **Crèche :**

Selon le dictionnaire Larousse :

Établissement destiné à recevoir les enfants de moins de trois ans dont les parents travaillent. (La crèche collective regroupe sous la surveillance d'un personnel spécialisé, de 40 à 60 enfants. La crèche familiale est un système de garde à domicile des enfants par une assistante maternelle, sous le contrôle d'un organisme spécialisé.

---

<sup>4</sup> (Livre concevoir et construire d'une école primaire p : 51)

### I - 2 L'impact de l'école maternelle sur l'enfant :

Le programme de l'école maternelle joue un rôle important pour les enfants, car il les aide à se développer de manière recommandée sur les plans émotif, physique et mental. Il est important que les enfants soient formés le plus tôt possible aux bonnes manières et à la communication, car cela aide votre enfant à faire face à l'entretien officiel avec l'école. Il est vivement recommandé aux personnes de faire de la maternelle la première école officielle, car elle aide les enfants à avoir une bonne croissance en général.<sup>5</sup>

### I - 3 Le rôle de l'école primaire :

L'école primaire n'est pas uniquement un lieu pédagogique. Les écoles sont également considérées comme des entités sociales et culturelles intégrées au sein de la société. Elle a pour mission la préparation des enfants à la vie personnelle, sociale et professionnelle. Elles sont actrices du développement et l'épanouissement de l'enfant. L'école primaire se trouve à cet égard jouer un double rôle ; d'une part à l'échelle de l'enfant et d'autre à l'échelle sociale :

#### ➤ A l'échelle de l'enfant :

L'école primaire exerce une influence déterminante sur la vie des enfants lors de l'âge scolaire de six ans à douze ans, elle participe activement à son développement et à l'identification de ses besoins.<sup>6</sup> Cette tranche d'âge est un moment d'épanouissement pour l'enfant qui s'intéresse à l'apprentissage, aux activités cognitives, à la découverte et à l'exploration de nouvelles aventures<sup>7</sup>. De ce fait, elle doit offrir des espaces adaptables aux enfants scolarisés

Quant au développement intellectuel, l'enfant a absolument besoin d'une atmosphère attrayante dans laquelle il va assimiler de nouvelles compétences et divers savoirs.<sup>8</sup>

Par ailleurs, l'intégration des activités récréatives dans le milieu scolaire (cas d'école primaire) offre un cadre favorable à l'apprentissage, au développement cognitif et au plaisir d'être à l'école. Elles mettent en faveur plusieurs bienfaits :

- 1) Promouvoir les compétences motrices et sociales ;
- 2) La créativité et le développement des fonctions cognitives<sup>9</sup>

#### ➤ A l'échelle sociale :

Au-delà d'un simple lieu d'apprentissage et d'acquisition de connaissances, il lui appartient aussi de transmettre aux enfants les valeurs nationalistes et identitaires du pays à travers l'histoire qui continue de véhiculer les événements et les personnages emblématiques<sup>10</sup>. Aujourd'hui, l'école est conçue comme un espace charnière entre la communauté éducative et l'extérieur, elle devient ainsi un lieu de partage et de diffusion des modèles culturels<sup>11</sup>. Elle répond aux besoins sociologiques de l'enfant en tant que lieu de sociabilité où l'élève peut y rencontrer des personnes très différentes et choisir de partager des références culturelles avec

<sup>5</sup> Site: folsomlakemontessori.com.

<sup>6</sup> (Hanevey, 2002).

<sup>7</sup> Eccles, 1999).

<sup>8</sup> (Ben Abdelmalek, 2012).

<sup>9</sup> (Torjman, 2004).

<sup>10</sup> (Gauthier, 2006).

<sup>11</sup> (Paltrinieri et Mazalto, 2013)

certaines ou de l'enrichir des différences rencontrées chez d'autres en développant l'esprit de coopération, compétition et leadership.<sup>12</sup>

### I - 4 L'évolution historique de l'école primaire :

Nous avons choisi la lecture l'évolution historique de l'école primaire en Europe, car l'Algérie était colonisée par la France. Le but de cette lecture historique est d'évaluer le développement des locaux de l'école. Avec le temps en Europe et l'Algérie.

#### I - 4 - 1 L'école primaire avant et après la révolution industrielle en Europe (école mutuelle) :

Avant la fin du 18ème siècle, il n'y avait pas d'espace spécifique pour l'école. Les élèves se rendaient, pour leur apprentissage, soit à la maison de l'enseignant ou bien dans de vieux équipements publics (Aubert, 1951).

C'est dans l'âge industriel qu'apparaît en Angleterre le « monitorial-system », connu peu de temps après le système mutuel, dans lequel les plus doués des élèves sont servis de moniteurs pour répéter à leurs camarades la leçon donnée par l'enseignant.

Ce système gagna très vite un bon nombre de pays d'Europe puis du monde entier. Les classes des écoles mutuelles, par le souci d'économie, réunissaient un grand nombre d'élèves de tout âge dans des salles uniques et rectangulaires (Jacquet, 2002).

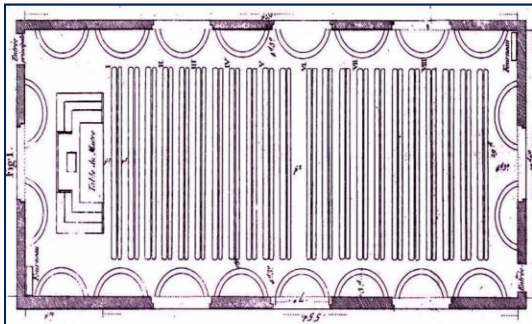


Figure 3 : Plan d'une école élémentaire mutuelle de 350 élèves. Source :(<http://histlocale.arenval.fr/histloc08.html>)



Figure 2: Intérieur de la salle de classe mutuelle. Source :(<http://histlocale.arenval.fr/histloc08.html>)

#### I - 4 - 2 L'école de la fin du 19ème siècle et du début du 20ème siècle en Europe (école simultanée) :

A la fin du 19ème siècle, l'instruction scolaire devient gratuite et obligatoire dans la plupart des pays (Larousse, L'histoire de l'enseignement). L'intérêt consacré aux locaux de classe est négligé au profit de l'aspect extérieur des édifices scolaires et leur monumentalité. « C'est alors qu'on voit fleurir les clochetons et les lanternes, les cheminées et les lucarnes décoratives sur des toits compliqués, les petites



Figure 4 : La mairie et l'école des garçons de Tremblay, vers 1920.

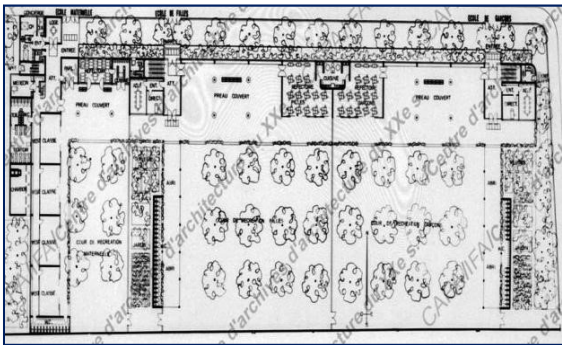
<sup>12</sup> (Zegadi, 2013).

tourelles, les porches et les vestibules à colonnes, les grands escaliers à balustrades »<sup>13</sup>L'école moderne durant l'Entre-deux-guerres :

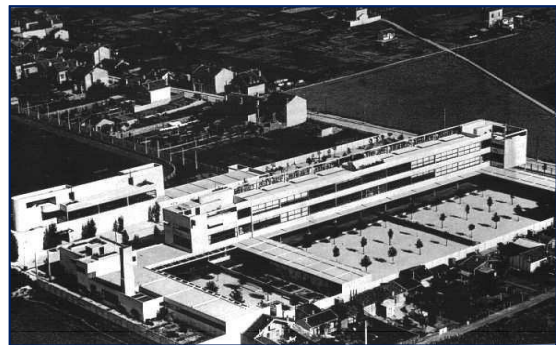
Durant l'entre-deux-guerres, l'architecture a connu une nouvelle tournure avec l'avènement du mouvement moderne. Ce dernier appliqua au bâtiment les méthodes de l'industrie. À cette époque, la préfabrication a atteint notamment l'école d'une part, pour résoudre le problème de massification de l'enseignement et d'autre part, mettre fin à l'école traditionnelle monumentale ; d'espace clos, de mauvaise ventilation, de mobilier rigide et inconfortable<sup>14</sup>. L'école moderne est issue d'une collaboration de pédagogues, médecins et architectes et se veut à l'échelle de l'enfant intégrant la lumière, l'espace vert, la couleur et les matériaux (Musset, 2012). Ce mouvement d'écoles a connu plusieurs formes : école en barre, école de plein air et école pavillonnaire :

### 1) L'école en barre :

Le groupe scolaire de Karl Marx, constitue l'exemple le plus significatif de l'école en barre. Cet ensemble scolaire sur pilotis à une forme d'une barre qui comprend 16 classes partagées également sur les filles et les garçons et distribuées symétriquement de part et d'autre d'un couloir central. Il contient aussi des toit-terrasses, des ateliers, un réfectoire, des jardins d'expériences, un gymnase et un stade ouvert au public (Nakib, 2015). Ce bâtiment est caractérisé par la lisibilité du volume, l'horizontalité, la continuité des fenêtres en longueur, l'absence d'ornements...etc.



**Figure 5:** plan de l'École « In der Probstei »  
Source : (<http://histoire-education.revues.org/717>)



**Figure 6:** École « In der Probstei »,  
Source : (<http://histoire-education.revues.org/717>)

### 2) L'école pavillonnaire :

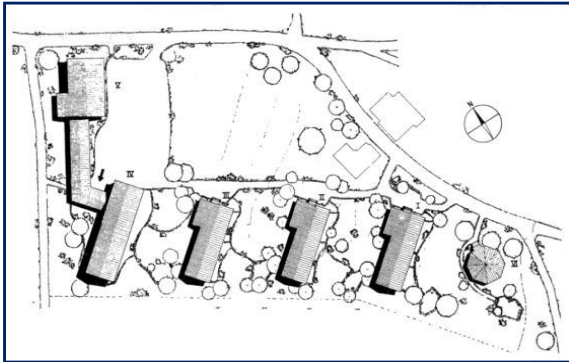
Ce type d'école venu de Francfort (Piffaretti et Mestelanand, 2013). C'est un nouveau modèle d'une architecture moderne, salubre, aérée et pas très coûteuse, le plus souvent composé de plusieurs pavillons, chacun d'entre eux donnait sur une cour de récréation accordant aux élèves le plaisir d'étudier par beau temps. Dans l'école pavillonnaire, les classes sont disposées autour de locaux aux usages collectifs (bibliothèque, atelier, cuisine, salle de science...) permettant souplesse et adaptabilité aux différentes situations pédagogiques.<sup>15</sup>Mais le gros inconvénient de la disposition pavillonnaire de plain-pied était qu'elle nécessitait beaucoup d'espace.

<sup>13</sup> (Aubert, 1951).

<sup>14</sup> (Nakib, 2015).

<sup>15</sup> (Marquez, 2011).

Plusieurs exemples d'écoles ont été réalisés sur la base de ces idées citant celui de " In der Probstei " conçu par l'architecte A. H. Steiner à Zurich en 1945.



**Figure 8:** Groupe scolaire Karl-Marx, Villejuif : vue en plan du RDC. **Source :** (Hertzberger, 2008, p. 17).



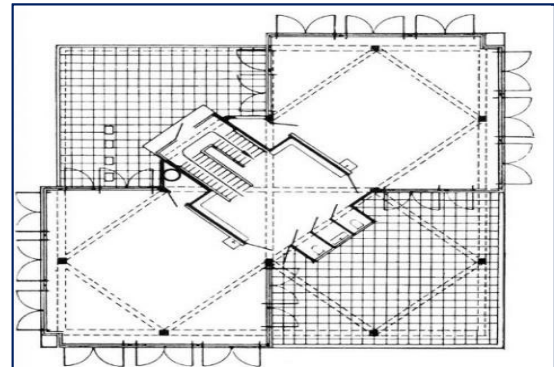
**Figure 7:** Vue d'ensemble du groupe scolaire **source :** (Hertzberger, 2008, p. 17).

### 3) L'école de plein air :

Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, des écoles de plein air ont été créés en Europe spécialement pour les enfants tuberculeux puis, peu de temps après, elles furent adoptées par les Etats Unis.<sup>16</sup> Les écoles sont ensoleillées, aérées et permettent le travail en plein air afin de favoriser le développement physique et intellectuel des enfants<sup>17</sup> la raison pour laquelle furent aussi recommandées pour les enfants sains. L'avènement de ce paragon d'école allait « humaniser l'architecture de l'école publique »<sup>18</sup>. Parmi les exemples les plus célèbres sont celui de Richard Neutra à Los Angeles en 1925 et de Jan Duiker à Amsterdam 1930<sup>19</sup>



**Figure 10:** Openlucht school d'Amsterdam.  
**Source:**(<https://www.pinterest.com>)



**Figure 9:** plan de l'école Openlucht school d'Amsterdam, 1933 conçue par Johannes Duiker.  
**Source:**(<https://www.pinterest.com>)

<sup>16</sup> (Chatelet, 2004).

<sup>17</sup> Forster, 2004)

<sup>18</sup> (Musset, 2012

<sup>19</sup> (Marquez, 2011).

#### 4) L'école à aires ouvertes après la deuxième guerre mondiale :

Dans les années 60/70, les salles de classes sont devenues ouvertes (open classrooms, open education) et ont pris plusieurs formes ; classes en U, classes en demi-cercle...etc. Ces dernières sont aménagées de mobiliers divers et légers, structurées de cloisons mobiles ou pliables supprimant tous les murs non porteurs de la construction. De ce fait, l'espace est devenu transformable, facilement modelable suivant les besoins multiples des nouvelles technologies, mais cette expérience ne dura guère. Les écoles à aires ouvertes sont très couteuses et sont jugées bruyantes.<sup>20</sup>



Figure 11: Open classrooms, Granada Community School.  
Source: (Hertzberger, 2008, p. 60).

#### I - 4 - 3 L'école modulaire d'aujourd'hui :

Aujourd'hui, la flexibilité redevient d'actualité car elle s'avère la plus adéquate aux pédagogies différenciées et à l'application des nouvelles technologies. Dans l'école modulaire, on parle de plus en plus des Open espaces permettant à la fois le travail de groupe et le travail individuel. C'est alors que la classe en "L" fait son apparition. L'école modulaire a rendu fréquentable les halls, chose qu'on interdisait auparavant par soucis de sécurité. L'école de Christian Kerez à Zurich (Marquez, 2011) en constitue l'un des exemples car elle permet l'utilisation de ces halls en introduisant des escaliers de secours accessibles par les galeries situées le long de la façade du bâtiment.



Figure 13: façade de Christian Kerez : école Leutschenbach, Zurich, zone communautaire à l'étage.  
Source : (<http://www.archdaily.com>)



Figure 12: Christian Kerez : école Leutschenbach, Zurich, zone communautaire à l'étage.  
Source : (<http://www.archdaily.com>)

<sup>20</sup> (Marquez, 2011).

### I - 5 En Algérie :

#### I - 5 - 1 L'école algérienne après l'indépendance :

L'état algérien se lança dans un vaste projet de constructions scolaires dans l'espoir d'instruire le plus grand nombre d'enfants possible. Ce dernier n'a pas pu être mené jusqu'au bout, d'une part à cause de cette énorme demande et d'autre part l'effet de la crise économique issu de l'après-guerre. La solution la plus rapide vue la situation était donc l'adoption du système à double vacation des salles de classe qui sont chargées d'accueillir un groupe d'élèves le matin et un autre le soir <sup>21</sup>

L'école se résume en un simple agencement de classes et les espaces multifonctionnels disparaissent <sup>22</sup>

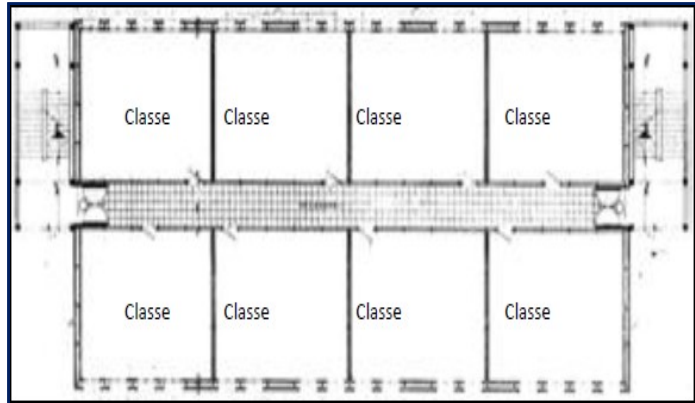


Figure 14: Ecole fondamentale d'Ain Nadja, 1984 (Nakib, 2015, p 83).

#### I - 5 - 2 L'école algérienne aujourd'hui :

Suite au Forum Mondial de l'éducation à travers son projet " Schooling for Tomorrow", l'Algérie lança une nouvelle réforme traçant une nouvelle stratégie pour le futur de son système éducatif. Mais le pays connaît toujours une stagnation de l'évolution de l'architecture scolaire et jusqu'à présent les écoles sont toujours conçues suivant le modèle issu de l'époque coloniale pendant que la réforme favorise la flexibilité de l'espace, la multidisciplinarité, l'intégration de nouvelles technologies et l'ouverture à la communauté<sup>23</sup>



Figure 15: Ecole Chouhada boudehouche Belkacem et Ahmed targa ouzamour

<sup>21</sup> (Djebbar, 2007).

<sup>22</sup> (Nakib, 2015).

<sup>23</sup> (Nakib, 2015).

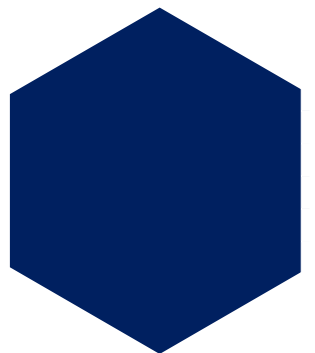
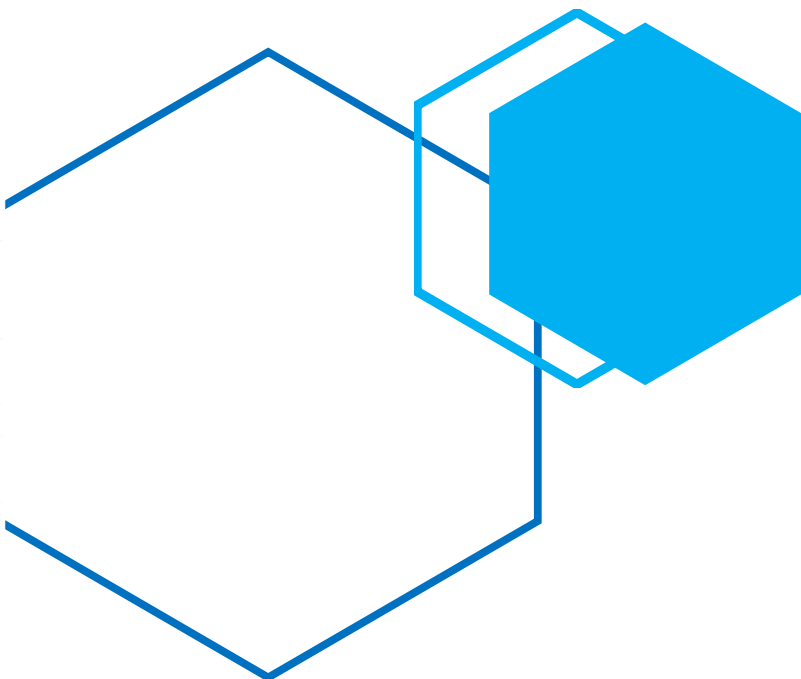
**I - 6 Synthèse du chapitre :**

L'école est un environnement culturel et social encadré par diverses lois et réglementations et qui suit le contexte social et culturel de la société dans laquelle elle se situe. L'espace scolaire a également un impact significatif sur le succès et le développement des compétences de l'enfant.

Sur la base de cela et de ce que nous avons abordé à travers le développement de l'école, nous trouvons nécessaire de créer une école avec un design approprié et confortable pour contribuer au développement et augmenter les taux de réussite des élèves.



## **Chapitre II : Approche environnementale**



### Introduction :

Dans cette partie nous allons présenter les différents principes de la démarche d'architecture durable ou l'architecture bioclimatique et les stratégies dans un climat froid et semi-aride.

#### II - 1 Définitions des concepts :

##### ➤ Développement durable :

Terme désignant les actions (ou un mode de développement) conciliant développement économique, respect de l'environnement, renouvellement des ressources, exploitation rationnelle et développement socialement équitable. Ce mode de développement « répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ».<sup>24</sup>

##### ➤ Architecture durable :

Dans les années 90, sous l'impulsion des pouvoirs publics, ces problématiques s'élargissent. La construction est alors abordée dans son ensemble et sous l'angle du développement durable. L'objectif est d'appliquer les concepts du développement durable au bâtiment afin de réduire les impacts sur l'environnement lors de la construction et du fonctionnement du bâtiment.<sup>25</sup>

##### ➤ Architecture bioclimatique :

" La conception architecturale bioclimatique s'inscrit dans la problématique contemporaine liée à l'aménagement harmonieux du territoire et à la préservation du milieu naturel. Cette démarche, partie prenante du développement durable, optimise le confort des habitants, réduit les risques pour leur santé et minimise l'impact du bâti sur l'environnement. "<sup>26</sup>

#### II - 2 Les principes de l'architecture bioclimatique :

##### II - 2 - 1 L'implantation :

L'implantation judicieuse d'un édifice est la tâche la plus importante pour l'architecte. Elle détermine l'éclairage, les apports solaires, les déperditions de chaleur, les différentes possibilités d'aération.

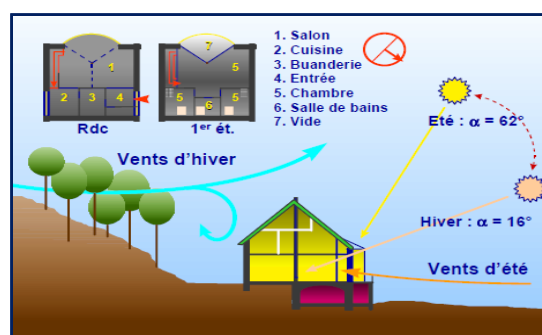


Figure 16: implantation tient compte du relief des vents locaux, Source : (HERDE. A. LIEBARD. DE, A, 2005)

<sup>24</sup> Livre de Les 100 mots de la construction durable

<sup>25</sup> Source : Construction de Haute Qualité Environnementale, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme

<sup>26</sup> Alain Liébard et André De Herde

### II - 2 - 2 Orientation :

L'orientation d'un édifice répond à sa destination. Les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour chauffer ou au contraire la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, l'existence de vents pouvant refroidir le bâtiment en hiver ou rafraîchir en été, sont autant de paramètres importants dans le choix de l'orientation.

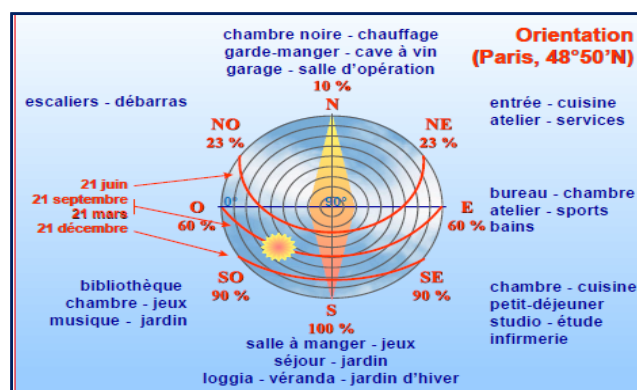


Figure 17: l'orientation de quelques pièces par rapport aux vents.

Source : (HERDE, A. LIEBARD, DE, A, 2005)

### II - 2 - 3 Isolation :

Le rôle de l'isolation est de garantir un confort thermique aux occupants et de diminuer les frais de chauffage de la conception. Les déperditions thermiques engendrent des consommations d'énergie très importantes.

### II - 2 - 4 Minimisation des pertes énergétiques :

- Compacité du volume
- Isolation performante pour conserver la chaleur
- Réduction des ouvrants et surfaces vitrées sur les façades exposées au froid ou aux intempéries.

### II - 2 - 5 Privilégier les apports thermiques naturels et gratuits :

- Ouvertures et vitrages sur les façades exposées au soleil
- Stockage de la chaleur
- Installations solaires pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

### II - 2 - 6 Les apports de lumière naturelle :

- intégration d'éléments transparents bien positionnés
- choix des couleurs

### II - 2 - 7 Privilégier le rafraîchissement naturel :

- Protections solaires
- Ventilation
- Inertie appropriée ==> une construction bioclimatique n'a pas besoin de système de climatisation

### II - 2 - 8 Choix réfléchi des modes de chauffage :

- Prise en compte du caractère épuisable des ressources
- Prise en compte des déchets générés : CO<sub>2</sub>, poussières ...
- Sélection de systèmes performants et économes

### II - 2 - 9 Choix réfléchi des matériaux :

- Du point de vue de leur cycle de vie : raréfaction de la ressource, traitement des déchets.
- Du point de vue de leur bilan carbone, transport compris.

### II - 2 - 10 Gestion de l'eau :

- Minimiser la dépense
- Valorisation de l'eau disponible (pluviale ...)

### II - 2 - 11 Végétation :

La végétation procure de l'ombrage et réduit donc l'insolation directe sur les bâtiments et les occupants ; elle réduit localement la vitesse du vent et diminue les pertes par convection du bâtiment

## II - 3 Le confort thermique :

Le confort thermique est défini comme un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement immédiat.<sup>27</sup>

### ▪ Les paramètres du confort thermique :

- **La température ambiante de l'air**  $T_a$ .
- **La température moyenne des parois**  $T_p$ .
- **La vitesse de l'air**, qui influence les échanges de chaleur par convection. Dans le bâtiment la vitesse de l'air ne dépasse généralement pas 0,2 m/s.
- **L'humidité relative de l'air** (HR)
- **Le métabolisme**, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C. Un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de base du corps au repos.
- **L'habillement**, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement

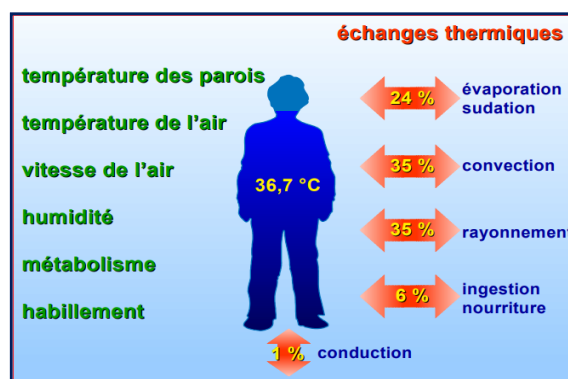


Figure 18: Les paramètres de confort thermique.  
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P :223b

Nature du travail exécuté	Température minimale obligatoire
Travail léger en position assise, notamment tout travail cérébral, travail de précision ou qui consiste à lire ou à écrire	20 °C
Travail physique léger en position assise, notamment travail de couture avec machines électriques et travail sur petites machines-outils	19 °C
Travail léger en position debout, notamment travail sur machine-outil	17 °C
Travail moyen en position debout, notamment montage et ébarbage	16 °C
Travail pénible en position debout, notamment forage et travail manuel avec outils lourds	12 °C

Tableau 1: Ambiance thermique. Source : Guide de Confort thermique à l'intérieur d'un établissement

<sup>27</sup> Guide de Confort thermique à l'intérieur d'un établissement. Par Jean-Yves Charbonneau, Direction de la prévention-inspection. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004

### II - 4 Le confort visuel :

D'après le Syndicat de l'Éclairage de France, le confort visuel fait référence aux « conditions d'éclairage nécessaire pour accomplir une tâche visuelle déterminée sans entraîner de gêne pour l'œil »<sup>28</sup>

#### ▪ La lumière naturelle :

La lumière qui pénètre par nos yeux a un rôle de régulateur de l'horloge biologique par le biais de l'hypothalamus. Celui-ci contrôle l'ensemble régulant toutes les fonctions biologiques du corps humain. De plus, il supervise les informations liées à la lumière et les envoie au corps pinéal qui les utilise pour informer d'autres organes sur les conditions lumineuses de l'environnement.

#### ▪ Source de la lumière naturelle :

##### La lumière naturelle directe :

Lumière naturelle directe est une combinaison d'ensoleillement direct et de lumière naturelle du ciel.

**La lumière naturelle indirecte :** Les sources de lumière indirecte sont éclairées elles-mêmes par des sources directes primaires (Soleil ou lumière du ciel), ou des sources directes secondaires (Nuages, sol, obstacle physique environnement tel un bâtiment). La luminance qui en résulte permet d'avoir alors des sources indirectes.

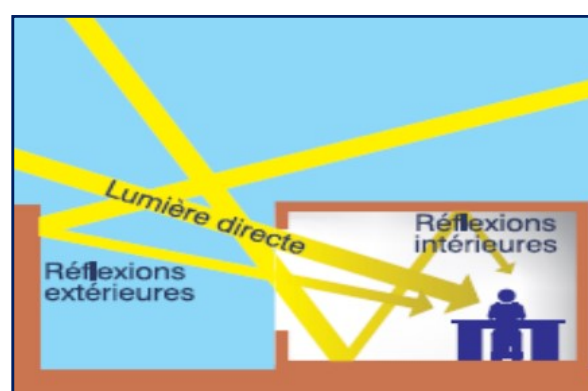


Figure 19: les composantes de la lumière naturelle à l'intérieur d'un local. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P :231b

### II - 5 La stratégie de la lumière naturelle :

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

**Capter :** Une partie de la lumière du jour est transmise par les vitrages à l'intérieur du bâtiment, la qualité de lumière captée dans local dépend de la nature et du type de paroi vitrée, de sa rugosité, de son épaisseur et son état de propreté.

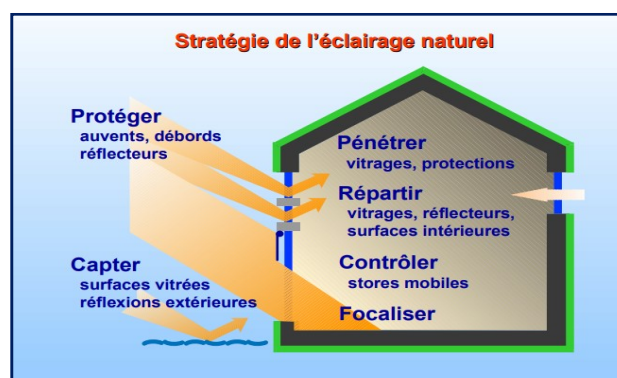


Figure 20: stratégies d'ouverture et du contrôle de la lumière naturelle. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P : 49b

<sup>28</sup> (Syndicat de l'éclairage.2004, p1)

**Pénétrer** : La pénétration de la lumière dans un bâtiment produit des effets de lumière très différents non seulement suivant les conditions extérieures mais aussi en fonction de l'orientation, type de vitrage...etc.

**Répartir** : la lumière se réfléchit d'autant mieux sur l'ensemble des surfaces intérieures des locaux que le rayonnement ne rencontre pas d'obstacles dus à la géométrie du local ou au mobilier.

**De gêne visuelle** : elle peut se contrôler par des éléments architecturaux fixes (brise de soleil ...etc.) associés ou non à des écrans mobiles (volet persienne ...etc.

**Focaliser** : Il est parfois nécessaire de focaliser l'apport de la lumière naturelle pour mettre en valeur un lieu ou un objet particulier, un atrium ou un centre d'un projet permet à la lumière du jour de mieux pénétrer dans le projet tout en créant un espace de circulation et de repos agréable.

### II - 6 Les stratégies de l'architecture bioclimatique :

La stratégie plus intéressée dans le climat froid et semi-aride c'est la stratégie chaude donc nous nous concentrerons sur eux.

#### II - 6 - 1 La stratégie du froid :

- Protéger les vitrages et les parois de l'ensoleillement
- Limiter la diffusion de la chaleur à travers les parois extérieures ensoleillées (toitures)
- Dissiper les surchauffes par ventilation naturelle
- Stocker les apports solaires internes (inertie)
- Minimiser les apports internes
- Refroidir par des moyens naturels (ventilation nocturne, évaporation d'eau...)

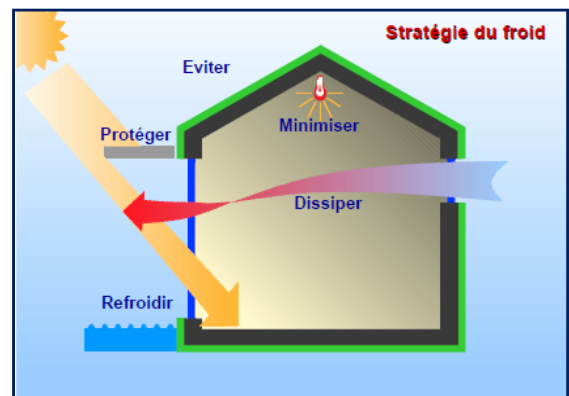


Figure 21: les principes du confort d'été. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques.

#### II - 6 - 2 La stratégie du chaud :

Capter les rayonnements solaires, les transformer en chaleur, les stocker dans la masse, les conserver par l'isolation et les distribuer dans le bâtiment tout en les régulant.

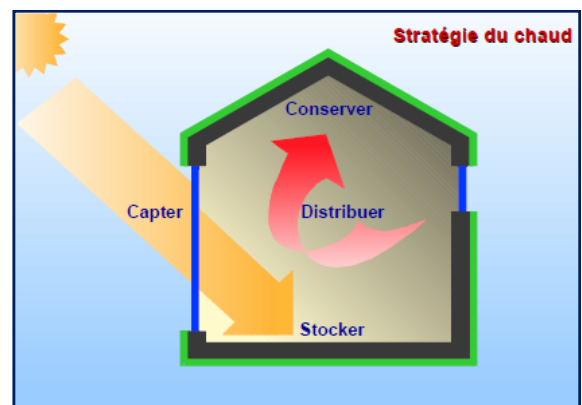


Figure 22: les principes du confort d'hiver. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P : 31b

### ▪ Capter :

Le captage consiste à recueillir l'énergie solaire et à la transformer en chaleur. Il se fait essentiellement à travers les surfaces vitrées, et dans une moindre mesure à travers les parois opaques.

### ▪ Stocker :

L'énergie solaire étant souvent plus importante au moment où elle est moins nécessaire et les apports internes parfois élevés, il est intéressant de stocker toute cette énergie jusqu'au moment où le besoin s'en fait sentir. L'inertie de chaque matériau (plancher, paroi, ...) permet d'absorber les fluctuations suivant sa capacité d'accumulation.

### ▪ Conserver :

En climat froid ou frais, on s'efforcera de conserver toute la chaleur, qu'elle provienne de l'ensoleillement, d'apports internes ou d'un système de chauffage, aussi longtemps que possible à l'intérieur du bâtiment. C'est essentiellement la forme et l'étanchéité de l'enveloppe, ainsi que les vertus isolantes de ses parois qui limiteront les déperditions thermiques.

### ▪ Distribuer :

La distribution peut se réaliser :

- Naturellement lorsque la chaleur accumulée dans un matériau durant la période d'ensoleillement est restituée à l'air ambiant par convection et rayonnement
- Par thermo circulation de l'air
- Mécaniquement.

## II - 7 Ventilation :

Ces trois stratégies doivent être complétées par la mise en place d'une bonne ventilation, de préférence naturelle, indispensable pour garantir un air sain.

Le principe d'un système de « ventilation de base" comprend :

- De fournir un apport d'air pur aux locaux occupés, et de permettre l'extraction de l'air pollué, malodorant et vicié.
- De préserver un climat intérieur sans poussières, doté d'une température et d'une humidité appropriées
- D'assurer dans l'ensemble des locaux occupés un mouvement d'air qui soit favorable à la santé et au confort des occupants

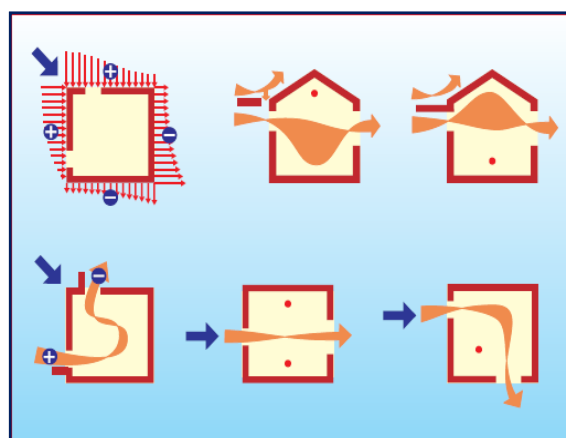


Figure 23: la ventilation naturelle. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P : 135b

### II - 8 Construire en climat froid et semi-aride :

Les stratégies de conception pour l'amélioration du confort thermique durant l'hiver doivent porter sur les points suivants :

#### II - 8 - 1 Adaptation à l'échelle urbaine :

- **Planification pour le soleil d'hiver :** En urbanisme, il faut trouver des moyens qui tiennent compte du soleil d'hiver dès le début afin de fournir suffisamment de chaleur au rayonnement et à la lumière solaire. Laisser l'espace pour pénétrer le rayonnement soleil peut être une clé pour créer des espaces confortables pour la population
- **Construire des espaces protégés du vent :**  
Grâce aux types de planification des rues et aux bâtiments qui empêchent et dispersent le vent.

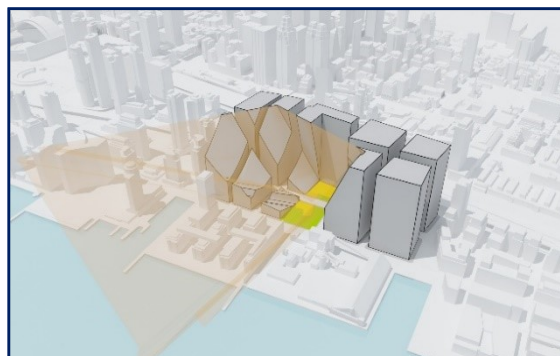


Figure 24: planification pour le soleil d'hiver. Source : pinterst.com



Figure 25: l'obstacle des vents. Source : pinterst.com

#### II - 9 Adaptation à l'échelle bâtiment :

- **L'isolation thermique :**

Une bonne isolation permet de diminuer les déperditions thermiques. Par exemple, il est utile de renforcer celle des parois opaques et de supprimer les ponts thermiques, et aussi les plafonds et les fenêtres pour minimiser la perte d'énergie

- **Le zonage thermique et les espaces tampons :**

Cloisonner des espaces en différentes zones permet de créer des espaces protecteurs et des ambiances thermiques différentes, mieux appropriées à leurs utilisations propres.

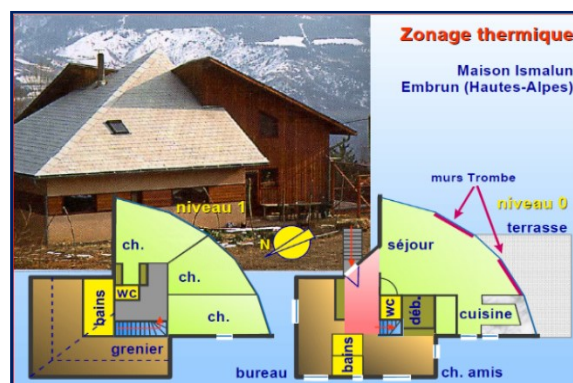


Figure 26: espaces tampons organisés par zonage. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P :65b

### La thermocirculation :

La thermocirculation de l'air est un mode de distribution de la chaleur dû à l'échauffement de l'air par l'ensoleillement.

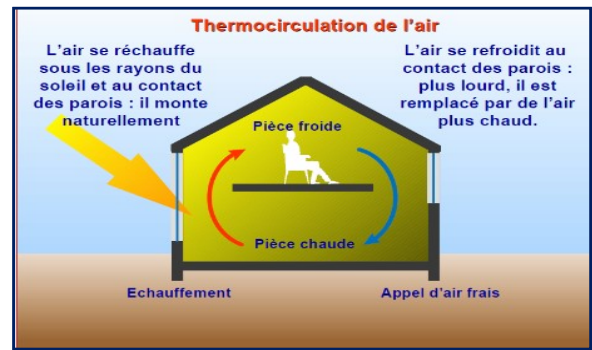


Figure 27 : principe de distribution de la chaleur par thermocirculation. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P : 66b

### Types, dimensions, et position des fenêtres :

La fenêtre est l'élément de captage le plus simple et le plus répandu : elle apporte à la fois chaleur et lumière et offre la possibilité d'accumuler directement la chaleur.

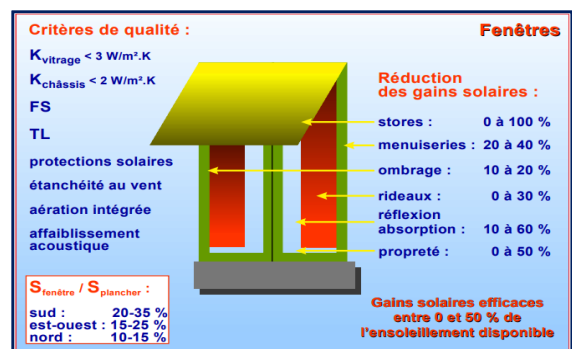


Figure 28: les facteurs intervenant dans la thermique de la fenêtre. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P : 68b

### Toiture végétalisée :

Ce type de toiture donnera un aspect environnemental au projet et aussi il y a des avantages :

#### Hiver :

- Complément apporté faible pour les toitures extensives (épaisseur substrat réduite + haute contenance en eau)
- Réduction des pointes de consommation possibles pour les toitures intensives (inertie thermique du substrat)

#### L'été :

- Résistance et inertie accrues en fonction de l'épaisseur du substrat
- Réduction des apports solaires en fonction du type de végétation et de la densité de son feuillage

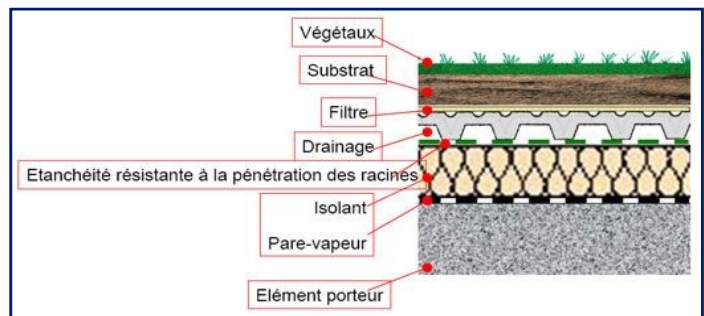


Figure 29: les différentes couches d'un toit végétalisé. Source : www.pinterest.com

- Refroidissement naturel par évapotranspiration (diminution de la température de l'air sous la végétation).

### ▪ Les serres et vérandas

Les serres et vérandas offrent un espace tampon qui favorise le captage du rayonnement solaire.

Ce rayonnement est transformé en chaleur par effet de serre.

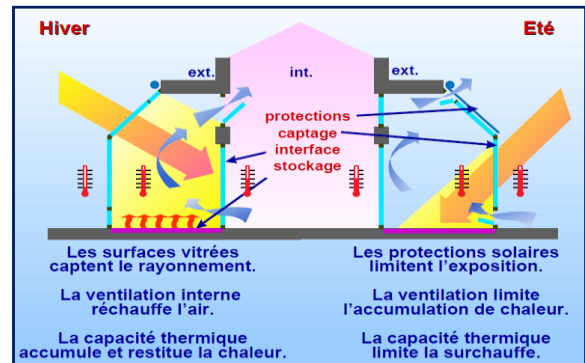


Figure 30: la serre est un milieu : fonctionnement d'hiver et d'été. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme. P : 70b

### ▪ Les murs capteurs :

Les murs capteurs captent l'énergie solaire, l'accumulent dans leur masse, l'amortissent et la restituent sous forme de chaleur à l'ambiance intérieure après un déphasage de plusieurs heures.

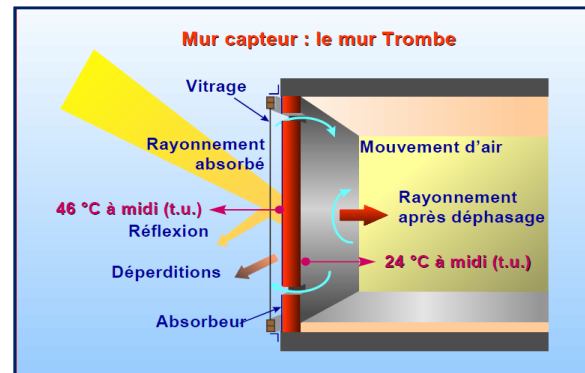


Figure 31: schéma de principe du mur capteur. Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. P : 72b

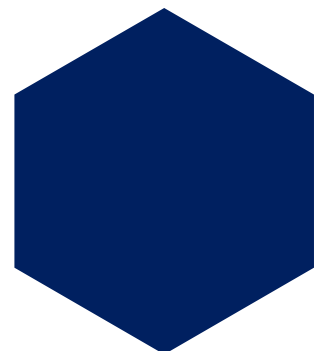
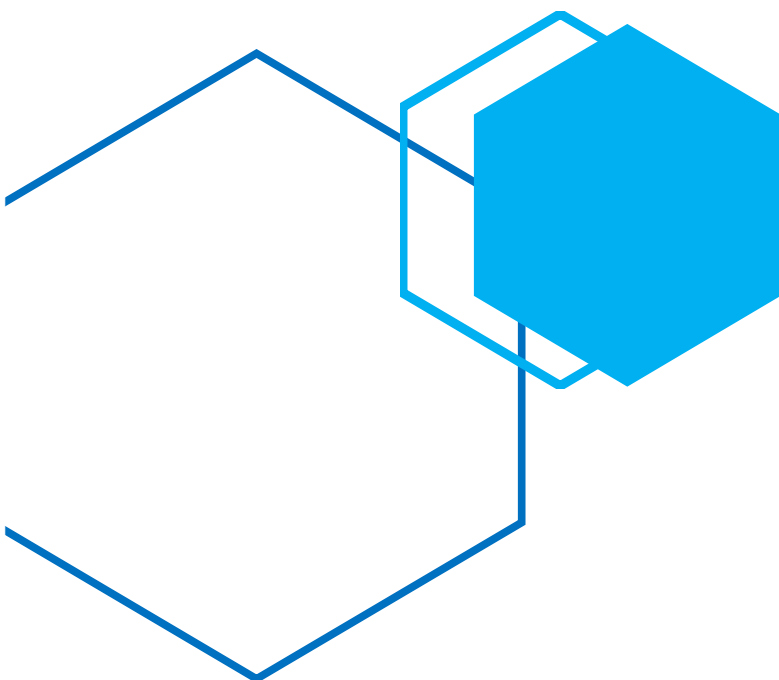
## II - 10 Synthèse :

D'après les données précédentes on conclut que notre projet va prendre en compte les points suivants :

- Le projet va être compact pour minimiser les déperditions thermiques.
- Il va être orienté et implanté d'une façon qui permet de bénéficier des apports solaires et favoriser l'éclairage naturel.
- On va utiliser des matériaux durables qui ont une grande inertie thermique pour minimiser les déperditions thermiques.
- Végétations, on va les intégrer pour réduire la vitesse de vent et l'eau pour réduire la température ambiante.
- Utilisation des énergies renouvelables adéquates au contexte.
- Utilisation des stratégies pour le cas le plus défavorable prend en compte les données climatiques du contexte



## **Chapitre III : Approche analytique**



### Introduction :

Ce chapitre dans le but de mieux comprendre le fonctionnement d'une école maternelle et primaire, la logique d'un projet durable et assimiler le programme du projet et pour approfondir la réflexion sur le projet. On a essayé d'analyser trois exemples chaque exemple va nous aider à inspirer dans les techniques de durabilité ou les aspects écologiques utilisés et même dans les aspects formels ainsi que nous va donner une idée sur les solutions passives qui on peut les intégrer dans notre projet.

### III - 1 Exemple 01 : Eco-école maternelle de la Mare Huguet Boutours :

#### III - 1 - 1 Fiche technique :

**Localisation :** Rosny-sous-Bois,  
France

**Surface :** 2400m<sup>2</sup>

**Gabarit :** RDC

**Architectes :** M, Pierre jean pouillard  
M. Emmanuel Pezres

**Climat :** l'été est court, confortable et partiellement nuageux et les hivers sont très froids



Figure 32: Eco-école maternelle de la Mare Huguet Boutours. Source : [www.construction21.org](http://www.construction21.org)

#### III - 1 - 2 Présentation de projet :

Dans la halle des marchés datant des années 2000, dans laquelle son infrastructure et sa structure ont été préservées, un nouveau jardin d'enfants a été construit Eco-école maternelle de la Mare Huguet Boutours 2.

#### III - 1 - 1 . Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

##### III - 1 - 1 - 1 Plan de Situation :

Eco-école maternelle de la Mare Huguet Boutours situé en Rosny sous-bois (France)

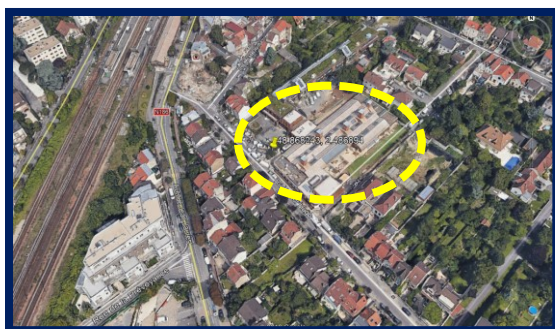


Figure 33: plan de situation du projet.  
Source : google earth

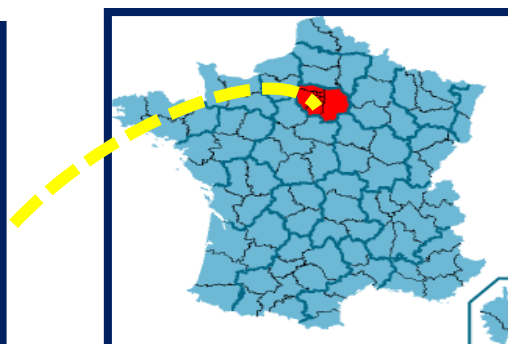


Figure 34: carte géographique.  
Source : google image

### III - 1 - 1 - 2 Plan de masse :

Le projet situé dans une zone résidentielle, il se compose de deux immeubles : école élémentaire et maternelle. Les deux immeubles ont des entrées sur la rue victor hugo

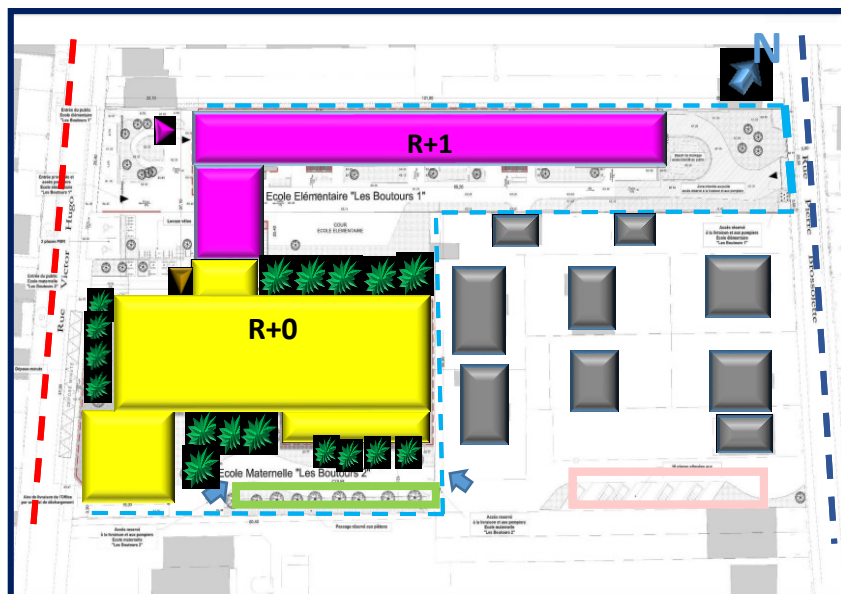


Figure 35: plan de masse.  
Source : batirama.com

### III - 1 - 1 - 3 Les Plan de l'école maternelle

	Nom de l'espace	Surfaces
	Espaces périscolaires	60 et 59m <sup>2</sup>
	Préau, circulation	375m <sup>2</sup>
	Salles des classes	58 à 66m <sup>2</sup>
	Bibliothèque	57m <sup>2</sup>
	Sanitaires	30m <sup>2</sup>
	Bureau directeur, salle des maîtres	
	Dortoirs	60m <sup>2</sup>
	Réfectoire	135m <sup>2</sup>
	Office	
	Locaux techniques	

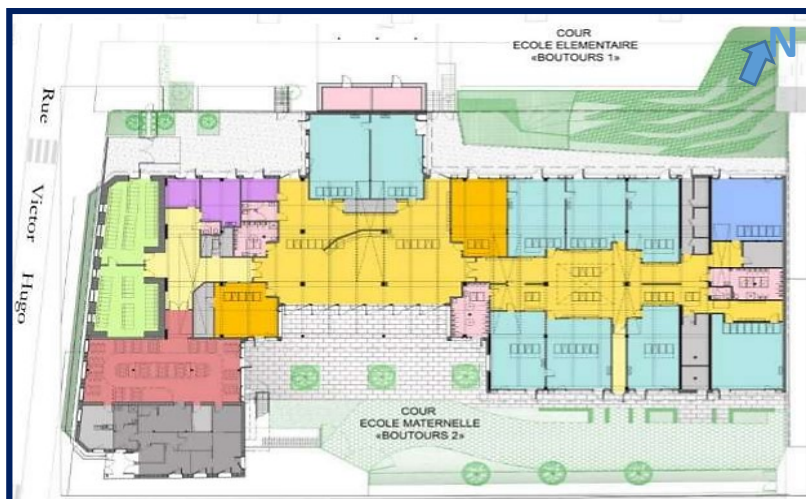


Figure 36: Plan RDC.  
Source : batirama.com

Tableau 2 : Programme quantitatif

- A l'avant de l'école, l'entrée se trouve sur un préau intérieur qui dessert la loge du gardien
- L'école contient de 9 classes, 7 classes organisées bilatéralement à travers un couloir
- Deux classes seront situées près de la cour de l'école primaire. Elles sont prévues comme une jonction entre les deux établissements

- Deux sanitaires sont positionnés près des classes
- En plus, on trouve au côté ouest les espaces administratifs, les locaux techniques et aussi réfectoire
- Il y a également deux dortoirs qui bénéficieront d'un sas de déshabillage pour les enfants.

### III - 1 - 1 - 4 Organigramme spatial et fonctionnels :

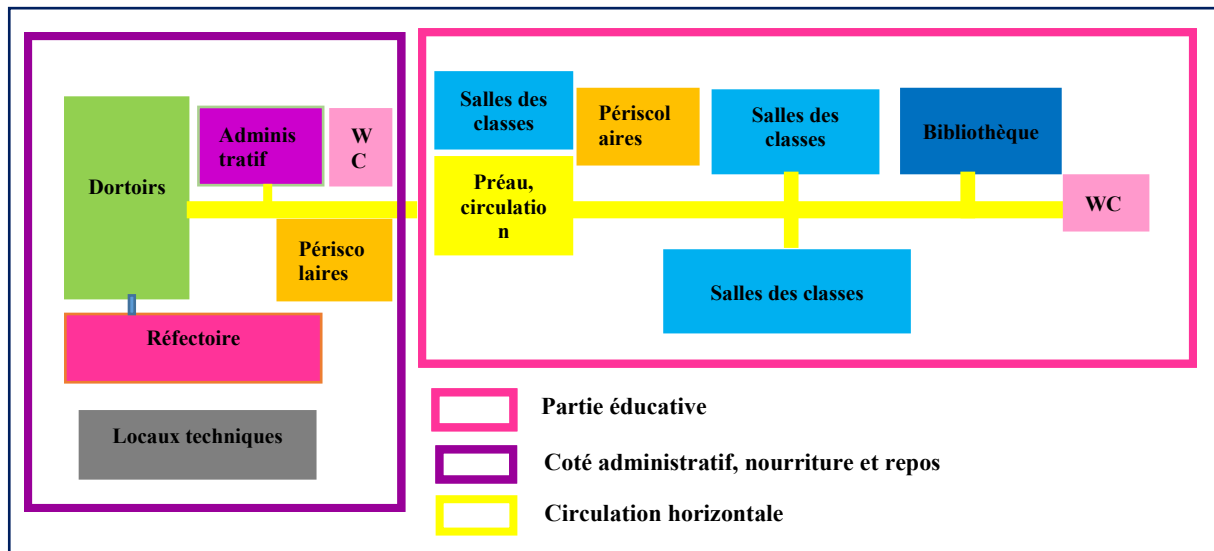


Figure 37: schéma d'organigramme spatial et fonctionnels

- Un bon fonctionnement dans ce niveau
- La relation entre l'espace est bonne
- La surface des espaces est suffisante pour la fonction de tel espace.
- La circulation horizontale est très claire

### Vue intérieure de quel qu'espace :

L'utilisation des couleurs douces et claires aide à maximiser la sensibilité des enfants et à faire ressortir la personnalité de chaque enfant

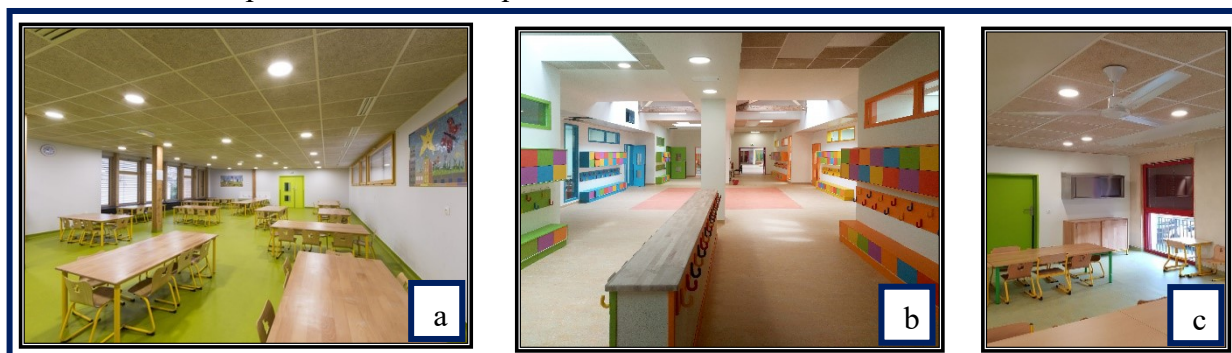


Figure 38: espace intérieur.  
Source : batirama.com

### III - 1 - 1 - 5 Les coupes :

Cette coupe qui montre les tours à vent

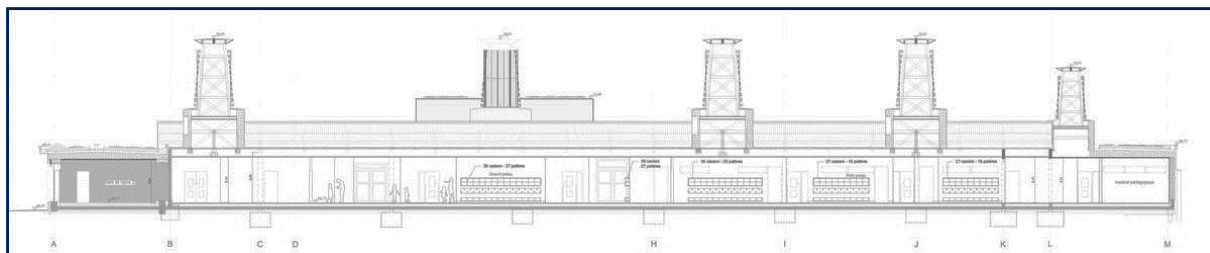
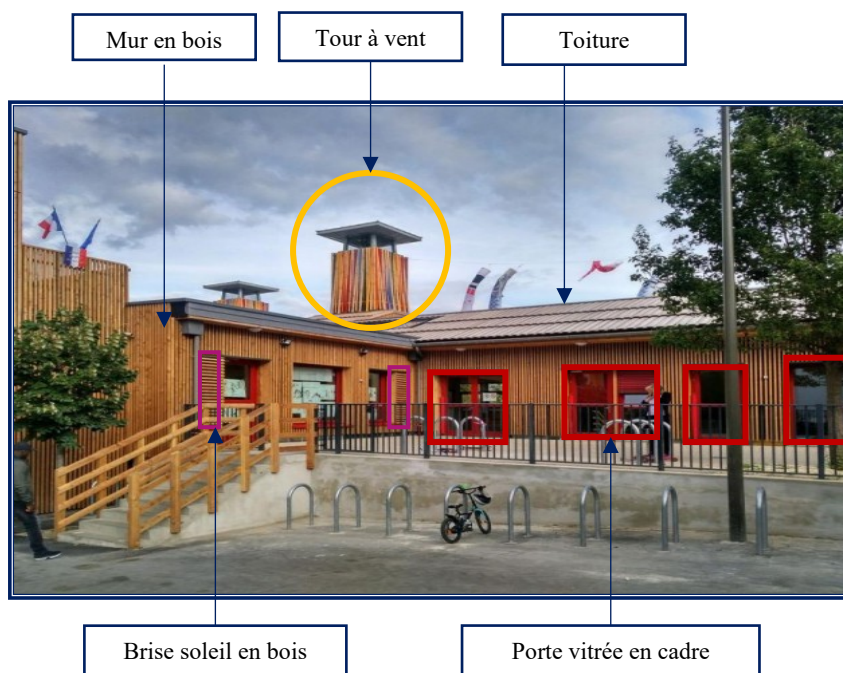


Figure 39: coupe de l'école maternelle.  
Source : www.construction21.org

### III - 1 - 1 - 6 Lecture des façades :



La façade d'école maternelle est une façade simple en bois avec des larges ouvertures vers l'extérieur pour la lumière naturelle et des toitures inclinées avec des tours à vent colorés

### III - 1 - 2 Aspects liés à la durabilité :

### III - 1 - 3 Système constructif :

- Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

## Chapitre III : Approche analytique

### • Implantation :

- Le projet est un bloc intégré dans un écoquartier.
- Bonne orientation (nord-sud).
- Le projet est implanté dans un terrain plat

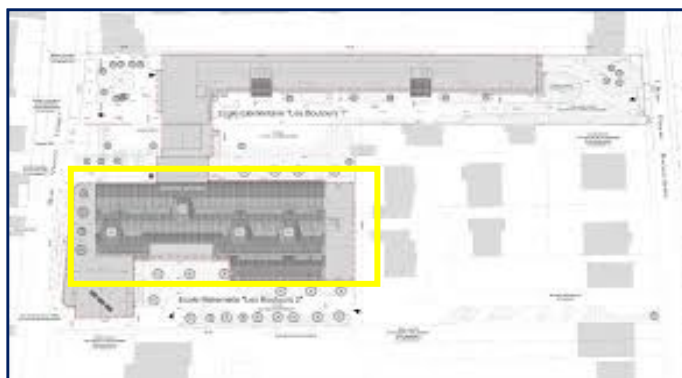


Figure 40: l'école maternelle.  
Source : www.construction21.org

### • Matériaux :

- L'utilisation de matériaux bio- sources (bois, paille, terre), ayant pour but de donner à ce bâtiment une faible empreinte carbone
- Utilisé les bottes de paille sur les murs.
- Les murs de paille sont enduits de terre crue
- Utilisée le bois pour la structure
- Fondations sur pieu et isolation des sols en Fromagas
- Les fondations sont sur pieux vissés amovibles qui minimisent les impacts sur le sol

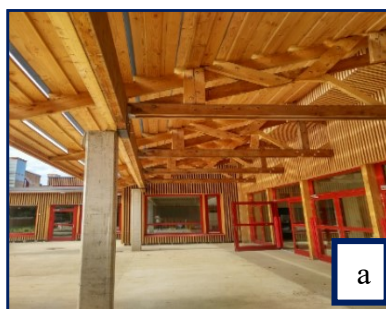


Figure 41: les techniques de construction.  
Source : www.construction21.org

### III - 1 - 4 Confort :

#### • Hygrothermique :

- Une ventilation naturelle par des tours à vent contrôlée avec récupération de chaleur, qui diffère de la ventilation classique.
- La présence du végétal minimise l'effet d'îlot de chaleur urbain
- Isoler le sol par Fromagas Floorboard S3 Pour faire barrage aux remontées d'humidité éventuelles

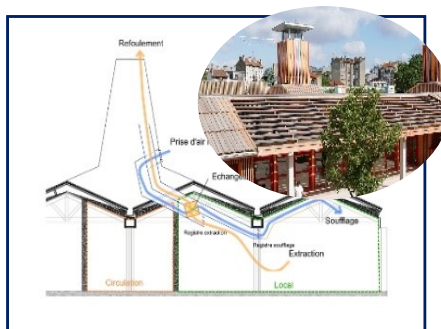


Figure 43: tour à vent  
Source : batirama.com

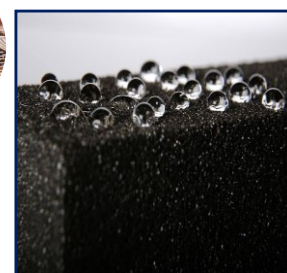


Figure 42: Fromagas Floorboard S3.  
Source: batirama.com

## Chapitre III : Approche analytique

- Appliqué les Panneaux rayonnant en plafonds :  
Le chauffage est assuré par une chaudière à granulés de bois, alimentant des panneaux rayonnant Zehnder en plafonds.

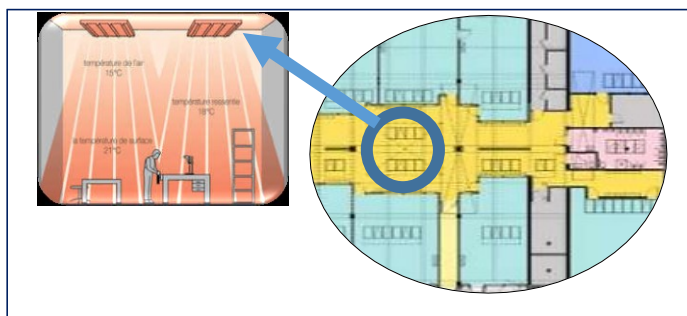


Figure 44: les panneaux rayonnant Zehnder en plafonds.  
Source : batirama.com

- **Visuel :**

- Les façades intérieures sont largement ouvertes afin de permettre une grande capacité d'éclairage naturel et sont travaillées de manière bioclimatique



Figure 46: façade de l'école maternelle.  
Source : batirama.com



Figure 45: espace de circulation. Source : batirama.com

- **Acoustique :**

- Utilisation des bottes de paille à une ép. : 47cm sur les murs pour isoler contre le bruit
- Isolant de plafonds : la laine de bois garantit également de hautes performances acoustiques



Figure 47:botte des pailles sur les murs.  
Source : batirama.com

### III - 1 - 5 La sécurité :

- L'accès principal de l'école maternelle situe à la voie secondaire de faible flux pour éviter les accidents des enfants
- Une seule entrée pour contrôler les enfants facilement
- Une grande cour avant l'entrée pour éviter aussi les accidents
- Utilisé des meubles (chaises et des tables) n'ont pas des angles aigus pour éviter la blessure des enfants.

## III - 2 Exemple 02 : Eco-école maternelle et élémentaire de Pole Enseignement Loisir de Bouc Bel Air (France)

### III - 2 - 1 Fiche technique :

**Localisation** : Bouc-Bel-Air (Bouches-du-Rhône) France

**Surface** : 3 040 m<sup>2</sup>

**Gabarit** : R+1

**Nombre d'unités fonctionnelles** : 500  
Enfant

**Climat** : l'été est court, chaud, sec et l'hiver est long, très froid.



Figure 48: Pole Enseignement Loisir de Bouc Bel Air.  
Source : architopik.com

### III - 2 - 2 Présentation de projet :

Construction d'un Pôle Enseignement Loisirs Jeunesse composé d'une école maternelle de 4 classes, d'une école élémentaire de 7 classes, d'un espace de restauration scolaire, d'un Centre de Loisirs Sans Hébergement et d'un Pôle Jeunesse. Bâtiment basse consommation.

### III - 2 - 3 Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

#### III - 2 - 3 - 1 Plan de Situation :

Ce projet a situé dans Bouc-Bel-Air (Bouches-du-Rhône), France

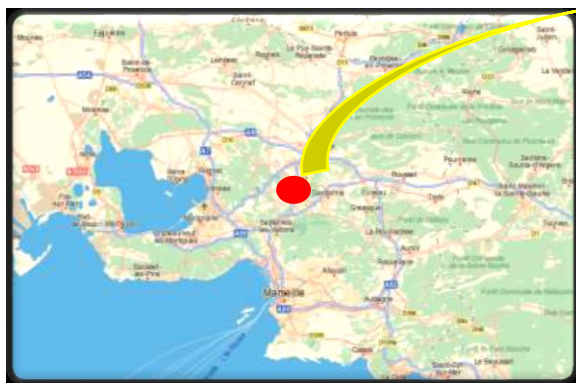


Figure 50: carte géographique.  
Source : google image



Figure 49: plan de situation du projet.  
Source : google earth

### III - 2 - 3 - 2 Plan de masse :

- Les accès du projet, Ecole primaire, Classes élémentaires. Un pôle de jeunesse composé d'un accueil de loisirs sans hébergement et un centre accueil jeunesse.

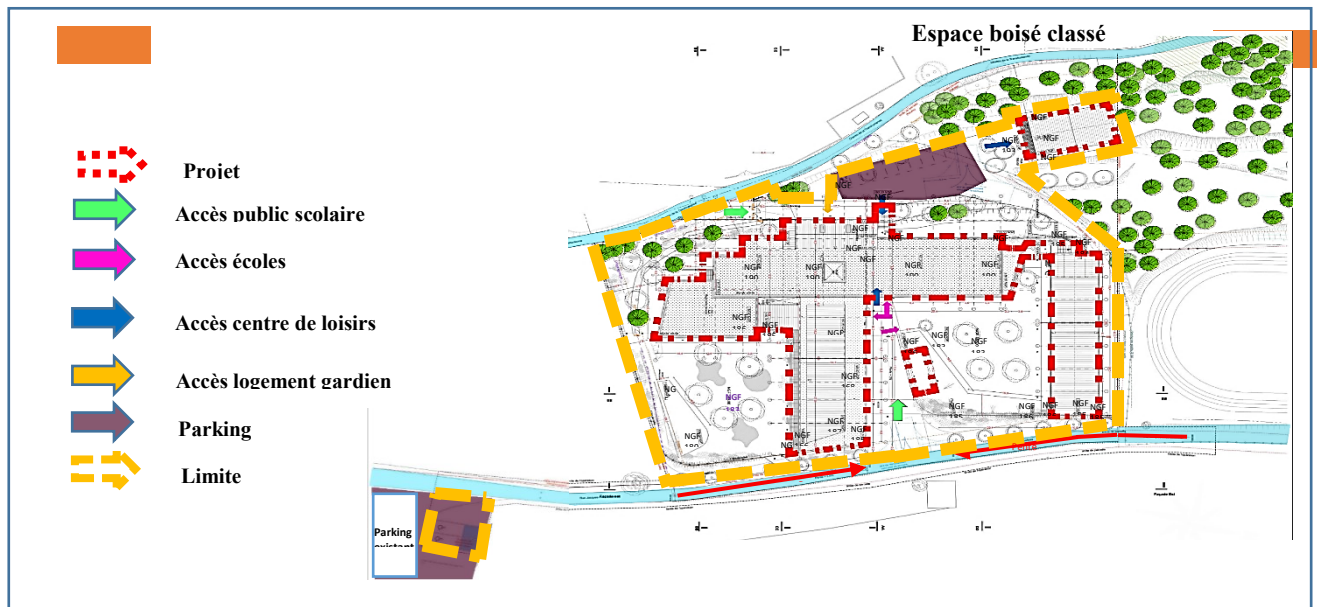


Figure 51: plan de masse.  
Source : www.construction21.org

### III - 2 - 3 - 3 La Volumétrie :

Le jeu des imbrications des volumes permet une insertion du bâtiment dans la pente naturelle du terrain.

Le parti choisi est :

En bas du terrain, de plain-pied, on accède au groupe scolaire et à la restauration et ses deux cours distinctes.

Au niveau supérieur, se trouve le centre loisir, il est accessible depuis le haut du site ; dans la colline le centre accueil jeunesse.

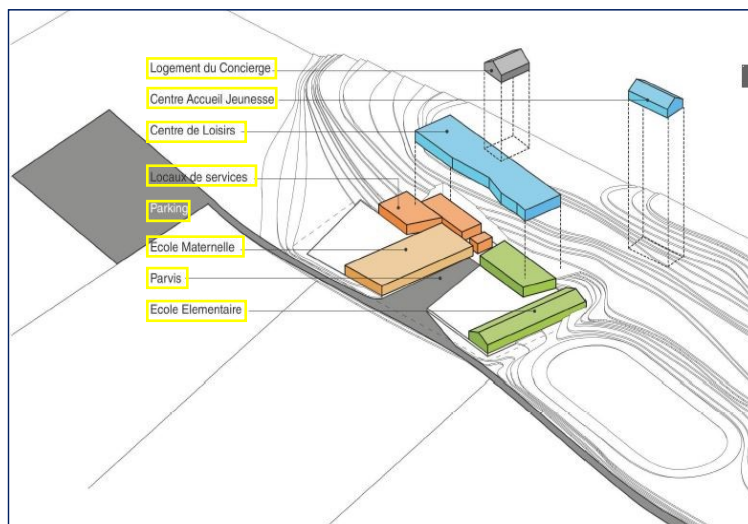


Figure 52: Schéma du développement de la volumétrie.  
Source : www.construction21.org

III - 2 - 3 - 4 Lecture des plans :

III - 2 - 3 - 4 - a Plan de l'école maternelle :

Nom d'Espace	Surface
Salle de classe N(04)	220,5 m <sup>2</sup>
Dortoir	79,3 m <sup>2</sup>
Salle d'accueil polyvalente	90,3 m <sup>2</sup>
Conciergerie	13 m <sup>2</sup>
Sanitaires (02)	7,6 m <sup>2</sup>
Propreté sanitaire (02)	32 m <sup>2</sup>
Salle ATSEM	14,2 m <sup>2</sup>
Douche	5,8 m <sup>2</sup>
Armoire	2,5 m <sup>2</sup>
Locaux services	5 m <sup>2</sup>
Circulation H	68 m <sup>2</sup>

Tableau 2 : programme quantitatif

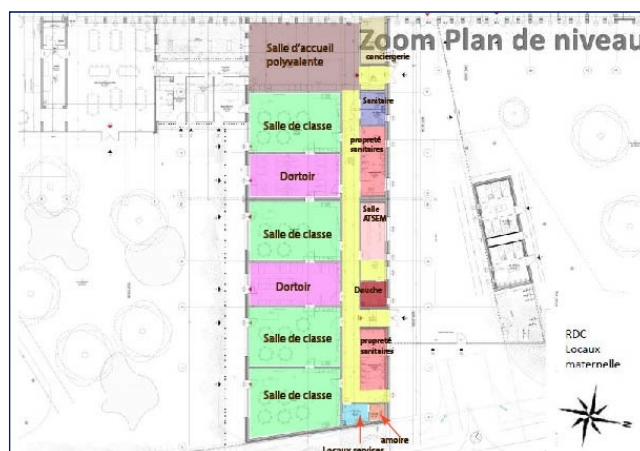


Figure 53: plan de RDC. Source : www.construction21.org

- L'école contient de 4 classes, organisé latéralement, et entre deux classes ont un dortoir
- Les sanitaires sont positionnés à proximité des salles classes
- le mode de distribution est utilisée un couloir séparé des salles des classes avec des autres espaces et se termine par une salle polyvalente

• les façades :

On remarque que :

- L'utilisation des vitrages au façade sud pour profiter au maximum de la lumière
- L'utilisation des brises soleil horizontal en bois pour protection solaire

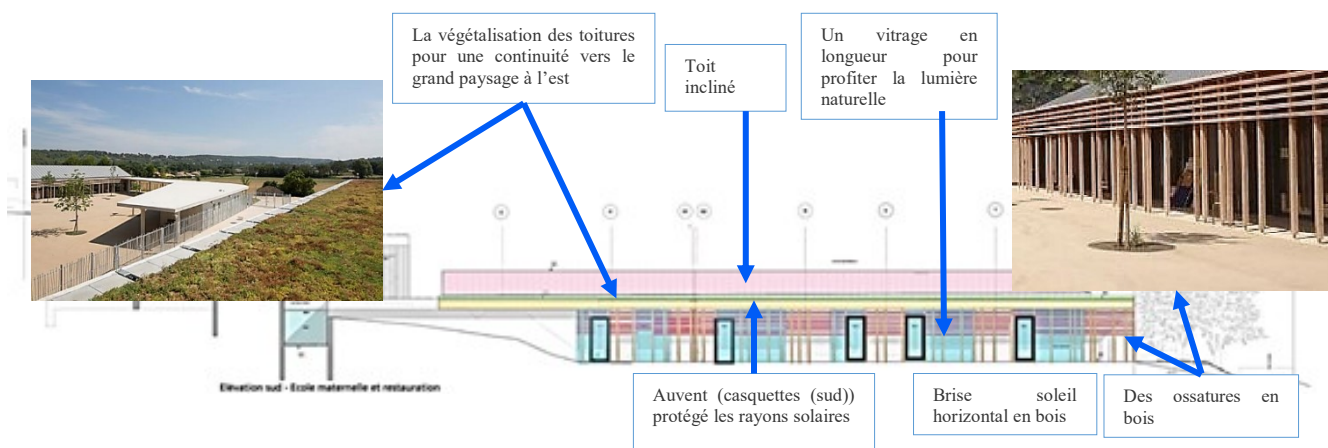


Figure 54: façade Sud-Ecole maternelle. Source : www.construction21.org

## Chapitre III : Approche analytique

- Un rythme des ouvertures de distribution la façade en longueur pour un éclairage uniforme

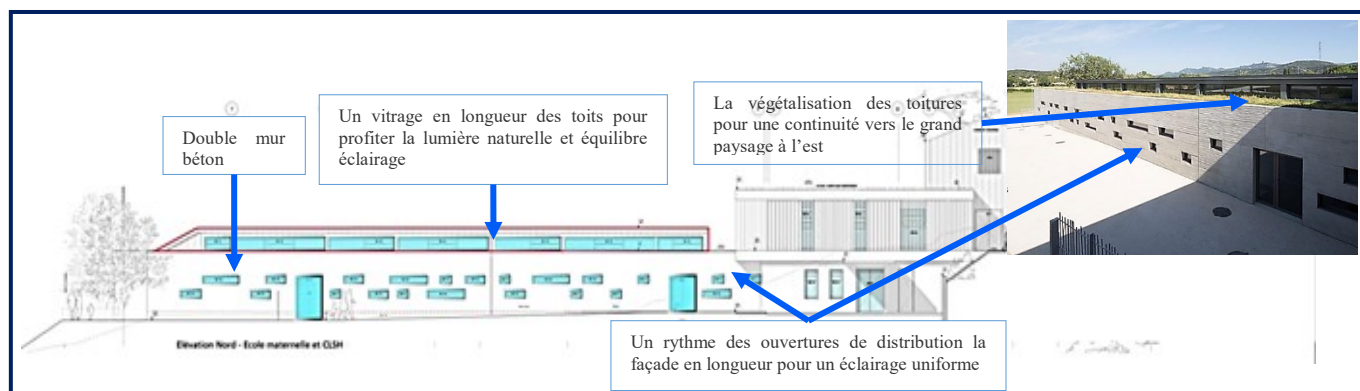


Figure 55: Façade Nord-Ecole maternelle.  
Source : www.construction21.org

### III - 2 - 3 - 4 - b Plan de l'école élémentaire :

Nom d'Espace	Surface
Salle de classe (07)	390 m <sup>2</sup>
Salle informatique	41,3 m <sup>2</sup>
Enseignant	20 m <sup>2</sup>
Bureau polyvalente	15,5 m <sup>2</sup>
Bureau direction	15,8 m <sup>2</sup>
Sanitaire (04)	40 m <sup>2</sup>
Vestiaires douche (02)	15,4 m <sup>2</sup>
Local services	5,2 m <sup>2</sup>
Local rgt sport (02)	17,2 m <sup>2</sup>
Salle d'accueil polyvalente	92 m <sup>2</sup>
Hall	53,6 m <sup>2</sup>
Circulation V, Circulation h	18 m <sup>2</sup> , 31 m <sup>2</sup>

Tableau 3 : programme quantitatif



Figure 56: plan RDC. Source : www.construction21.org

- L'école élémentaire contient 7 salles de classes, organisées unilatérale. et dans la dernière classe se trouve l'escalier accédé vers centre loisir.
- En plus, on trouve à la côté sud les salles polyvalentes à proximité les salles élémentaires
- Les sanitaires sont positionnés dans la cour

• Les coupes :

Ces coupes qui montrent la protection solaire et la ventilation naturelle

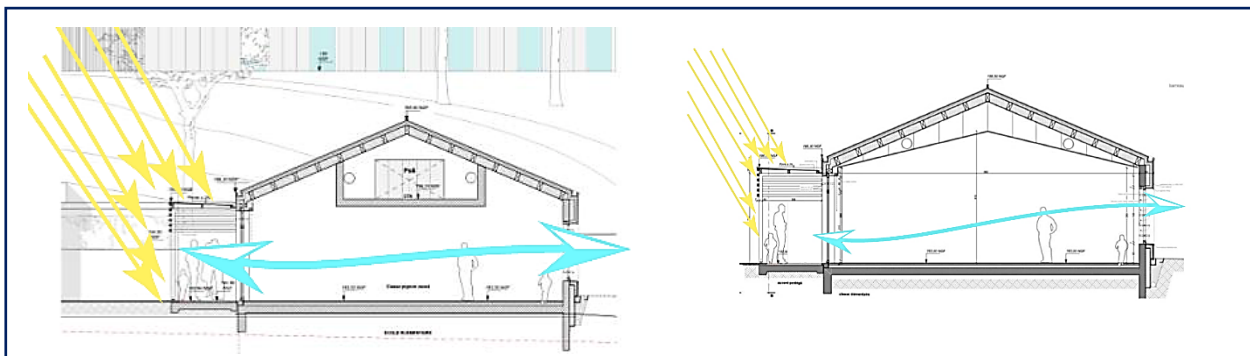


Figure 57: coupe de l'école élémentaire.  
Source : www.construction21.org

Les façades :

- L'utilisation des vitrages au façade sud pour profiter au maximum de la lumière
- L'utilisation des brises soleil horizontal en bois pour protection solaire

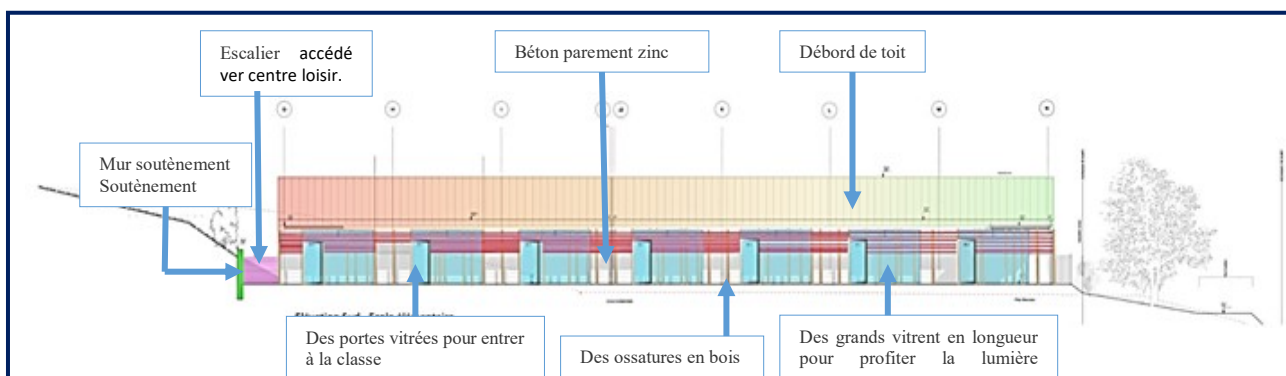


Figure 58: façade Sud-Ecole élémentaire.  
Source : www.construction21.org

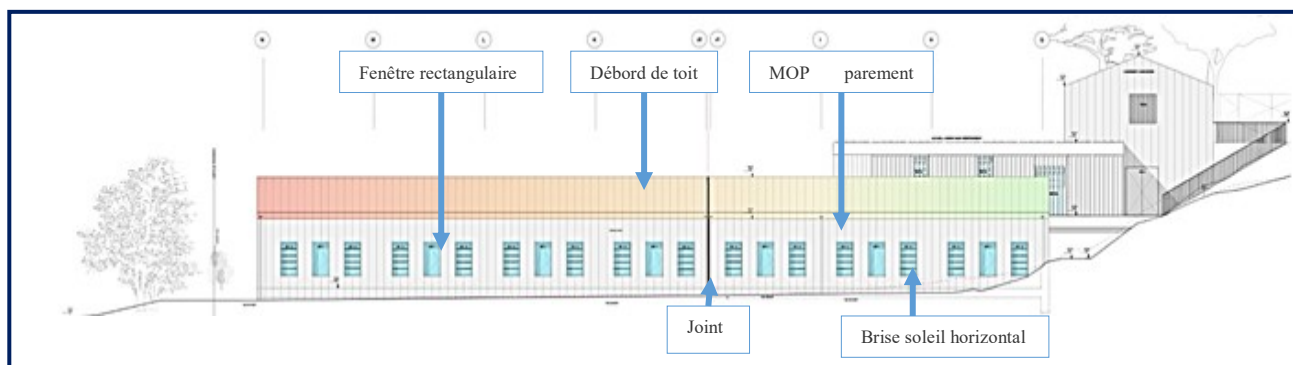


Figure 59: façade Nord-Ecole élémentaire.  
Source : www.construction21.org

III - 2 - 3 - 4 - c Plan des locaux services :

- Utilisé trois couloirs parallèles qui mènent tous à un restaurant.
- Séparé les deux couloirs par des espaces pour faciliter le mouvement
- Les espaces d'administration sont alignés les salles des restaurations et accessibles via un couloir.
- En plus, on trouve trois patios à proximité (salle de restauration, cuisine et infirmerie)

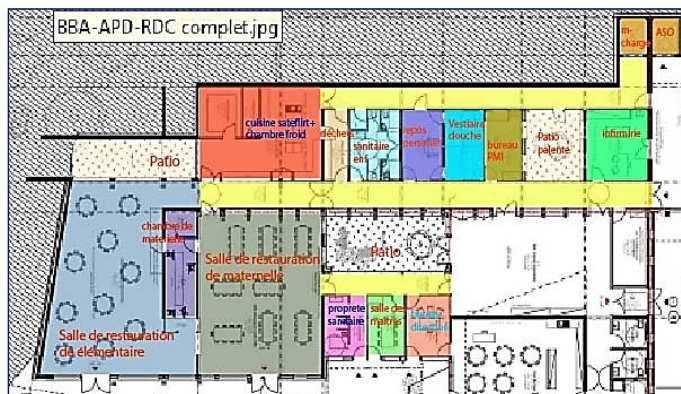


Figure 60: plan RDC. Source : [www.construction21.org](http://www.construction21.org)

Nom d'Espace	Surface
Salle de restauration maternelle	94,5 m <sup>2</sup>
Salle de restauration élémentaire	05,7 m <sup>2</sup>
Chambre de matériels	17,5 m <sup>2</sup>
Bureau direction	14 m <sup>2</sup>
Salle des maîtres	11 m <sup>2</sup>
Propreté sanitaires	7,3 m <sup>2</sup>
Patio (03)	70 m <sup>2</sup>

Cuisine Chr-froid	53,5 m <sup>2</sup>
Déchets	8,3 m <sup>2</sup>
Sanitaire d'enfant	15 m <sup>2</sup>
Repos personnel	13 m <sup>2</sup>
Vestiaire douche (02)	13 m <sup>2</sup>
Bureau PMI	12 m <sup>2</sup>
Infirmière	21 m <sup>2</sup>
ASO -M-charge	4 m <sup>2</sup> -4,5 m <sup>2</sup>

Tableau 4 : programme quantitatif

• Les coupes :

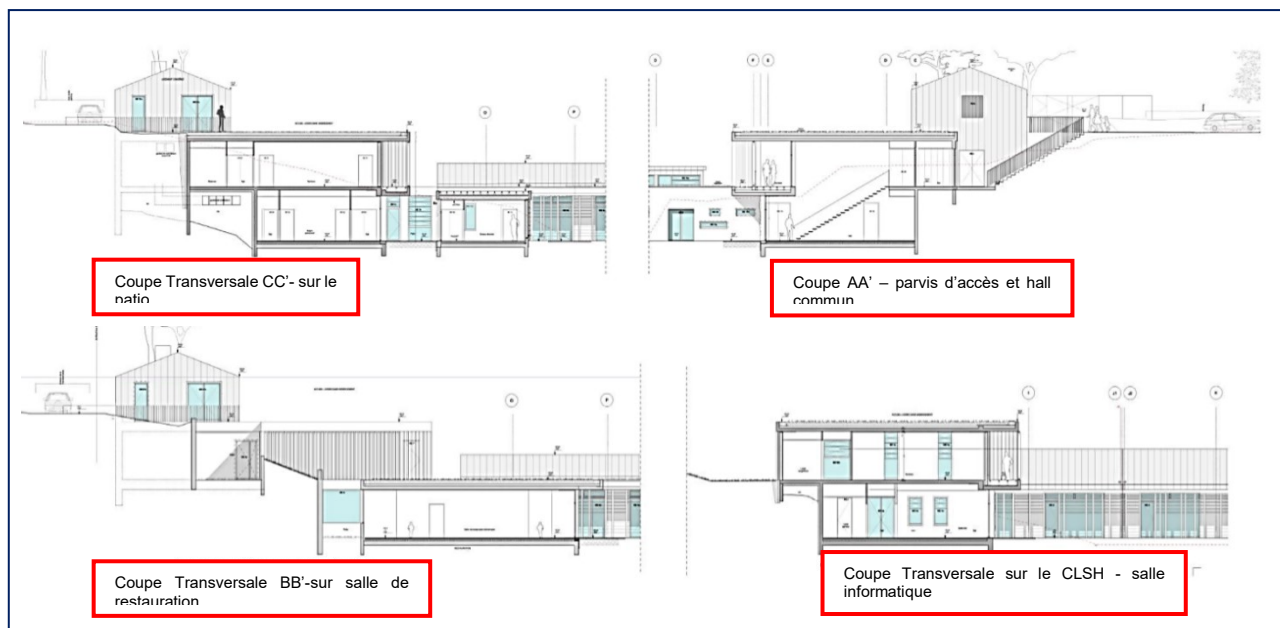


Figure 61: les coupes. Source : [www.construction21.org](http://www.construction21.org)



III - 2 - 3 - 5 Organigramme spatial :

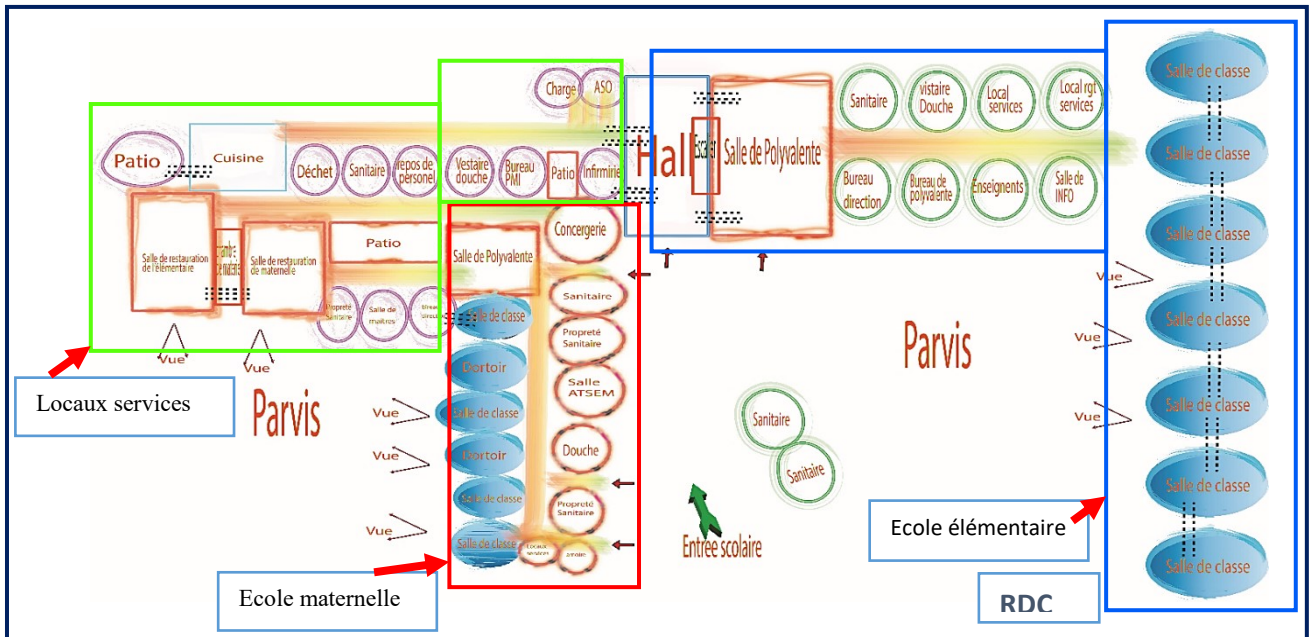


Figure 64: schéma de l'organigramme spatial

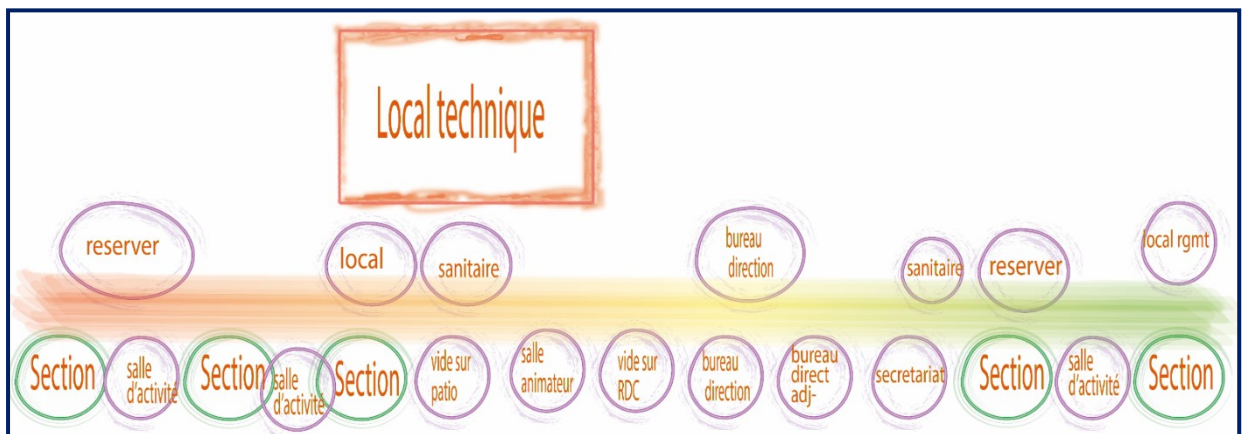


Figure 65: schéma d'organisation spatial

III - 2 - 3 - 6 Aspects liés à la durabilité :

III - 2 - 3 - 6 - a Système constructif :

➤ Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

• Implantation :

- Implantation en limite d'un espace naturel et vue dégagée sur la plaine.
- Topographie complexe avec un dénivelé de plus de 10m entre les accès bas et haut.
- Inscription dans la pente et clarification par les fonctions programmatiques.
- Mutualisation des espaces entre groupe scolaire et centre de loisirs.
- Facilités d'accès et repérages.
- Proximité géographique et liaisons claires.

- **Matériaux :**

Les matériaux utilisés (Protéger les panneaux du rayonnement solaire lors du stockage.)

-PSE TH32 -Plaque de plâtre -laine de bois -frein vapeur	-zinc -fibre de bois -Plaque de parement -parement lisse	-PSE à plots -laine de roche -Polyuréthane Th22
---	---	---

**Tableau 3:** les matériaux utilisés

### III - 2 - 3 - 6 - b Confort :

#### ➤ Confort thermique

- Menuiseries aluminium à rupture de pont thermique thermo--laqué de couleur moyenne.
- Double vitrage lame d'argon faible émissivité
- Protections solaires mobiles : scén intérieur de couleur orange sur façades ENE et OSO et patio.
- Protections solaires fixes : débord de toit ou casquettes (sud), résille verticale lames de bois

Orientation vitrages	Surface (m <sup>2</sup> )	Répartition (%)
Sud	173	27
Est	266	41
Ouest	122	19
Nord	86	13

**Tableau 4:** les surfaces de vitrage

#### ➤ Santé Qualité de l'air intérieur

- Utilisation des matériaux faiblement émissifs en COV : béton, bois non traité,
- Équipements de ventilation mécanique (CTA) avec filtres entrée d'air G4 et F7.
- Débits hygiéniques assurés et garantis par la ventilation mécanique contrôlés sur occupation.
- Valorisation de la ventilation naturelle : ventilation triple flux « manuelle, ou automatisée : VMC double flux, VMC simple flux ouverture ou fermeture d'un ouvrant en manuel, Ventilation naturelle manuelle ou automatisée.

### III - 2 - 3 - 6 - c Les techniques actives :

#### ➤ Chauffage :

- Chaufferie gaz
- Chaudière gaz individuelle
- Plancher chauffant basse température

#### ➤ ECS :

- Chauffe-eau électrique individuel

### III - 3 Exemple 03 : groupe scolaire école maternelle et primaire Montrottier (France)

#### III - 3 - 1 Fiche technique :

**Localisation :** Montrottier, France

**Surface** 1465,0 m<sup>2</sup>

**Gabarit :** sous-sol+ RDC

**Architectes :** Tekhnê Architectes

**Climat :** l'été est court, chaud, sec et l'hiver est long, très froid.



Figure 66: groupe scolaire. Source : /www.construction21.org

#### III - 3 - 2 Présentation de projet :

Construction d'une école maternelle et primaire. Création des espaces urbains publics du Centre-Bourg accompagnant l'équipement (parking école, parking public, parvis, square...)

#### III - 3 - 3 Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

##### 1. Plan de Situation :

Ce projet a situé dans La ville médiévale de Montrottier, dans le sud-ouest de la France

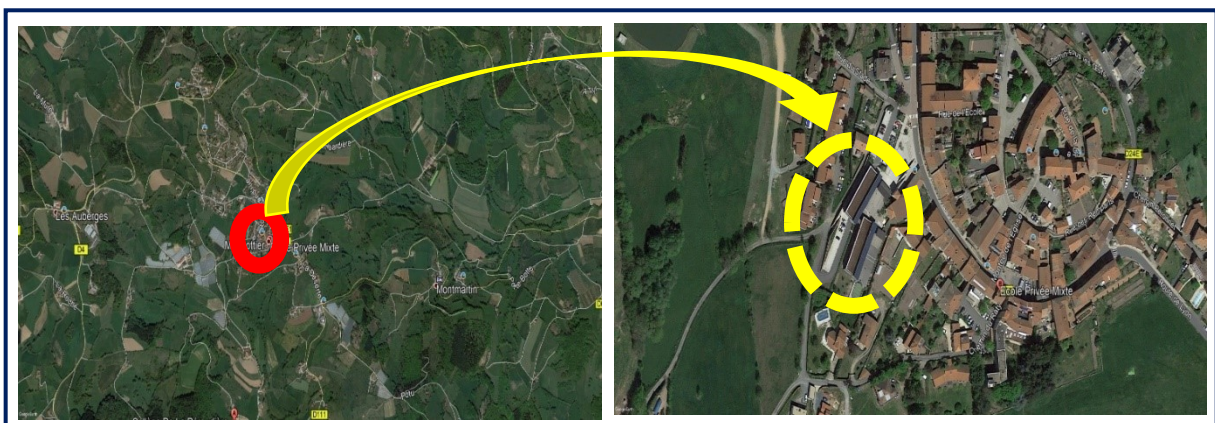


Figure 67: plan de situation du projet.  
Source : google earth

### III - 3 - 3 - 1 Plan de masse :

La fragmentation de l'école en deux barrettes décalées (l'une accueillant la maternelle et l'autre l'élémentaire), installe l'équipement dans la topographie tout en aménageant des cours à plat et à l'abri du vent. Les classes profitent de cette situation privilégiée en balcon, qui fait "rentre" le grand paysage dans les salles : les vues lointaines sont spectaculaires.



### III - 3 - 3 - 2 Lecture des plans :

#### Plan de sous-sol :

- ✚ Au niveau de sous-sol l'école élémentaire contient à deux salles classes organisé unilatérale à travers un couloir
- ✚ Entre les Salle de classes deux se trouve rangements et un atelier.
- ✚ L'autre espaces (RASED et sanitaire, locaux techniques) se trouve à proximité des classes
- ✚ Au niveau sous-sol de l'école maternelle se trouve parking services



Figure 69: plan de sous-sol. Source : Reportage\_chantier\_montrottier\_VAD.pdf

### III - 3 - 3 - 3 Programme quantitatif

Local Tri	13 m <sup>2</sup>
Lt chauffage	30 m <sup>2</sup>
LT double flux	20 m <sup>2</sup>
Parking	16 Place

Nom d'Espace	Surface
Salle de classe élémentaire N (02)	(60*2) 120 m <sup>2</sup>
Atelier	22 m <sup>2</sup>
Rangement	(10*2) 20 m <sup>2</sup>

Tableau 5: programme quantitatif du plan sous-sol d'exemple

### III - 3 - 3 - 4 Organigramme spatial :

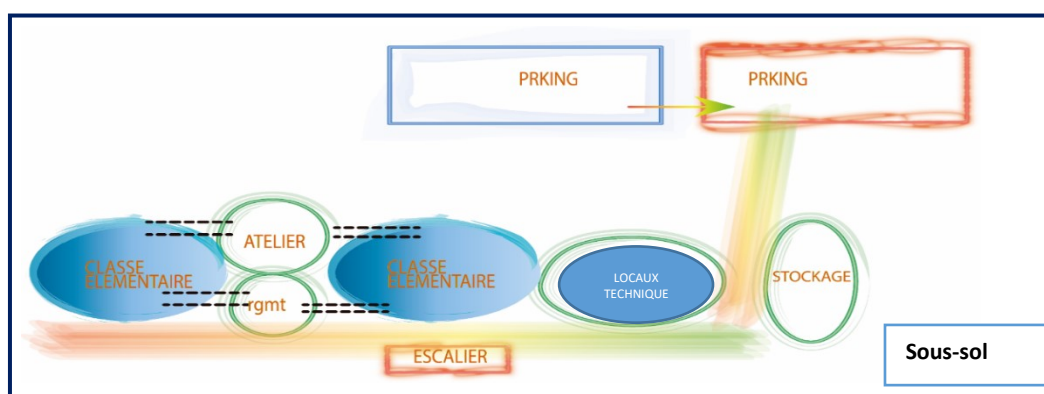


Figure 70: schéma d'organigramme spatial

#### Plan de RDC :

- Au niveau de RDC l'école élémentaire a la même organisation des classes avec le plan sous-sol
- Administration sont positionnées à proximité des salles classes
- Au niveau de RDC l'école maternelle contient de deux salles classes organisé unilatérale à travers un couloir et se termine par une salle polyvalente.
- Rangement et sanitaires à proximité des salles du classes
- Dortoirs et infirmière sont positionnées à proximité des salles classes



Figure 71: plan RDC. Source : Reportage\_chantier\_montrottier\_VAD.pdf

### III - 3 - 3 - 5 Programme quantitatif :

Nom d'Espace	Surface
Salle de classe maternelle N (02)	(70*2) 140 m <sup>2</sup>
Dortoir	25 m <sup>2</sup>
Rangement	(15*2) 30 m <sup>2</sup>

Infirmierie	22 m <sup>2</sup>
Rangement	3 m <sup>2</sup>
Salle de polyvalente	120 m <sup>2</sup>

Tableau 6: programme quantitatif du plan RDC d'exemple

### III - 3 - 3 - 6 Organigramme spatial :

- Un bon fonctionnement dans ce niveau.
- La relation entre les espaces est bonne.

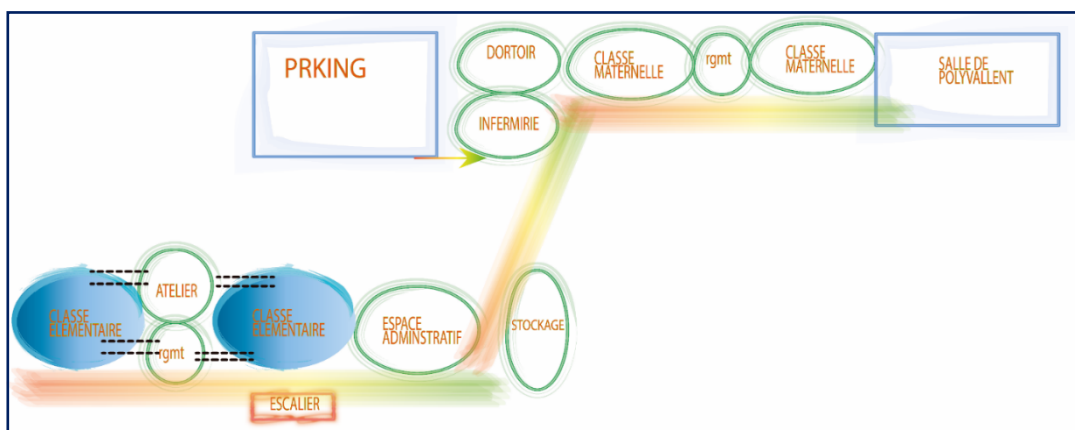


Figure 72: schéma d'organigramme spatial de RDC

### III - 3 - 3 - 1 Façades élémentaires

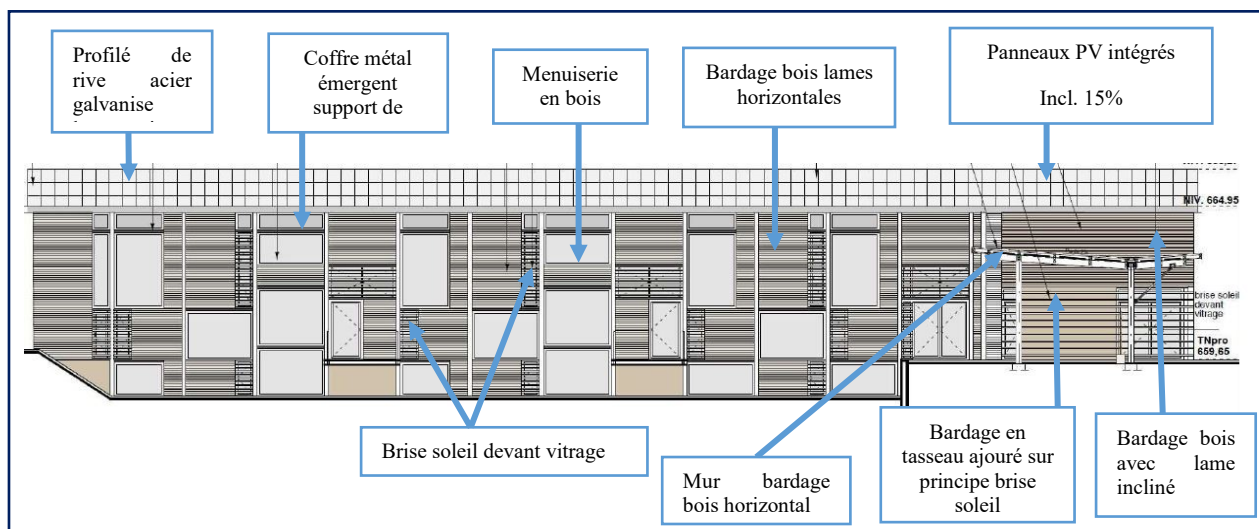
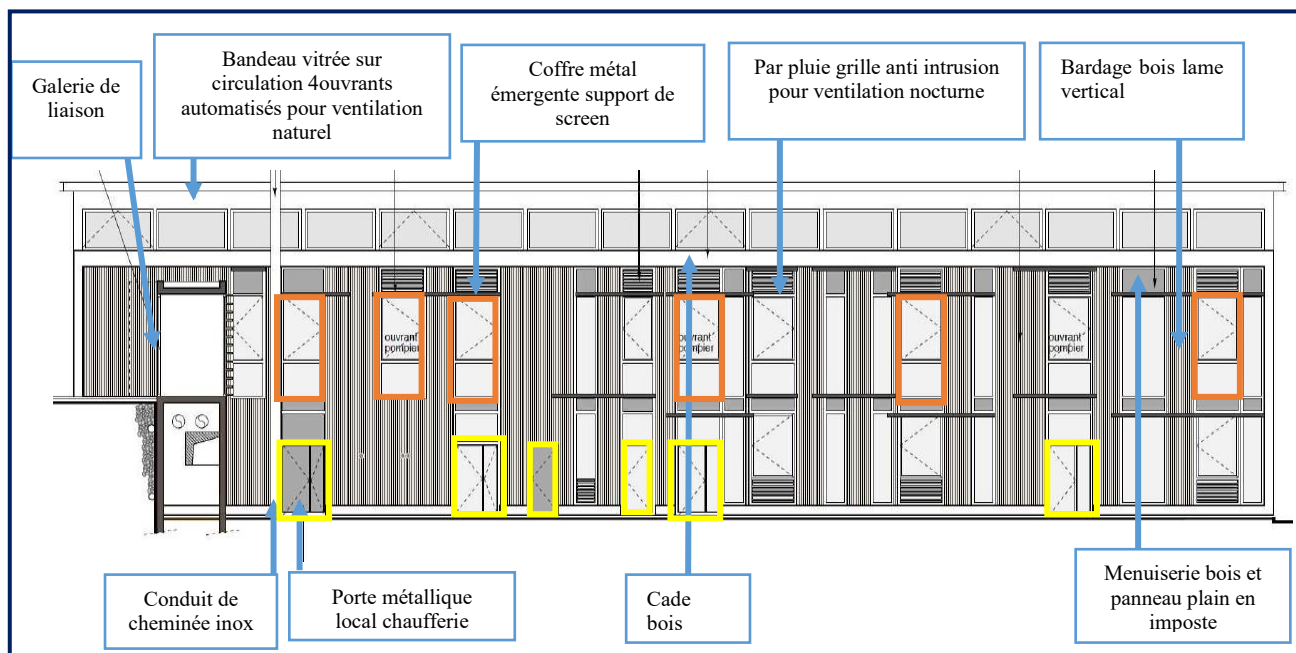


Figure 73: Façade Sud- EST Ecole élémentaire.  
Source : Reportage\_chantier\_montrotier\_VAD.pdf



**Figure 74:** Façade nord-ouest. **Source :** Reportage\_chantier\_montrottier\_VAD.pdf



**Figure 75:** Façade Sud- EST Ecole élémentaire. **Source :** Reportage\_chantier\_montrottier\_VAD.pdf



**Figure 76:** Façade nord-ouest. **Source :** Reportage\_chantier\_montrottier\_VAD.pdf

- Les façades éclairées par le soleil ont de grandes baies vitrées dans une configuration variée, intégrées dans le motif régulier du cadre en bois et de la planche à découper horizontale. Certains d'entre eux sont équipés de lattes horizontales fixes ou d'écrans qui modulent la température à l'intérieur des couloirs.
- Les façades des salles de classe, avec leurs encadrements saillants, ont des fenêtres du sol au plafond et à double vitrage qui alternent avec la planche à découper verticale

III - 3 - 3 - 2 Aspects liés à la durabilité :

III - 3 - 3 - 2 - a Système constructif :

➤ Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

• Implantation :

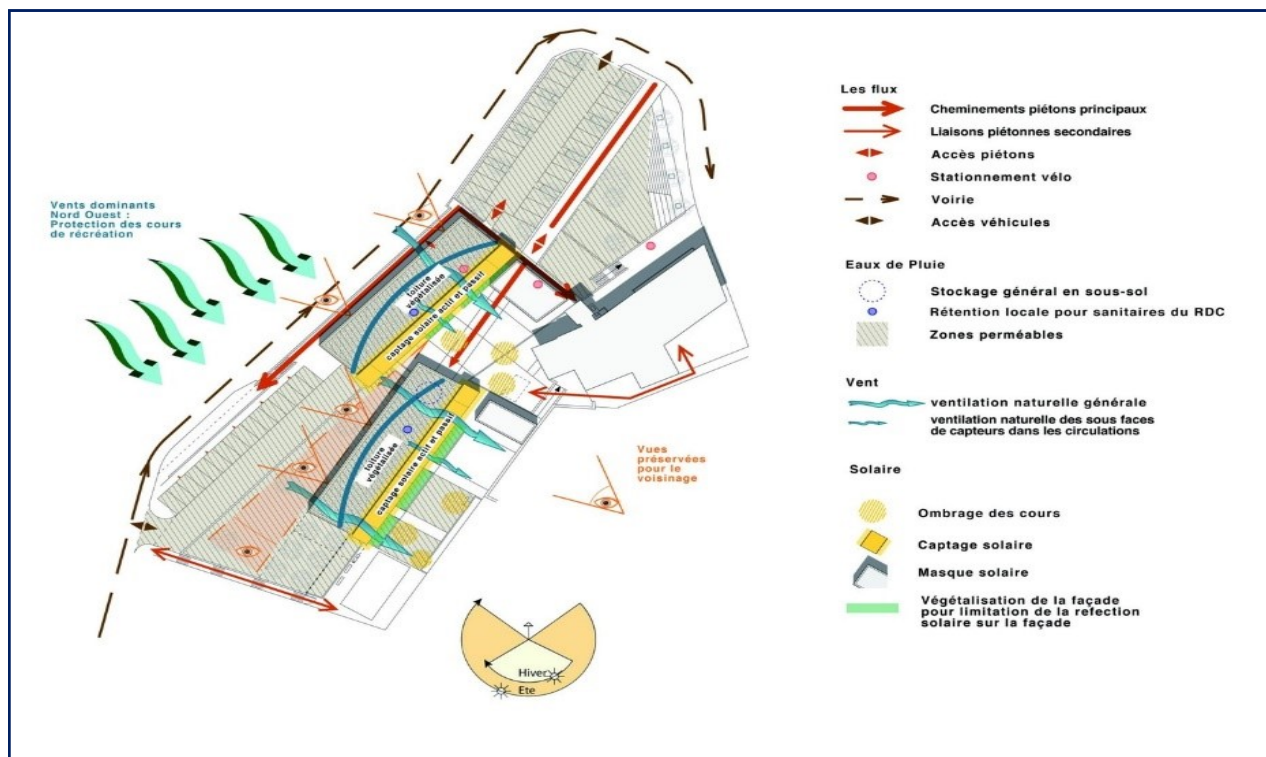


Figure 77: plan de masse. Source : Reportage\_chantier\_montrouzier\_VAD.pdf

- Le diagnostic environnemental de cet emplacement est fortement marqué par les vents dominants et la déclivité du terrain selon une orientation sud-est / nord-ouest “contradictoire” avec les principes du bio climatisme.
- Les bâtiments sont positionnés deux barrettes rectangulaires orientées S-E / N-O mais non parallèles, de sorte à protéger les cours des vents froids dominants.

• Matériaux :

- Le béton (système poteau / poutre) pour les parties enterrées
- Utiliser le bois comme structure (ossature des murs) pour les parties non enterrées.
- Utiliser les bacs aciers sur la toiture
- Les isolations : utiliser laine de verre, laine de roche et polyuréthane.



**Figure 78:** la structure en bois. **Source :**  
Reportage\_chantier\_montrottier\_VAD.pdf



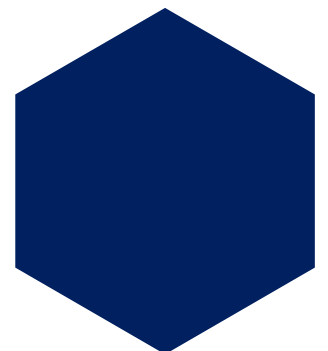
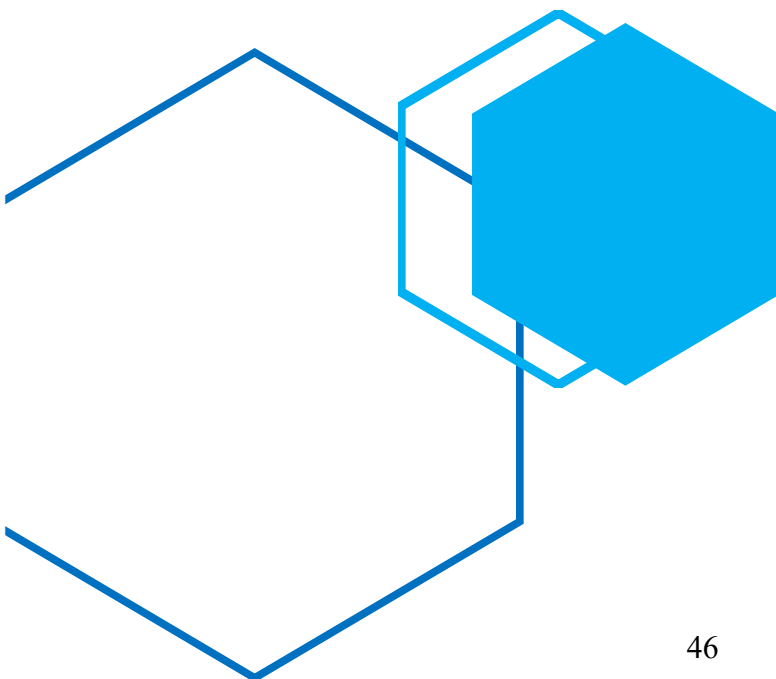
**Figure 79:** bac acier (la toiture).  
**Source :**  
Reportage\_chantier\_montrottier\_VAD.pdf

### III - 4 Synthèse :

- Le site d'implantation se situe généralement dans un milieu urbain de caractéristique résidentielle, ce qui répondre aux besoins des habitants.
  - L'intégration dans le contexte urbain,
  - Donner l'importance à l'espace extérieur (espace vert, préau, cour) pour de minimiser l'effet d'îlot de chaleur urbain, et aussi pour crée une ambiance de jeux et communication entre les enfants,
  - Possède une seule entrée pour assurer le contrôle des enfants
  - Une grande cour avant l'entrée pour éviter les accidents routiers
  - Opter l'orientation nord –sud pour faciliter le contrôle de la lumière et de l'ensoleillement. Création d'un élément de structuration et d'organisation, qui s'adapte avec la typologie de la ville.
- **Le volume :**
    - Volume simple et attractif
    - Utilisation des volumes compacte en formes simples ; pour minimiser les déperditions thermiques.
    - Le maximum de niveau c'est R+1
- **Les plans :**
    - Doit être un sas
    - La hiérarchisation des espaces au niveau horizontale et verticale pour assurer la sécurité et le confort des enfants
    - Assurer la continuité de circulation et la continuité visuelle entre les différent espaces.
- **Les matériaux et les couleurs :**
    - Matériaux durables et locaux
    - Utilisation beaucoup des couleurs



## **Chapitre IV : Approche contextuelle**



### Introduction :

Un édifice est un micro de la trame urbaine, c'est-à-dire qu'en plus de ses propres besoins, il doit satisfaire les exigences urbanistiques d'un tout. En effet, Le traitement architectural du site donne au bâtiment un rôle important, projet doit conférer une lecture claire de sa géométrie et de son intégration tout en satisfaisant les objectifs suivants :

- Créer la relation tant fonctionnelle entre les entités.
- Hiérarchiser les axes, les fonctions et les entités du projet.
- Créer un ensemble cohérent et harmonieux

### IV - 1 Présentation générale de la ville Djelfa :

#### IV - 1 - 1 Situation géographique

La ville de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord au-delà des piémonts Sud de l'Atlas Tellien en venant du Nord, elle est le chef-lieu de Wilaya de Djelfa et à 300 kilomètres au Sud de la capitale. Elle est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord et 1185 m d'altitude

#### IV - 1 - 2 Situation administrative :

##### Les limites de la wilaya :

La wilaya de Djelfa est limitée par :

- **Au Nord** : Médéa et Tissemsilt
- **Au Sud** : Ouargla et Ghardaïa
- **A l'Est** : M'sila et Biskra
- **A l'Ouest** : Laghouat et Tiaret

##### Les limites communales :

La commune de Djelfa est limitée par :

- **Au Nord** : Ain Maabed et Sidi Baizid.
- **Au Sud** : Ain El Bell et Zaccar.
- **A l'Est** : Dar Chioukh et Moudjehara.
- **A l'Ouest** : Zaafrane et Tadmit.

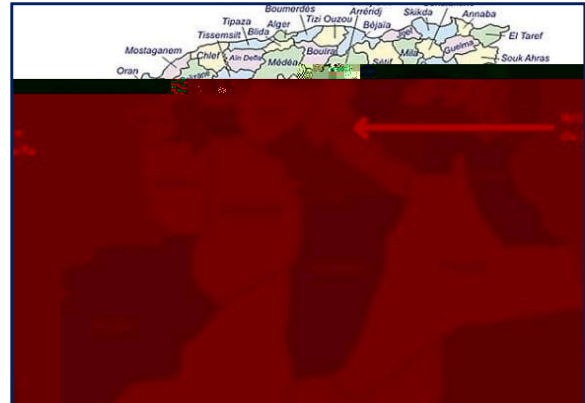


Figure 80 : Situation de la wilaya Djelfa. Source : édition cartographique CUD2007



Figure 81 : Situation régionale. Source : Wikipédia

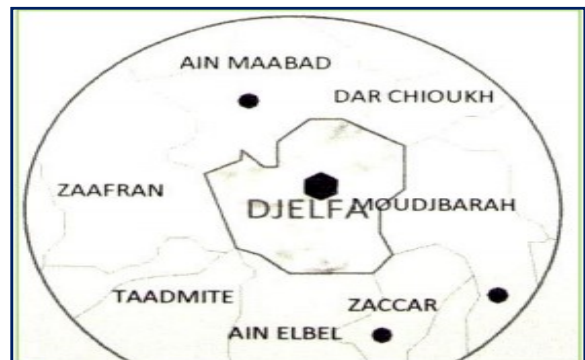


Figure 82 : la carte de la limite communales de Djelfa. Source : Wikipédia

## IV - 2 Accessibilité de la wilaya :

La ville de Djelfa est considérée comme un carrefour très important Nord-Sud et Est-Ouest

### IV - 2 - 1 L'accessibilité à l'échelle territoriale

- La route national 1 (RN1) : reliant Alger au sud du pays passant par Djelfa
- La R.N 46 : reliant Djelfa a Boussaâda, Biskra au Sud-est et Sétif au Nord-est



Figure 83: vue arienne sur la ville de Djelfa source : Google earth

Au nord de la ville on trouve l'intersection de deux lignes. La RN 1 au côté ouest et la RN 46 à l'est, cette intersection est marquée par un nœud qui est représenté par une tente traditionnelle.

### IV - 2 - 2 L'accessibilité à l'échelle régionale :

- C.W 189 : reliant Djelfa a Moudjebara au Sud-est
- C.W 164 : reliant la ville à Charef à l'ouest
- La nouvelle voie ferrée en cour de réalisation Djelfa – Boughazoul-Chlef

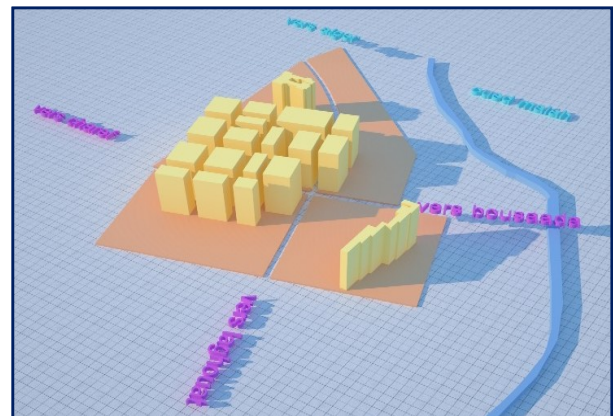


Figure 84: vue 3D de la ville de Djelfa en 1868. Source : gestion urbaine de la ville de Djelfa

## IV - 3 Aperçu historique de la ville Djelfa :

### - Tissu urbain de la ville en 1868

L'édification du 1er bastion comme un centre de communication et de fourniture et des maisons commencent à se multiplier à proximité de la route numéro 1. Et découpé par 3 rues transversales qui découpent le quartier en 16 Ilots

### - Tissu urbain de la ville en 1883

L'édification d'une enceinte entourant toute la ville avec quatre grandes portes pour la protection de la ville contre « les indigènes », ces portes portaient les noms : porte d'Alger,

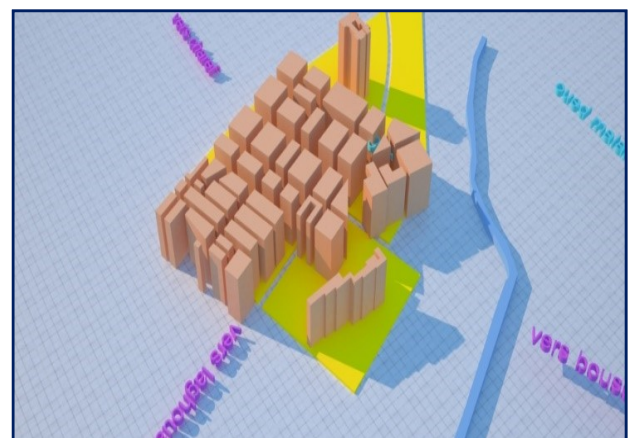


Figure 85: vue 3D de la ville de Djelfa en 1883. Source : gestion urbaine de la ville de Djelfa

## Chapitre IV : Approche contextuelle

Porte de Laghouat, porte de Boussaâda, porte de Charef.

Réalisation de plusieurs maisons pour les colonisateurs et pour les commerçants

### - Tissu urbain de la ville en 1974

Démolition de l'enceinte entourant la ville et

Progression du tissu urbain dans tous les sens (apparition des lignes de croissance)

Apparition de petites unités industrielles 1974.

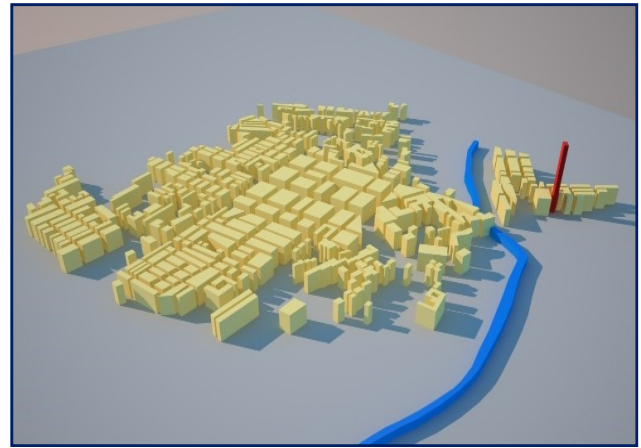


Figure 86: vue 3D de la ville de Djelfa en 1974. Source : gestion urbaine de la ville de Djelfa (GEUNCHOUBA ABDERRAHMANE)

## IV - 4 L 'analytique de climat :

### IV - 4 - 1 Zone et climat de la ville de Djelfa :

La ville de Djelfa est classée selon le DTR dans la zone climatique C : Elle comprend les hauts plateaux entre l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien. Le climat de Djelfa est un climat semi-aride, il se distingue par sa particularité vu sa position continentale et sa proximité du Sahara qui lui confèrent les caractéristiques suivantes : Une saison estivale sèche et chaude et une saison hivernale pluvieuse fraîche et froide.

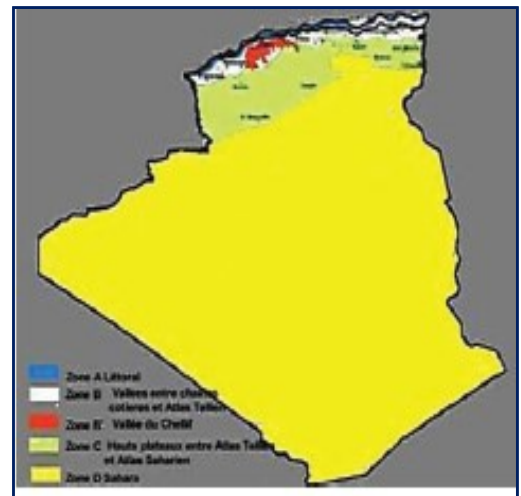


Figure 87: carte climatique de l'Algérie source : [www.mem-algeria.org](http://www.mem-algeria.org)

### IV - 4 - 2 Climatologie de la ville de Djelfa

(L'analyse est basée sur les renseignements fournis par la station météorologique de la ville de Djelfa)

IV - 4 - 3 Température et humidité

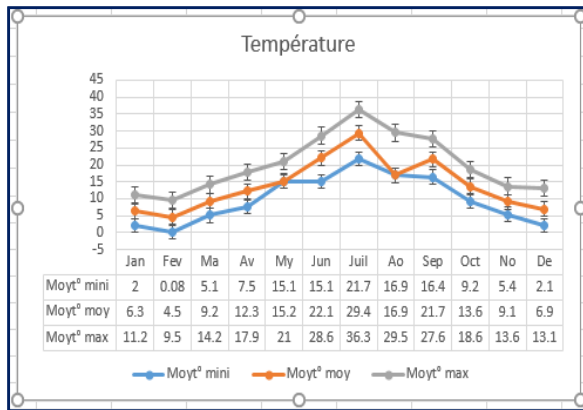


Figure 88 : température de la ville pour l'année 2018. Source : station météorologique de la ville de Djelfa

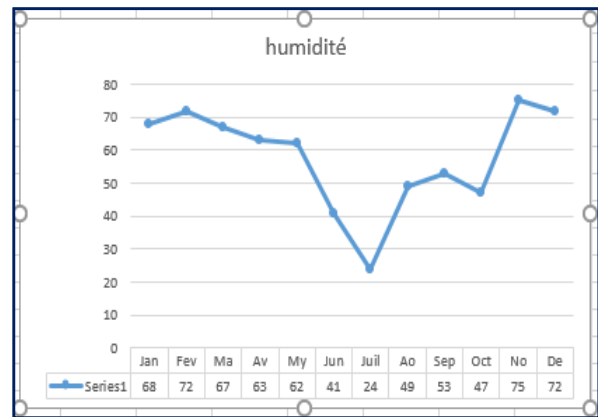


Figure 89 : courbe montrant l'humidité à Djelfa. Source : station météorologique de la ville de Djelfa

Caractérisée par deux périodes principales qui expriment le contraste important sévit durant l'année à savoir :

- Un hiver rigoureux, accompagné
- Souvent par des chutes de neige, la température moyenne enregistrée de : 6.3°C.
- Un été chaud et sec avec une température moyenne de : 29.4°C

IV - 4 - 4 Précipitations

La pluviométrie est marquée par une grande irrégularité d'une année à une autre. Les pluies sont souvent sous forme d'orages.

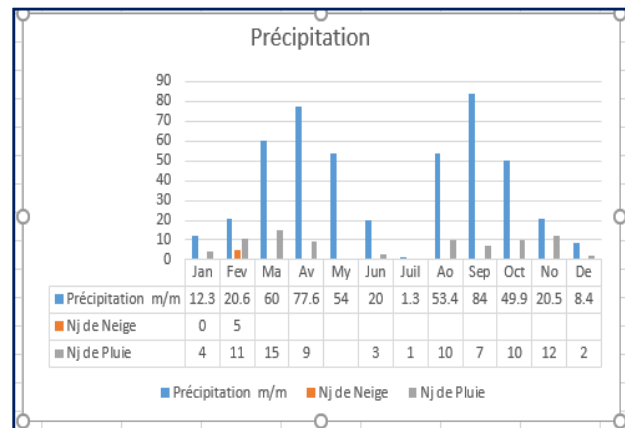


Figure 90 : moyenne de précipitation en 2018 à Djelfa. Source : station météorologique de la ville de Djelfa

IV - 4 - 5 Les vents :

Les vents dans ville de Djelfa sont caractérisés par leur intensité et leur fréquence. Les vents les plus fréquents sont ceux d'orientation Nord-Ouest En hiver, sous l'effet des hautes pressions atmosphérique on a prédominance des vents pluvieux, et Sud-Est des vents secs et chauds soufflant et ramenant des pluies orageuses et plus fréquentes pendant le mois de juillet.

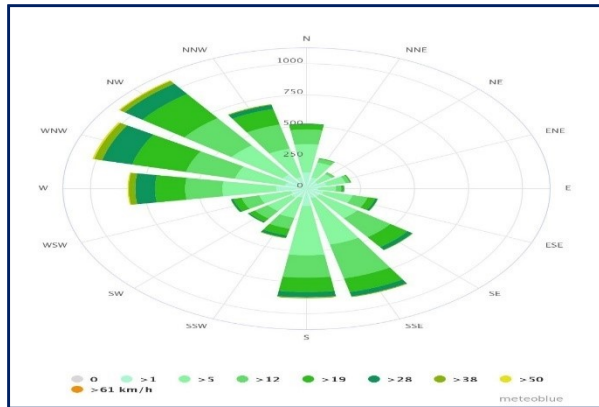


Figure 92 : rose des vents mensuels pour l'année 2018. Source : meteoblue.com

**IV - 4 - 6 L'ensoleillement :**

Les fortes valeurs d'insolation sont observées pendant la saison sèche avec un maximum de (13 jours) au mois de juillet, tandis que durant la saison pluvieuse, l'insolation atteint un minimum de 8 jours en décembre et le mois de Janvier.

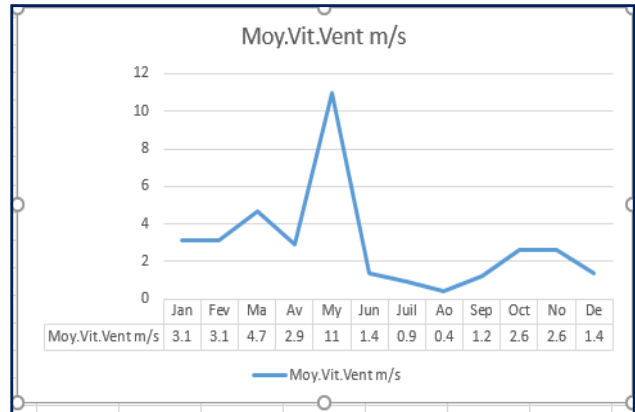


Figure 91 : courbe montrant les vents à Djelfa. Source : station météorologique de la ville de Djelfa

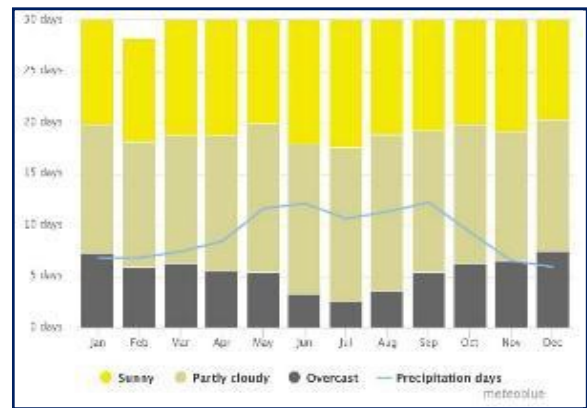


Figure 93: Les variations d'insolation mensuelles 2018. Source : metAcoblue.com

**IV - 4 - 7 Le nombre des jours de gelée et neige :**

Ce phénomène lié à la baisse extrême des températures, constitue le facteur climatique le plus contraignant de la région, notamment vis à vis de l'activité agricole. Durant les saisons d'hiver et de printemps des années écoulées des gelées blanches sont réduits en nombre.

<b>Nj de Neige</b>	00	05	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
<b>Nj de Gelée</b>	10	10	02	00	00	00	0	00	00	00	04	21
<b>Nj de Grêle</b>	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Tableau 7 : Nombre des jours de gelée/ neige mensuelle pour l'année 2018. Source : station météorologique de la ville de Djelfa

#### IV - 4 - 8 Le diagramme Psychométrique (Givoni) :

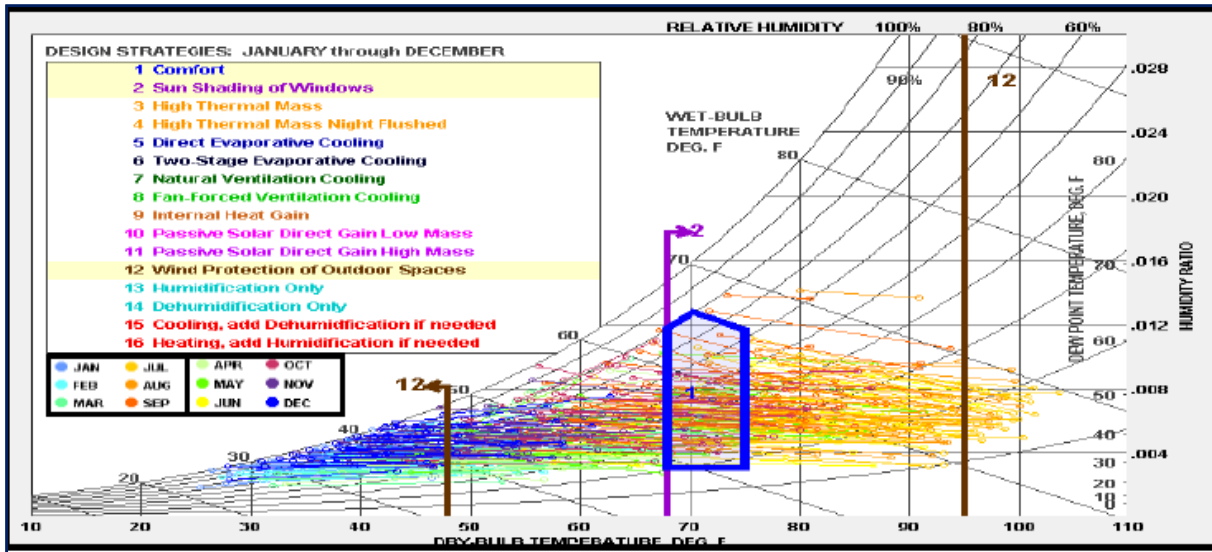


Figure 94: Le diagramme stéréographique de la région de Djelfa par mois. Source : programme climat consultant 6.0

Après L'analyse de diagramme psychométrique de la région de Djelfa ont conclu que :

- Les mois Mai, Juin et septembre sont inclus dans la zone du confort 1
- La durée la plus longue de l'année (novembre jusqu'en avril) c'est la saison d'hiver (période hivernale) pour offrir les conditions de confort de l'occupant on doit utiliser les systèmes de chauffage, à travers la combinaison des systèmes passifs et des systèmes actifs durables.
- Le problème de surchauffe pendant les deux mois juillet et août le confort est atteint avec une simple ventilation naturelle. Aussi à travers la maxime des systèmes passifs et des systèmes actifs durables.

#### Conclusion :

La ville de Djelfa occupe une place importante au niveau nationale en raison de sa situation géographique, qui lui confère une position centrale entre le nord et le sud et l'est et l'ouest. Elle est caractérisée par un climat semi-aride et par deux saisons : l'une estivale (sèche et chaude) et l'autre hivernale (humide et froide), - L'analyse des données climatiques de la ville de Djelfa nous permet de constater que :

La durée la plus longue de l'année (Novembre jusqu'en avril) c'est la saison d'hiver.

Donc la conception d'une école maternelle et élémentaire doit prendre les ressources naturelles pour produire l'énergie renouvelable, réduire sa consommation et améliorer le cadre d vie selon les données climatiques.

### IV - 5 Analyse du site

Pour construire un projet, nous devons choisir un site approprié pour que le projet ait une importance fonctionnelle et réponde aux besoins de la communauté

### IV - 6 Le choix de site

Pour réussir le projet et compléter son rôle. Le processus d'implantation doit être dans le tissu urbain et promouvoir l'identité éducative. Parmi ces critères sont :

### IV - 7 Les critères de choix de site

- Le site proportionnel au contenu du projet. (Site superficielle suffisante)
- Le site possède une accessibilité facile.
- Le Site est situé dans une zone résidentielle calme
- Absence des écoles maternelles
- La proximité du site avec les habitat collectif HPE

### IV - 8 Fiche technique :

Notre site d'intervention est situé à la périphérie du quartier (cité Hachi Maamar) à L'Est de la ville de Djelfa dans une place stratégique.

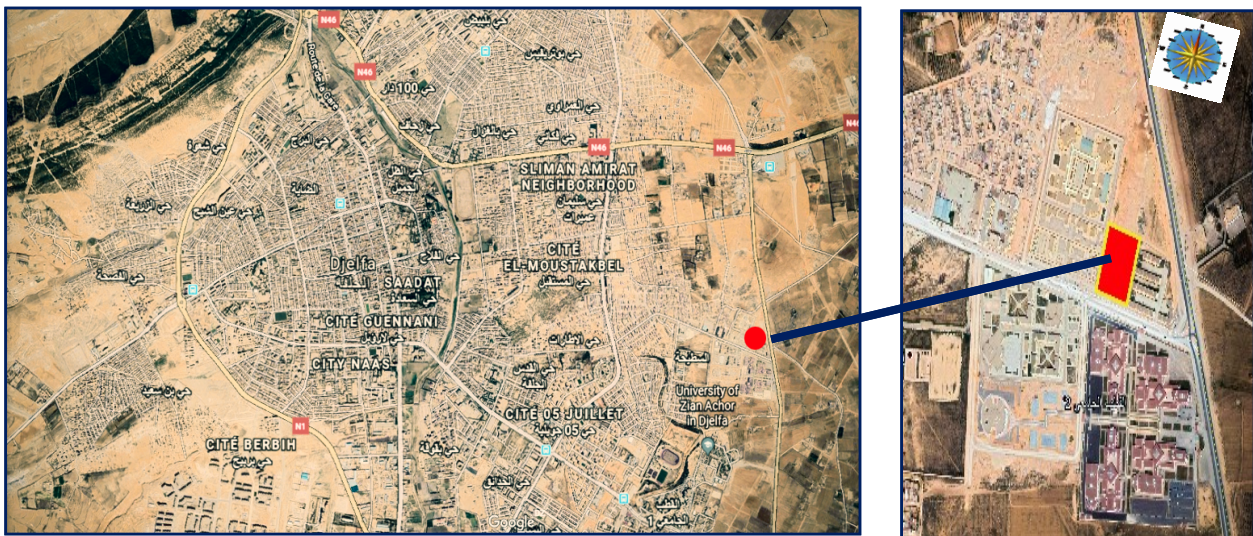


Figure 95: vue aérienne la ville Djelfa. Source : Google earth

### IV - 8 - 1 Dimensionnement du site :

Le site est d'une forme rectangulaire d'une surface de 14400 m<sup>2</sup> ; avec une longueur de 127m et largeur de 113m.

Remarque : le terrain est relativement plat.



Figure 96: Dimensionnement du site

#### IV - 8 - 1 - 1 L'accessibilité du site

L'emplacement stratégique du site laisse l'accessibilité facile.



Figure 97: vue aérienne montrant l'accessibilité

IV - 8 - 1 - 2 Voisinage et gabarie :

L'entourage du site est de type habitation (une forte densité) ce qui représente un grand potentiel des usagés. Les gabarits qui entourent le site ne dépassent pas R+4.



Figure 98: vue aérienne montrant voisinage. Source : Google earth

Le site est en proximité avec les zones résidentielles, et aussi avec l'université.



Figure 99: les voisinages du site

### IV - 8 - 1 - 3 Topographie de site :

Caractéristique Le terrain : Plat



Figure 100: Profil d'élévation. Source : google earth

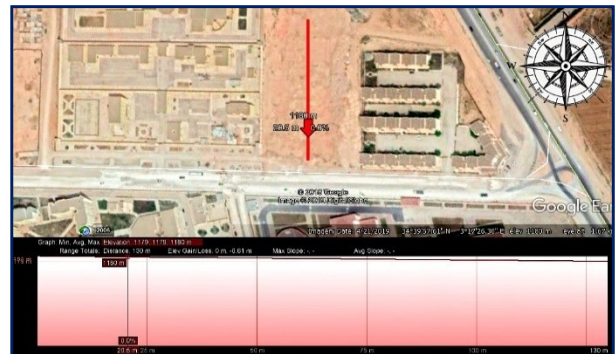


Figure 101: Profil d'élévation. Source : google earth

### IV - 8 - 1 - 4 Les données climatiques de site

Les vents fort de l'hiver une direction nord-ouest, et les vents chauds de l'été est du côté sud.

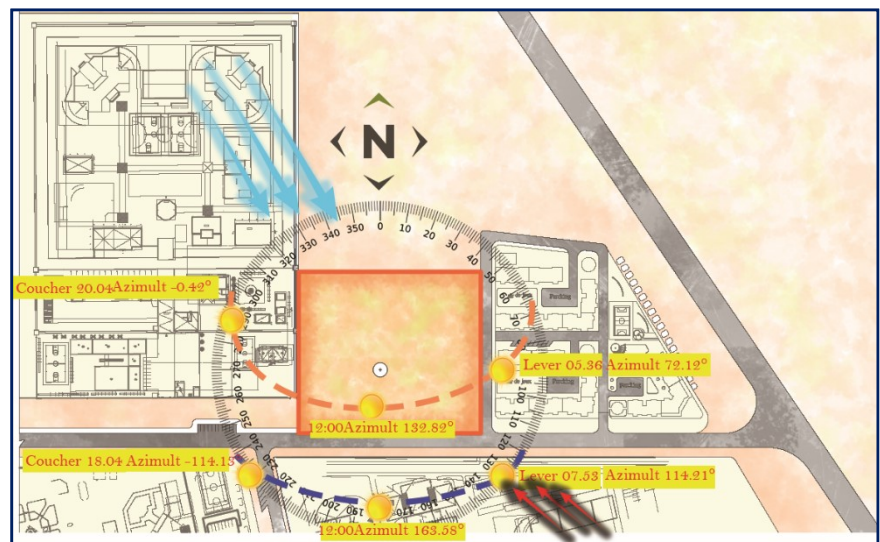


Figure 102: les vents et ensoleillement de site

### IV - 8 - 1 - 5 L'ensoleillement.

Le site est bien ensoleillé et exposée à toutes les conditions climatiques donc l'exploitation le maximum des rayons solaires et à la lumière uniforme est un atout pour le site, ainsi la figure indique faible de l'ombrage

### Les Diagrammes solaires :

21 Décembre :

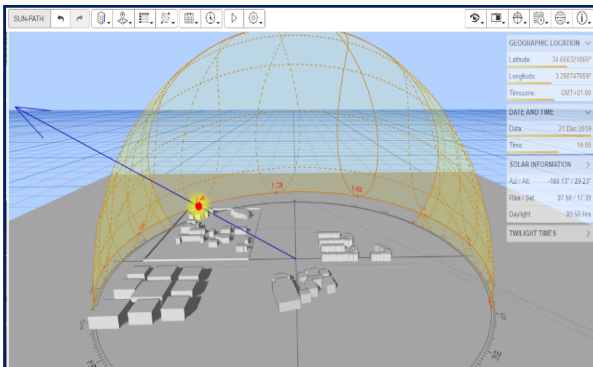


Figure 104: l'ensoleillement de site à 9 :00 heure

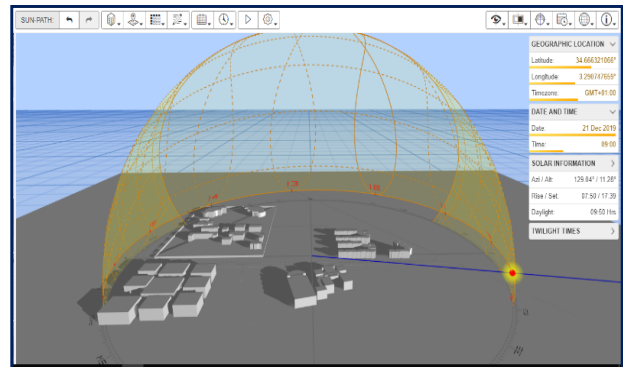


Figure 103: l'ensoleillement de site à 14 :00 heure

21 Mai

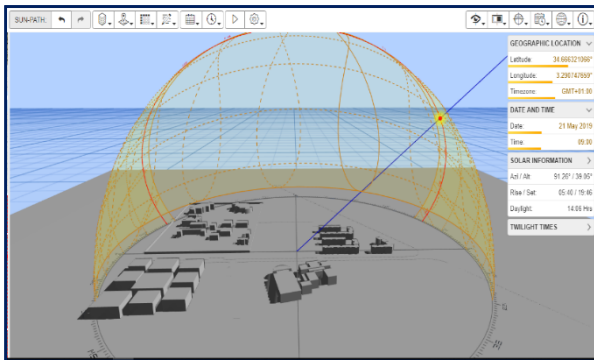


Figure 106 : l'ensoleillement de site à 9 :00 heure

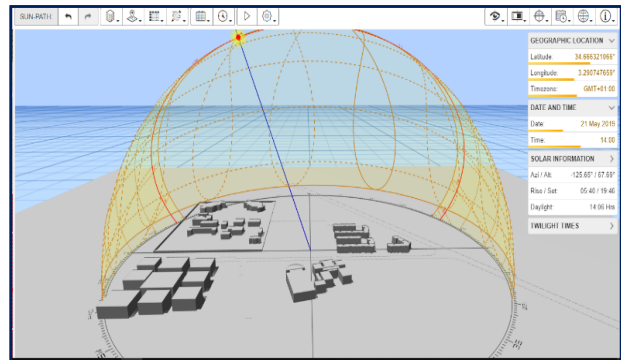


Figure 105 : l'ensoleillement de site à 14 :00 heure

**Les vents :** cette simulation faite par le logiciel flow design : on remarque que le chemin des courants de vent est latéral par rapport au site d'une orientation nord-ouest et d'une vitesse qui ne dépassera pas 20 m/s.

Cette remarque sera prise en compte dans le choix de l'implantation du projet et elle nous aidera à choisir l'orientation des façades du projet et les formes à utiliser pour diminuer la vitesse des vents.

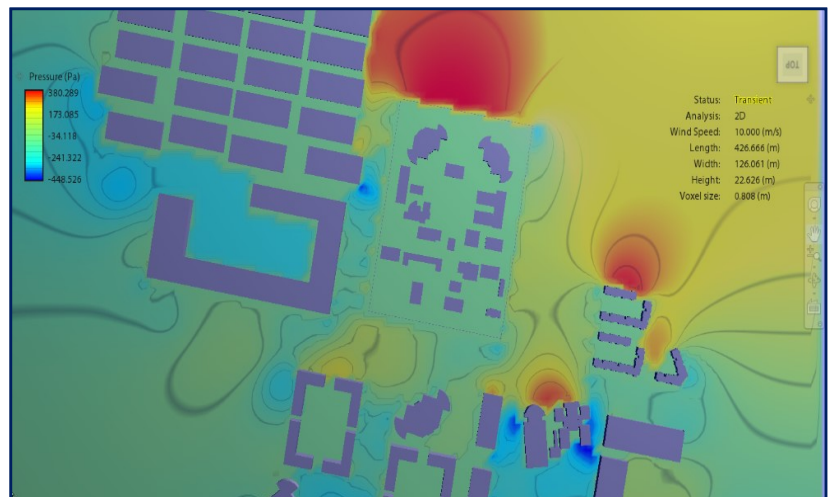


Figure 107 : l'effet des vents sur de site. Source : programme flow design (Autodesk)

### IV - 8 - 1 - 6 Synthèse

#### Situation :

- Combiner notre projet dans un tissu urbain cohérent et à proximité d'un habitat collectif HPE (continuité)

#### Accessibilité et flux :

- Bonne accessibilité (facilitée arrivée)
- Exposer le projet à la route secondaire pour éviter le flux fort

#### Plan de masse :

- Orientation majeure vers le Sud
- Positionner les espaces service à côté de la voie principale
- Fournir des zones spécifiques pour chaque groupe d'âge

#### Voisinage :

- Gabarit limitée
- Le voisinage du site est sans caractère fort (caractère architectural) et influant, permet une grande liberté conceptuelle.
- Le gabarit du voisinage représente un faible rapport avec la longueur et la largeur du site ce qui permet de tirer profit des apports solaire

#### Le volume

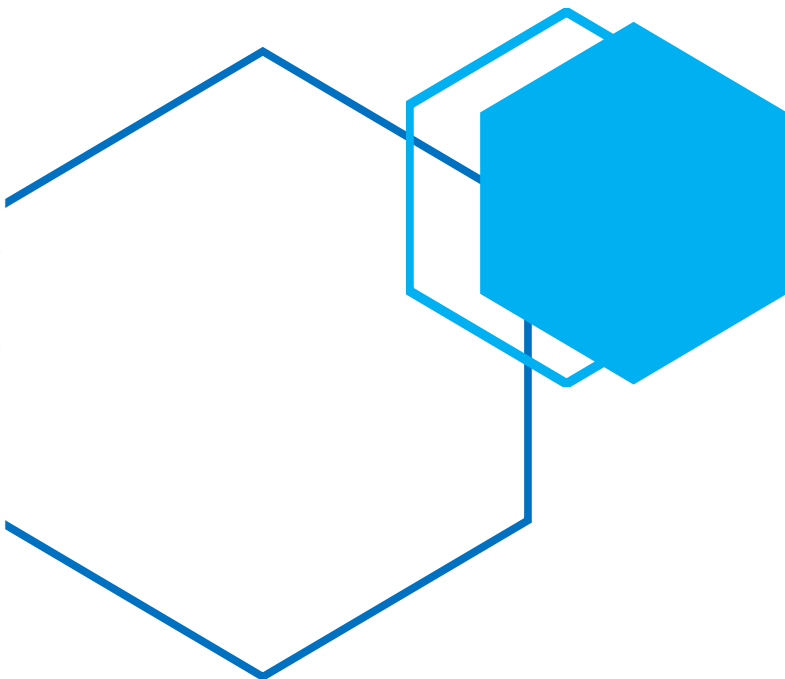
- La forme de l'enveloppe doit être compacte et fluide et s'adapte aux conditions climatiques (Déperditions énergétiques).

#### Aspect climatique du site :

- Exploiter les vents pour renouvelée l'air intérieure
- En doit adapte une enveloppe isolée, de forte inertie, afin de minimiser les pertes d'énergie
- Capturer de l'énergie solaire en hiver par des baies vitres que seront protégé pendant la période estivale.
- Précipitation : système de récupération de l'eau,
- Déviation du vent



# **Chapitre V : Approche programmation**



## Chapitre V : Approche programmation :

### Introduction :

Le programme définit les objectifs du projet son rôle et ses exigences, il met en exergue d'une part l'aspect quantitatif des espaces et d'autre part les impératifs qualitatifs de la conception architecturale.

### V - 1 Le programme quantitatif des exemples :

Les espaces présent à travers l'analyse des trois exemples

Nom de l'espace	Surfaces
Préau, circulation	375m <sup>2</sup>
Hall d'accueil	53 m <sup>2</sup>
Espaces périscolaires	60 et 59m <sup>2</sup>
Salles des classes	58 à 66m <sup>2</sup>
Bibliothèque	57m <sup>2</sup>
Sanitaires	30m <sup>2</sup>
Vestiaire douche	15.5m <sup>2</sup>
Dortoirs	60m <sup>2</sup>
Infermière	21m <sup>2</sup>
Réfectoire	94.5 à 135m <sup>2</sup>
Office	
Locaux techniques	124m <sup>2</sup>
Bureau directeur, salle des maitres	14 à 17 m <sup>2</sup>

Tableau 8: programme quantitatif as partir des exemples analysés

### V - 2 Le programme quantitatif des écoles primaires en Algérie :

PROGRAMME DE CONSTRUCTION D'UNE ECOLE PRIMAIRE												
LOCAUX	TYPE A			TYPE B			TYPE C			TYPE D		
	Nombre	Surface en (m <sup>2</sup> )	Surf. Totale en (m <sup>2</sup> )	Nombre	Surface en (m <sup>2</sup> )	Surf. Totale en (m <sup>2</sup> )	Nombre	Surface en (m <sup>2</sup> )	Surf. Totale en (m <sup>2</sup> )	Nombre	Surface en (m <sup>2</sup> )	Surf. Totale en (m <sup>2</sup> )
Salles de Classe	3	62	186	6	62	372	9	62	558	12	62	744
Salle d'informatique	1	62	62	1	62	62	1	62	62	1	62	62
Salle d'enseignants	1	40	40	1	40	40	1	40	40	1	70	70
Circulation 20 %			58			95			132			175
Salle polyvalente	1	70	70	1	70	70	1	125	125	1	125	125
Administration - Bureaux				2	15	30	2	15	30	2	15	30
Secrétariat	1	9	9	1	9	9	1	9	9	1	9	9
Dépôt	1	9	9	1	9	9	1	12	12	1	12	12
Salle d'archives	1	16	16	1	16	16	1	20	20	1	24	24
Loge - Salle d'attente	1	4	4	1	6	6	1	6	6	1	9	9
Bloc sanitaire (pour personnel)	1	6	6	1	6	6	1	9	9	1	9	9
Bloc sanitaire (pour élèves)	2	8	16	2	12	24	2	14	28	2	18	36
Logement (F 4)	1	82	82	1	82	82	1	82	82	1	82	82
Surface Ecole		564			812			1,113			1,387	
Préau												
Réfectoire	1	65	65	2	70	140	2	80	160	2	125	250
Cuisine	1	80	80	1	150	150	1	150	150	1	150	150
Surface totale Réfectoire + Cuisine		145			290			310			400	
Surface totale Ecole avec restaurant et cuisine		709			1,102			1,423			1,787	
Aire de récréation avec terrain d'E.P.S		768			1,088			1,888			2,688	
Espace vert		60			60			60			60	
Surface Totale Minimum		1,537			2,250			3,371			4,535	

N.B : la norme appliquée à l'aire de récréation est de 3 à 5 m<sup>2</sup> / élève + le terrain d'E.P.S 288 m<sup>2</sup>

Tableau 9: programme surfacique d'école primaire en Algérie

V - 3 L'organigramme fonctionnel :

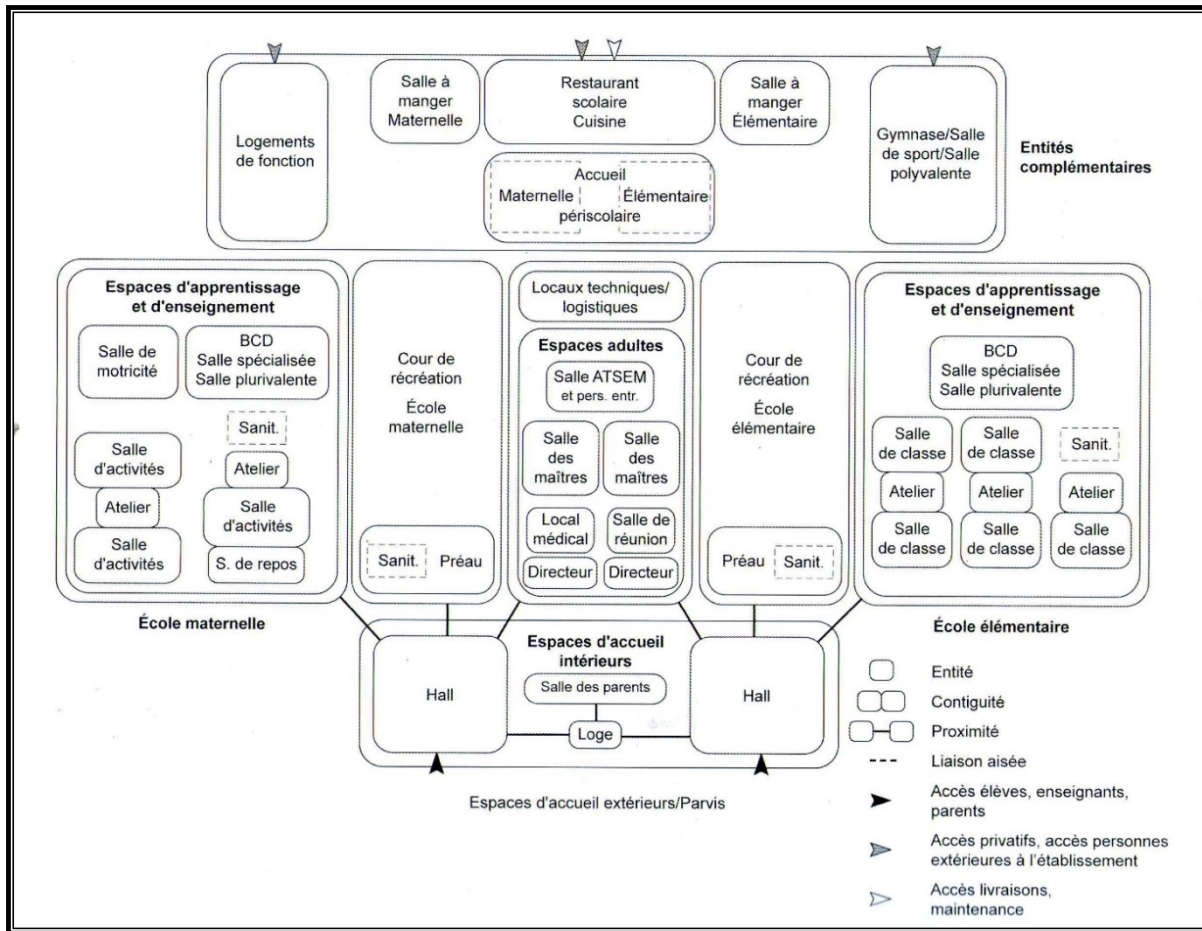


Figure 108: organisation fonctionnelle. Source : livre concevoir et construire une école primaire

V - 4 Le programme quantitatif proposé :

A travers le programme des exemples et le programme algérien et selon les données de livre « concevoir et construire une école primaire » et le livre de « jardin d'enfants » on conclut ce programme :

L'Espace	Ecole maternelle 5 classes	Ecole primaire 9 classes
<b>Entité d'accueil</b>		
-Hall	40m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
-Loge	10 à 12 m <sup>2</sup>	12 à 14 m <sup>2</sup>
-Salle des parents	15 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>
-Préau		
-cour		

## Chapitre V : Approche programmation :

<b>Entité d'apprentissage et d'enseignement</b>		
-Espace vestiaire	30 m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup>
-Salle d'activité	50 à 70 m <sup>2</sup>	-
-Salle de repos	151 à 173 m <sup>2</sup>	-
-Salle de motricité	90 m <sup>2</sup>	-
-Salle des classes	-	50 à 70 m <sup>2</sup>
-atelier	30 m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup>
-Bibliothèque	70 m <sup>2</sup>	70 m <sup>2</sup>
-Sanitaire des enfants	54 m <sup>2</sup>	90 m <sup>2</sup>
-Salle polyvalente	138 m <sup>2</sup>	
-Salle de sport	110 m <sup>2</sup>	
<b>Entité adultes, locaux logistiques et techniques</b>		
-Bureau du directeur	12 à 15 m <sup>2</sup>	15 à 18 m <sup>2</sup>
-Salle des maitres	12 à 15 m <sup>2</sup>	18 à 20 m <sup>2</sup>
-Salle de réunion	12 m <sup>2</sup>	12 m <sup>2</sup>
-Sanitaire adulte	12 à 15 m <sup>2</sup>	12 à 15 m <sup>2</sup>
-Local médical	25 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>
-Stockage des jeux	12 à 15 m <sup>2</sup>	18 à 20 m <sup>2</sup>
-Local archive	8 à 12	12 à 18
-Locaux ménage		
-Locaux technique		
<b>Restauration</b>		
-Salle à manger des élèves et adultes	75 m <sup>2</sup>	100 à 120 m <sup>2</sup>
-Espaces de distribution	- 6 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup> -
-Office	150 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>
-Cuisine et laverie	20 m <sup>2</sup>	24 m <sup>2</sup>
-Local ménage, vestiaires agents	12 m <sup>2</sup>	16 m <sup>2</sup>
-Local déchet		
-Aire de livraison		
<b>Total</b>	<b>257 m<sup>2</sup></b>	<b>365 à 385 m<sup>2</sup></b>

Tableau 10: programme quantitatif de notre projet

### Le programme qualitatif :

#### Espace d'Accueil :

- ✓ **Fonction** : pour contrôler les entrées et les sorties des enfants. Il est un lieu de rencontres et d'échanges entre les parents et les enseignants
- ✓ **Les espaces** : hall + loge+ salle des parents +préau + cour

#### 1. Hall :

- ✓ **Fonction** : Le hall est l'espace d'accueil des enfants. Le personnel de l'école y est présent pour contrôler les entrées et les sorties des enfants.

#### 2. Loge :

- ✓ **Fonction** : la loge est en communication directe avec le hall et a vue sur le parvis. Elle permet au gardien :
  - De surveiller aisément les entrées et sorties
  - D'accueillir et renseigner les visiteurs
  - De trier le courrier
  - De gérer les alarmes

- ✓ **Localisation** : elle est proche de l'entrée de l'école

#### 3. Salle des parents :

- ✓ **Fonction** : elle permet de renforcer le lien entre l'école et les familles  
**Localisation** : elle doit se situer à proximité de l'entrée de l'école

#### 4. Cour :

- ✓ **Fonction** : la cour est considérée comme le lieu des jeux d'école par excellence
- ✓ **Localisation** : de préférence, elle se situe à proximité des classes et l'entrée d'école
- ✓ **Exigences particulières** : la sécurité des enfants est impérative dans la conception de la cour de récréation. Pour la surveillance, les angles morts et le contact direct avec la rue sont à éviter

#### 5. Préau :

- ✓ **Fonction** : le préau est de servir de prolongement à la cour, notamment les jours d'intempéries
- ✓ **Localisation** : il est une partie de la cour



Figure 109: hall d'accueil d'école maternelle Source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)



Figure 110: salle d'attente. Source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)



Figure 111: cour d'école maternelle Source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)



Figure 112: préau d'école maternelle Source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

### Espace d'apprentissage et d'enseignement :

#### 1. Espace vestiaire des enfants :

- ✓ **Fonction :** Les vestiaires constituent un passage obligé entre l'extérieur et l'intérieur de la salle de classe
- ✓ **Localisation :** ils peuvent être implantés soit dans des vestibules attenants aux salles d'activité et salles de classes, soit dans des renforcements ouverts sur les circulations
- ✓ **Volumétrie :** Espace très largement ouvert sur les circulations ou l'extérieur.
- ✓ **Exigences particulières :** Chaque enfant doit avoir une vraie place (+ ou - 50 cm de large)
- ✓ **Lumière :** 120 lux  
Confort-ambiance : Privilégier l'éclairage naturel  
La ventilation de ces locaux doit être correctement étudiée.  
Un chauffage approprié doit permettre le séchage rapide des habits des enfants les jours de pluie et en hiver  
Le contrôle des temps de réverbération doit être particulièrement soigné
- ✓ **Équipement Mobilier intégré :** les porte-manteaux individuels à hauteur des élèves. Bancs fixes sous les porte-manteaux. Les casiers à chaussons individuels sous les bancs.

#### 2. Salle d'activité ou salle de classe :

- ✓ **Fonction :** Une classe de maternelle doit être en mesure de proposer une différenciation d'espaces affectés à des activités particulières (jeux, activités manuelles, peinture, lieu de rassemblement...).
- ✓ **Volumétrie :** Une volumétrie simple, permettant une flexibilité optimale de l'espace, est souhaitée. Une base carrée ou légèrement rectangulaire est souvent préférable à un volume allongé.  
Une forme en « L » peut également être intéressante, pour peu que la totalité de la surface puisse toujours être surveillée par une seule personne.



Figure 113: vestiaire des enfants. Source : [www.pinterest.fr](http://www.pinterest.fr)



Figure 115: vestiaire. Source : [www.pinterest.fr](http://www.pinterest.fr)



Figure 116: salle de classe maternelle. Source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)



Figure 114: salle d'activité. Source : [vernaculaire.com/farming-kindergarten](http://vernaculaire.com/farming-kindergarten)

La hauteur sous plafond peut être généreuse

- ✓ **Exigences particulières :** Les ouvrants doivent être conçus de sorte à ne pas amputer le volume de la classe et à empêcher tout risque d'accident lorsqu'ils sont ouverts.
- ✓ **Lumière :** 500 lux  
Possible, en évitant un ensoleillement trop fort des classes
- ✓ **Confort-ambiance :** l'acoustique interne et externe des salles sera conforme à la réglementation. L'éclairage doit être le plus naturel

Équipement Mobilier intégré : Prévoir de nombreux rangements dont une partie au moins est accessible directement pour les enfants.

### 3. Salle de repos :

- ✓ **Fonction :** elles sont conçues de façon à favoriser le calme et le repos. L'utilisation de lits empilables permet d'utiliser cet espace occasionnellement pour des activités calmes nécessitant un faible niveau d'éclairage (projections, contes).
- ✓ **Localisation :** elles sont situées dans une zone éloignée des sources de bruit, et aussi elles sont situées à proximité des salles de classes maternelles, pour permettre aux enfants qui se réveillent de rejoindre leur classe
- ✓ **Volumétrie :** Volume simple facilitant la disposition de lits.
- ✓ **Exigences particulières :** Espace entièrement occultable.  
Prévoir une fenêtre de surveillance depuis les circulations (ou depuis les salles de classes maternelles,
- ✓ **Confort-ambiance :** L'ambiance de ce lieu doit être feutrée et propice au repos. L'éclairage naturel n'est pas prioritaire, bien que des fenêtres puissent être nécessaires pour assurer une bonne aération naturelle du local.



**Figure 117:** salle de repos.  
Source : <http://ecole-maternelle-brezolles.over-blog.com>



**Figure 118:** salle de repos. Source  
<https://paroledemamans.com>

### 4. Atelier :

- ✓ **Fonction** : Les ateliers sont utilisés pour les travaux en demi-groupes ne pouvant être réalisés dans la salle d'exercice (expérimentation, peinture, travaux de langage, musique...).
- ✓ **Localisation** : L'organisation d'un atelier partagé par deux salles de classes avec une liaison directe permet d'en faciliter l'utilisation.
- ✓ **Volumétrie** : Volume simple et fonctionnel.
- ✓ **Exigences particulières** : Espace d'entretien aisé.

Prévoir un siphon de sol.

- ✓ **Confort-ambiance** : L'ambiance acoustique et lumineuse doit autant que possible être similaire à celle d'une salle de classe.
- ✓ **Équipement Mobilier intégré** : présence Au moins 3 jets d'eau avec réceptacle commun dont au moins 2 jets adaptés à la taille des enfants (ou installation d'une alimentation équipée d'une « douchette » - matériel hydro-économe – pour s'affranchir des problèmes de hauteur).

### 5. Bibliothèque centre documentaire (BCD) :

- ✓ **Fonction** : la BCD est un lieu ouvert à l'ensemble des élèves de l'école
- ✓ **Localisation** : localisation centrale, au rez-de-chaussée si possible, accessibilité et proximité, proche de toutes les aires d'enseignement
- ✓ **Volumétrie** : cet espace simple et large
- ✓ **Confort-ambiance** : au moins certaines parties de la bibliothèque ne subissant pas le bruit externe. Lumière appropriée et suffisante, à la fois naturelle et artificielle. Température ambiante appropriée (air conditionné, chauffage) pour assurer tant de bonnes conditions de travail pendant toute l'année que la préservation des collections



Figure 119: atelier de dessin. Source : Peindre des sons : un atelier collectif en maternelle



Figure 120: bibliothèque. Source : <http://ekldata.com>

### 6. Salle polyvalente :

- ✓ La salle polyvalente doit permettre l'accueil d'une classe entière pour différentes activités : activités artistiques, physiques, représentations, événements

### 7. Sanitaires enfants :

- ✓ **Localisation :** Ils doivent être facilement accessibles depuis la cour de récréation ; une communication directe avec les vestiaires est également souhaitable
- ✓ **Volumétrie :** Cet espace peut être ouvert sur les circulations mais doit préserver un maximum d'intimité au niveau des WC (petites cloisons sur 2 voire 3 côtés ou portes battantes). Les cloisons peuvent donc être à faible hauteur (jusqu'à 6 ans, 120 cm semblent suffisants).
- ✓ **Exigences particulières :** Espace d'entretien aisé. Prévoir un siphon de sol
- ✓ **Lumière :** 120 lux  
Confort-ambiance : Prévoir une bonne ventilation.
- ✓ **Équipement Mobilier intégré :** Prévoir au moins 4 toilettes (3 WC turque) et (1 WC anglaise pour les handicapés).  
Meuble de rangement pour les vêtements de rechange.  
Les chasses d'eau seront dotées d'une double commande (maîtrise de la consommation d'eau)

### 8. Les couleurs :

Tant les couleurs que les textures ont un grand impact sur la conduite des enfants. Les couleurs froides ont tendance à avoir un effet de calme et les couleurs chaudes créent des sentiments de foyer et de divertissement

Les couleurs vives peuvent être utilisées sur le mur des couleurs et des espaces de jeux, sans devenir excessives et provoquer une ambiance d'excitation et beaucoup trop stimulée

Les couleurs doivent être utilisées pour séparer des zones, pour distinguer les zones infantiles des zones de service ou des zones destinées à la sieste ou à variées



Figure 123: salle polyvalente. Source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)



Figure 121: sanitaire des enfants. Source : <http://www.cabineo.com>



Figure 122: sanitaire d'enfant d'une école primaire. Source : [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

Espaces adultes, locaux logistiques et techniques :

**1. Espace administrative :**

- ✓ **Fonction** : cet espace permet la gestion administrative de l'école et de recevoir des visiteurs
- ✓ **Les espaces** : bureau de direction, salle des maitres, salle de réunion
- ✓ **Localisation** : notamment, ils se situent au niveau d'étage
- ✓ **Volumétrie** : volume simple
- ✓ **Lumière** : 200 lux
- ✓ **Confort-ambiance** : Lumière appropriée, à la fois naturelle et artificielle
- ✓ **Équipement Mobilier intégré** : des rangements, des matériels d'informatique.

**2. Salle des ATSEM :**

- ✓ **Fonction** : La salle de service des ATSEM (ou tisanerie) permet de préparer les supports des différentes activités de l'école maternelle
- ✓ **Localisation** : Elle peut être située à proximité de la salle de repos pour en faciliter la surveillance (contrôle visuel).
- ✓ **Volumétrie** : Volume fonctionnel et simple.
- ✓ **Exigences particulières** : Espace sécurisé vis-à-vis des enfants.
- ✓ **Confort-ambiance** : Privilégier l'éclairage naturel. Assurer une ventilation correcte de cet espace où sont cuits des aliments. (Si la ventilation naturelle risque d'être insuffisante, alors l'installation d'une VMC est souhaitable)
- ✓ **Équipement Mobilier intégré** : Petite cuisine intégrée comprenant un four, une plaque de cuisson, un réfrigérateur, un évier, une machine à laver le linge et un séchoir, Rangements intégrés (sous l'évier, la plaque de cuisson, etc.).



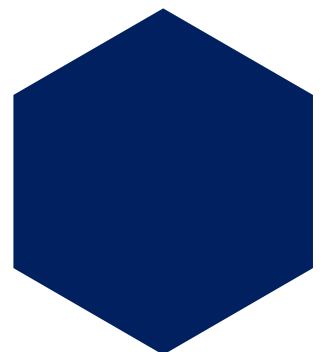
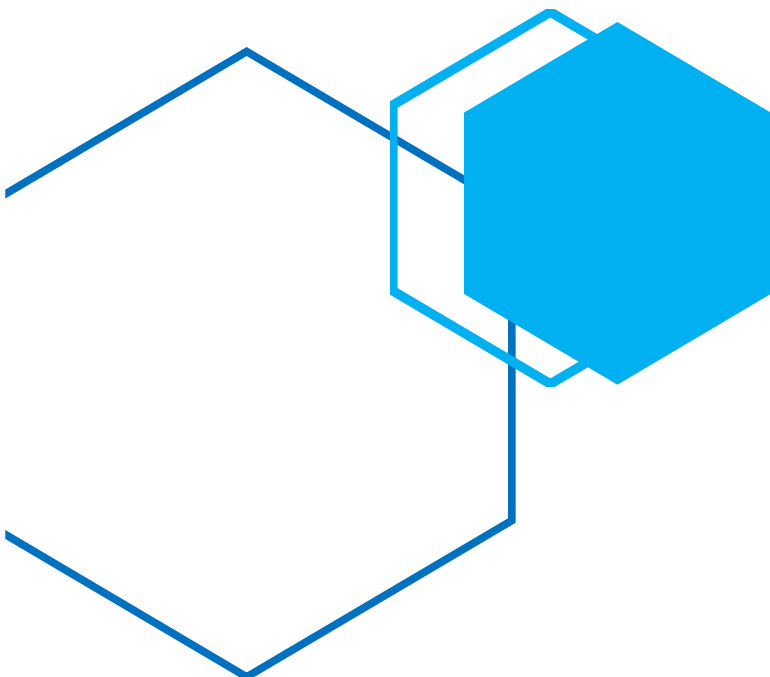
Figure 124: bureau de directeur.  
Source : <https://paroledemamans.com>



Figure 125: salle des ATSEM  
Source : <https://paroledemamans.com>



## **Chapitre VI : Approche conceptuelle**



### Introduction :

« Un projet avant d'être un dessin est, un processus c'est-à-dire, un travail de réflexion basé sur la recherche des réponses d'un ensemble de contraintes liées à l'urbanisme, au site, au programme, et au thème, ce qui veut dire qu'il est difficile de dissocier le processus de création future et la phase de programmation car l'ensemble constitue l'acte de créer » (Richard Meier)

Dans ce chapitre nous allons projeter notre projet afin d'exprimer ses détails. Nous commençons par la définition des principes et concepts ensuite les idées d'inspiration et leur matérialisation.

### VI - 1 Les concepts et les principes du projet :

#### VI - 1 - 1 Les concepts liés au programme :

##### ➤ Fonctionnalité :

Afin d'avoir un bon fonctionnement ; les différentes espaces seront disposés en fonction de leur relation et leur caractéristique pour obtenir une continuité et une complémentarité.

##### ➤ Flexibilité :<sup>29</sup>

Elle garantit à l'équipement une adaptation aux changements opérés sur l'espace et aux nouvelles exigences, afin de prévoir les différentes modifications, elle se traduit par la structure qui réduirait au maximum les contraintes d'aménagement de l'espace et la modularité de l'ensemble des composantes constructives.

##### ➤ Hiérarchie :

Le projet présente un programme riche et diversifié qui nécessite une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les entités mères (les salles classes) et secondaires, des fonctions calmes et bruyantes.

#### VI - 1 - 2 Les concepts projectifs (lies à l'architecture) :

**Dynamisme :** Notre projet doit avoir une forme dynamique et futuriste qui s'inscrit dans son temps. Cette forme doit aider l'enfant à développer sa pensée et compréhension de l'évolution de la science.

**Symbolisme :** Le projet par sa morphologie et sa forme doit être un élément symbolique exprimant une idée philosophique et un message que l'architecte doit faire passer à la population.

**Le contraste :** D'après Pierre Von Mies « le contraste sert à donner une identité immédiate ..., le contraste est un principe pour ordonner notre environnement, le sens d'une forme et mise en valeur par son contraste... »

---

<sup>29</sup> "Flexible - Une architecture pour répondre au changement"

### VI - 1 - 3 Les concepts liés à la durabilité :

**L'implantation du bâtiment sur le terrain :** L'emplacement du projet permet de profiter de l'environnement proche ou éloigné, pour améliorer le micro climat d'un site.

**L'orientation :** Une bonne orientation du projet permet de réduire les consommations des énergies. L'orientation dominante (Nord-Sud), pour l'ensoleillement pendant l'hiver et éviter des protections plus difficiles.

**Forme optimale :** les formes courbes ou dynamique aident à éviter les vents

**Chauffage :** conception architecturale intégrer avec l'utilisation des murs de captage solaire passif (mur trombe).

**Conception d'ombrage :** intégrée avec la conception architecturale (les décrochements des volumes, les brises soleil).

**La végétation :** la toiture végétalisée contribue à l'isolation thermique des toits en hiver et en été. Les arbres représentent une barrière au vent en hiver et créent de l'ombre en été.

**Matériaux de construction :** utilisation de matériaux locaux durables.

### VI - 2 La genèse de projet :

**L'idée inspiration :**

**L'école maternelle :**

L'enfant est à cet âge dans l'enfance précoce à travers lequel le cerveau se développe rapidement c'est le résultat de diverses expériences qui la traversent et qui contrôlent à la stimulation du cerveau et aussi à ce stade l'enfant devient très curieux. Alors qu'il pose beaucoup des questions, toutes ces questions et ses tentatives qui la traversent peuvent être découvertes à travers les cinq sens.

C'est pour ça nous avons personnifié le projet de l'école maternelle sous forme de point d'interrogation (?) et faits saillants d'eux cinq éléments qui représentent les classes, dans lesquelles l'enfant trouve la réponse à ses questions.

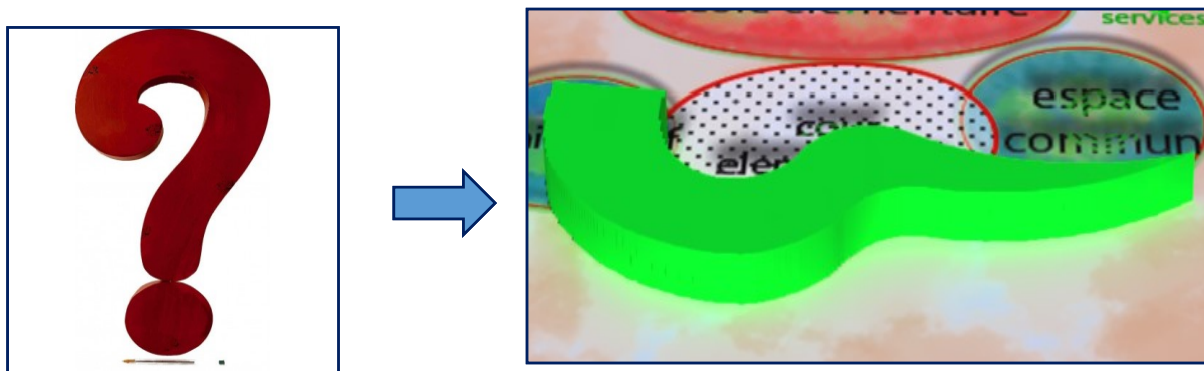


Figure 126: l'idée de l'école maternelle

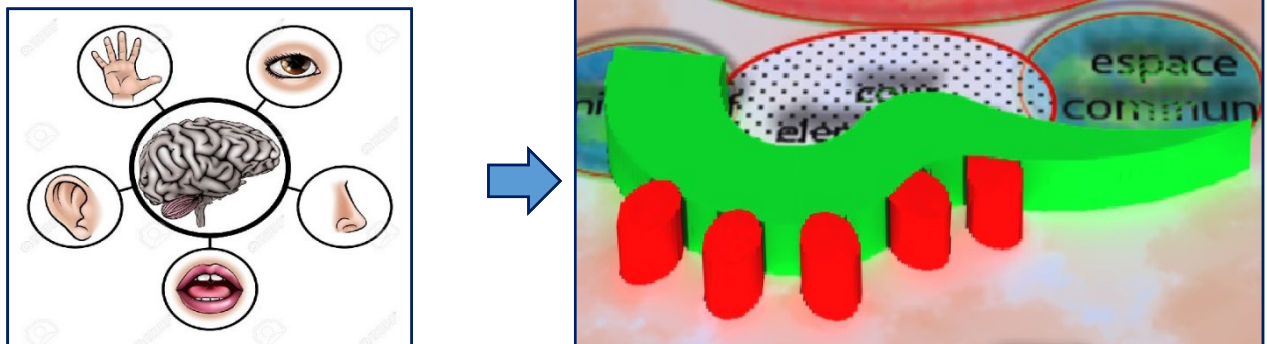


Figure 127: l'idée de l'école maternelle

**L'école élémentaire :**

A ce stade l'enfant est prêt à écrire et à lire cela augmente aussi son désir de connaissance et d'exploration plus, c'est en lisant les livres, pour cette raison nous avons personifié le projet d'école élémentaire sous forme d'un livre ouvert. Pour que à ce stade le livre réponde aux questions de l'élève

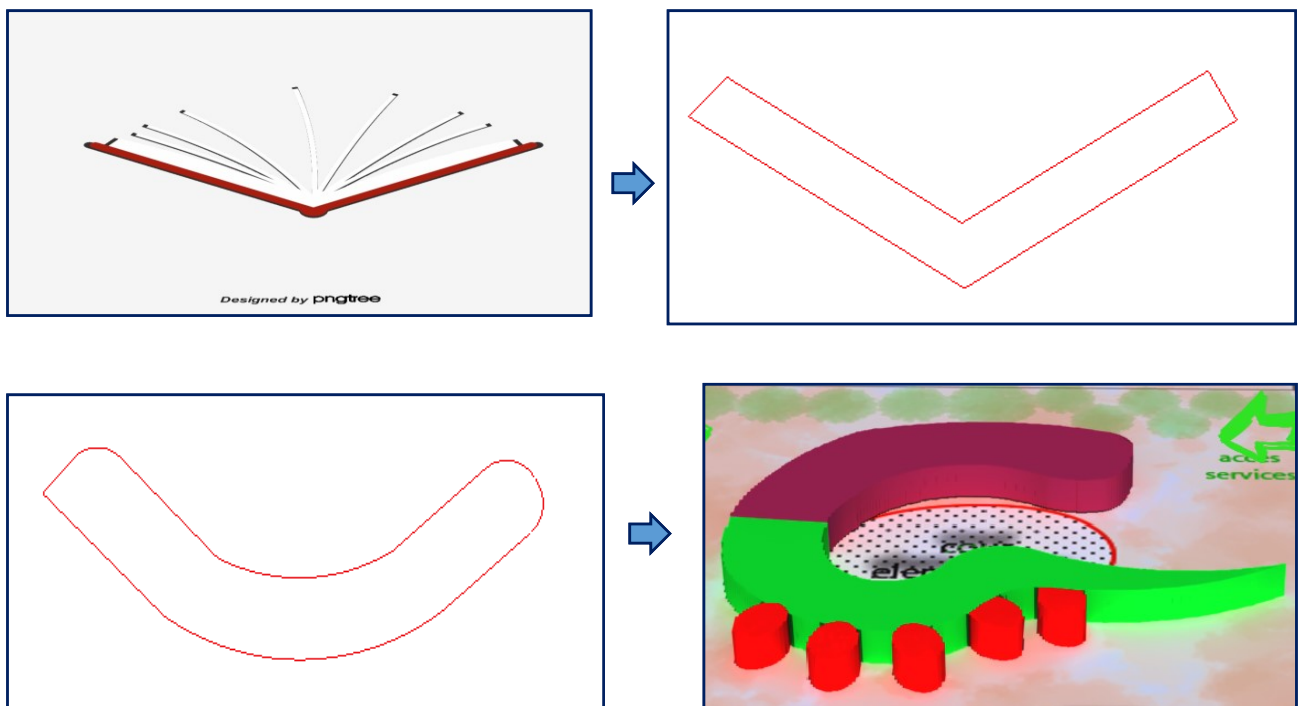


Figure 128: l'idée de l'école élémentaire

## Chapitre VI : Approche conceptuelle :

### VI - 2 - 1 Matérialisation des idées :

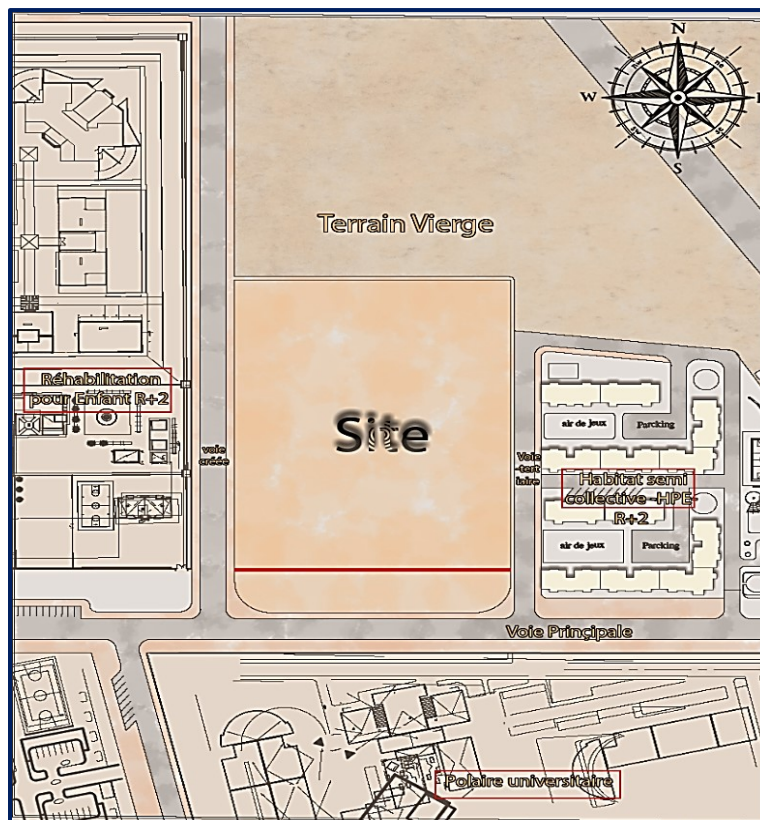
#### L'état de fait :



#### Étape 01 :

Figure 129: les données de site d'intervention

- Création d'une voie qui sépare notre site du centre rééducation des mineurs, et pour assurer la facilité de l'accessibilité au quartier résidentiel de Hachi Maamar.
- Aligner notre terrain par rapport à l'équipement existe



## Chapitre VI : Approche conceptuelle :

### Étape 02 :

- L'orientation des entités des écoles (maternelle et élémentaire) sud/ nord.
- L'aménagement des cours pour chaque entité à le bris des vents dominants (froids).
- Création des logements du fonctionnements au côté nord pour briser les vents froids
- L'implantation de l'entité des espaces communs (réfectoire, salle de sport, administration) du côté de la voie tertiaire.
- Création d'un accès de service dans la voie nouvellement créée.
- Création de l'accès principal au niveau de la façade

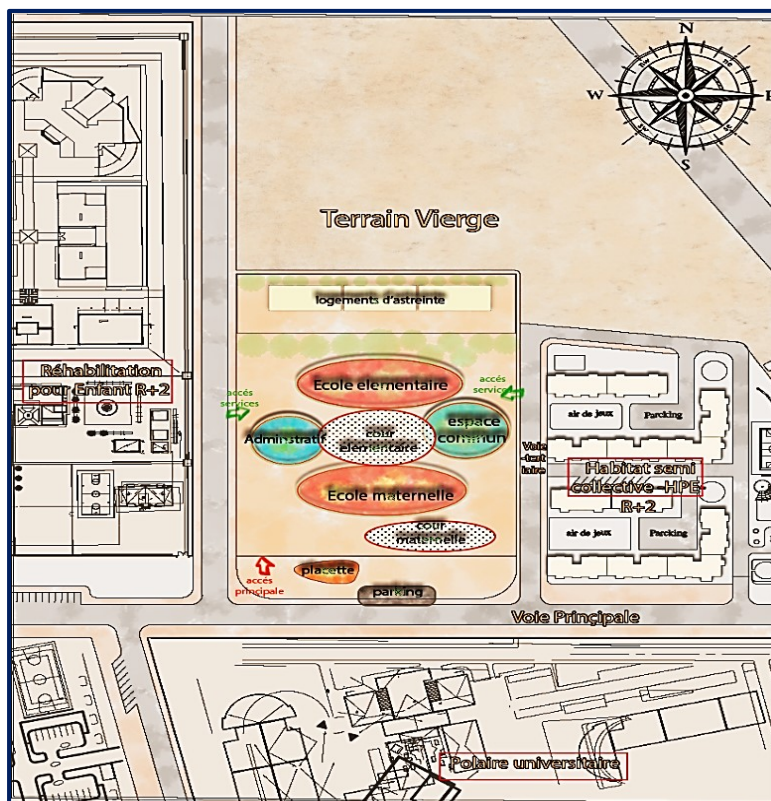


Figure 130 : zoning de projet

### Étape 03 : au niveau de l'école maternelle :

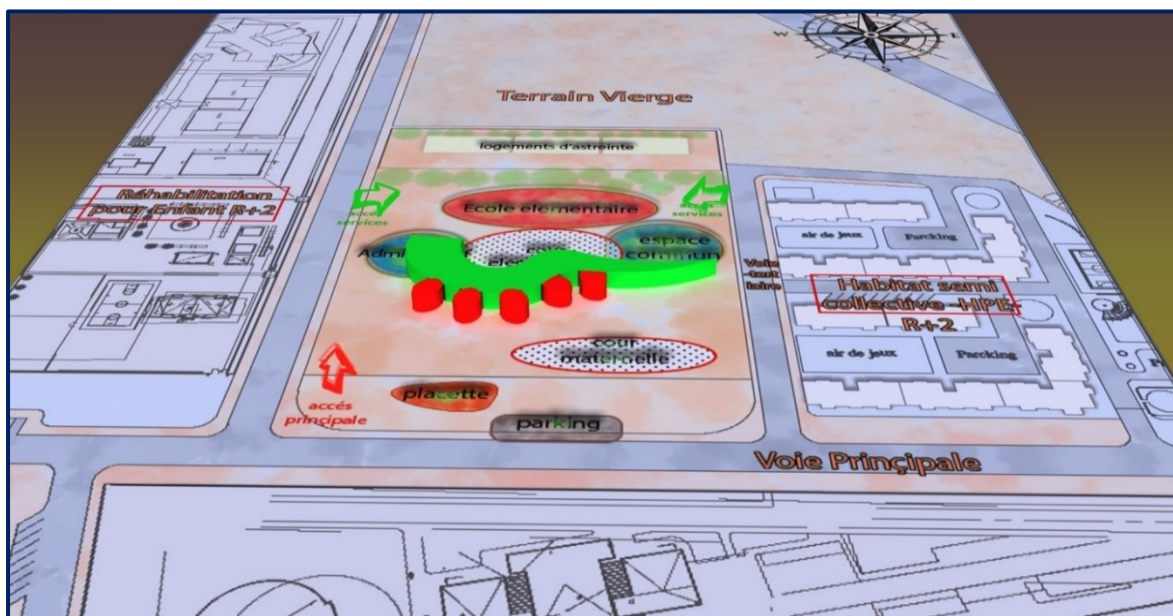


Figure 131 : implantation de volume de l'école maternelle sur le site

- A cet âge l'enfant devient très curieux et soulève beaucoup des questions, il commence à découvrir son milieu grâce aux cinq sens. Alors, cette partie du projet prend la forme d'un point interrogation (?), jalonné par cinq éléments

Étape 04 : au niveau de l'école élémentaire :

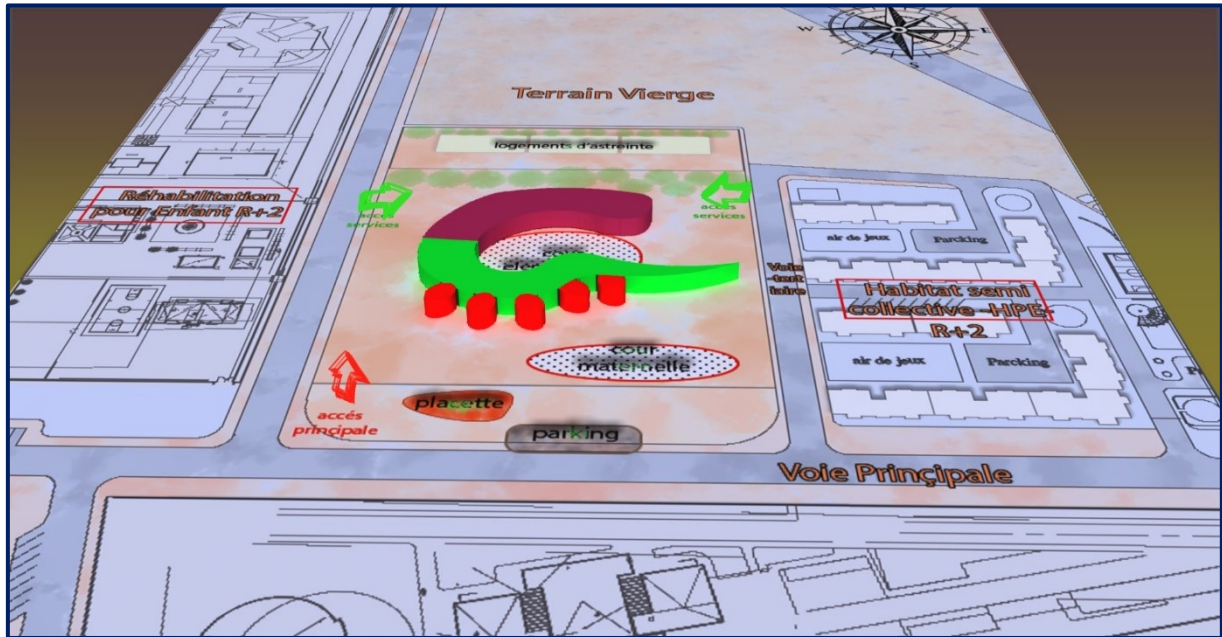


Figure 132: implantation de volume de l'école élémentaire sur le site

- A cet âge l'enfant commence à lire et à écrire et dispose maintenant d'un autre outil pour la connaissance qui est le livre.
- Nous avons aussi possédé un des doublements par symétrie de plus que le point interrogation (?).

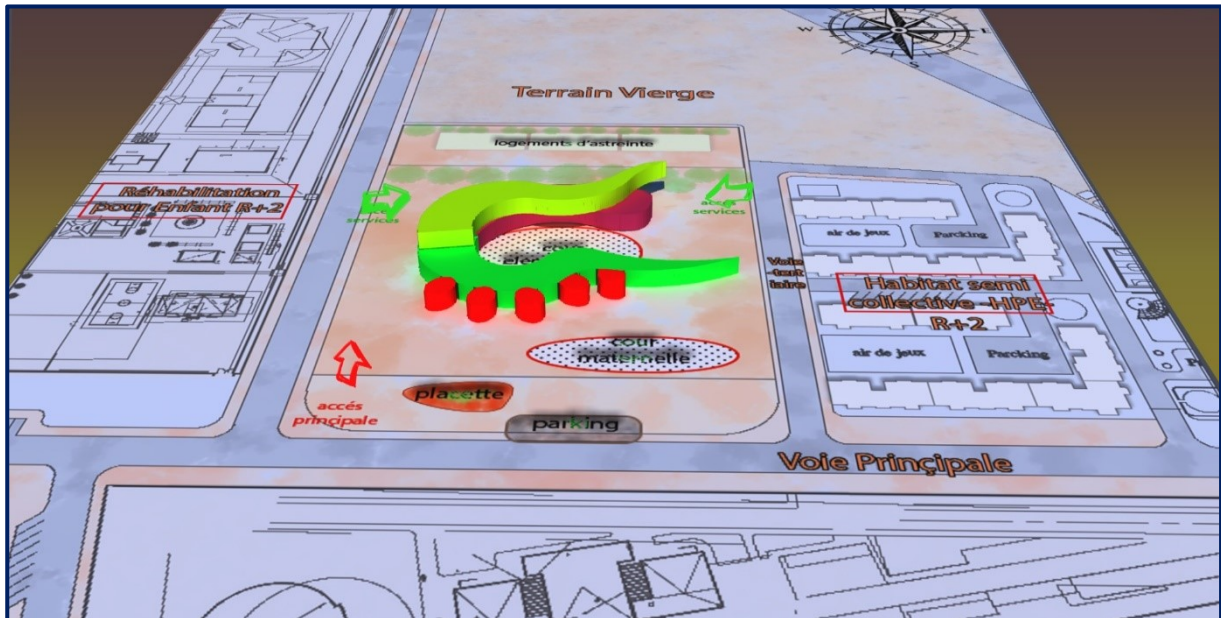


Figure 133 : implantation de volume de l'école élémentaire sur le site

## Chapitre VI : Approche conceptuelle :

### Étape 05 :

- Nous avons présenté le réfectoire et la salle de sport sous forme circulaire car c'est un lieu commun et de rencontre. Parce que la forme circulaire indique l'harmonie, l'autisme et le regroupement.

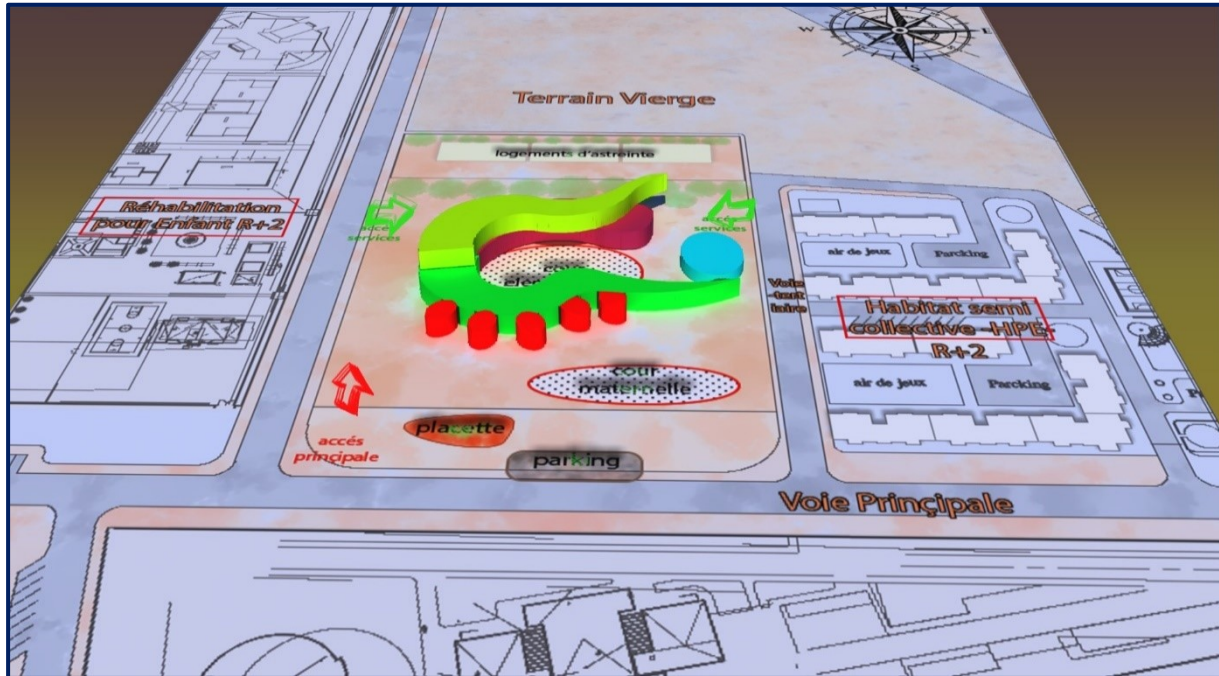


Figure 134 : implantation de volume du réfectoire sur le site

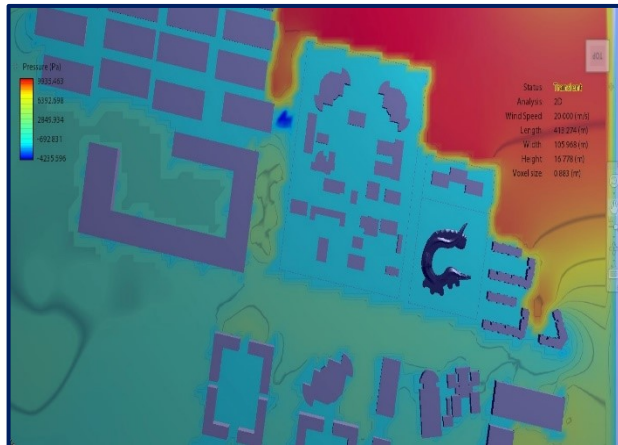


Figure 136: direction des vents après l'ajouter les logements

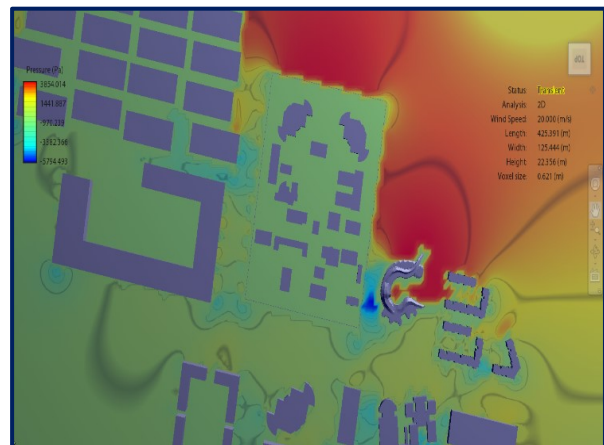


Figure 135: direction des vents avant les logements

## Chapitre VI : Approche conceptuelle :

### VI - 3 Plan de masse :

Clôture

Accès secondaire

Accès livraison

Accès principaux

Une grande cour avant l'entrée pour éviter les accidents routiers

Les logements du fonctionnement au côté nord pour briser les vents froids



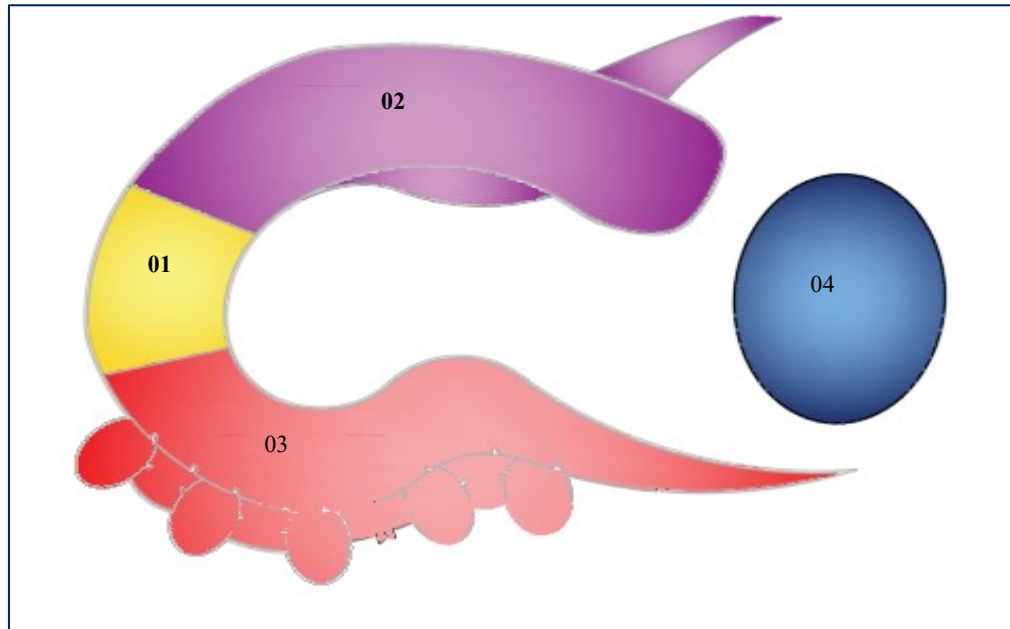
Figure 137: les accès du projet



Figure 138: plan de masse

## **VI - 4 Conception des plans intérieur :**

### **Principes de base :**



**Figure 139:** les parties de projet

- Le projet est devisé en quatre parties :

La 1ere partie est réservé pour les entités accueil, administration et service, la 2éme partie est réservée pour l'école élémentaire, la 3éme pour l'école maternelle et la 4éme partie pour le réfectoire.

- Ces entités (accueil, administration, service) et le réfectoire sont communs pour les deux écoles (élémentaire et maternelle), elles sont disposées entre eux pour faciliter leurs accès des deux coté.
- L'implantation de l'école maternelle en RDC pour des raisons de sécurité des enfants.
- L'implantation de l'école élémentaire dans le niveau RDC et l'étage.
- L'organisation des espaces de ces deux derniers est organisée bilatéralement à travers un corridor.

## Chapitre VI : Approche conceptuelle :

### Description et présentation des plans :

#### Au niveau de RDC :

Il est composé de 4 parties :

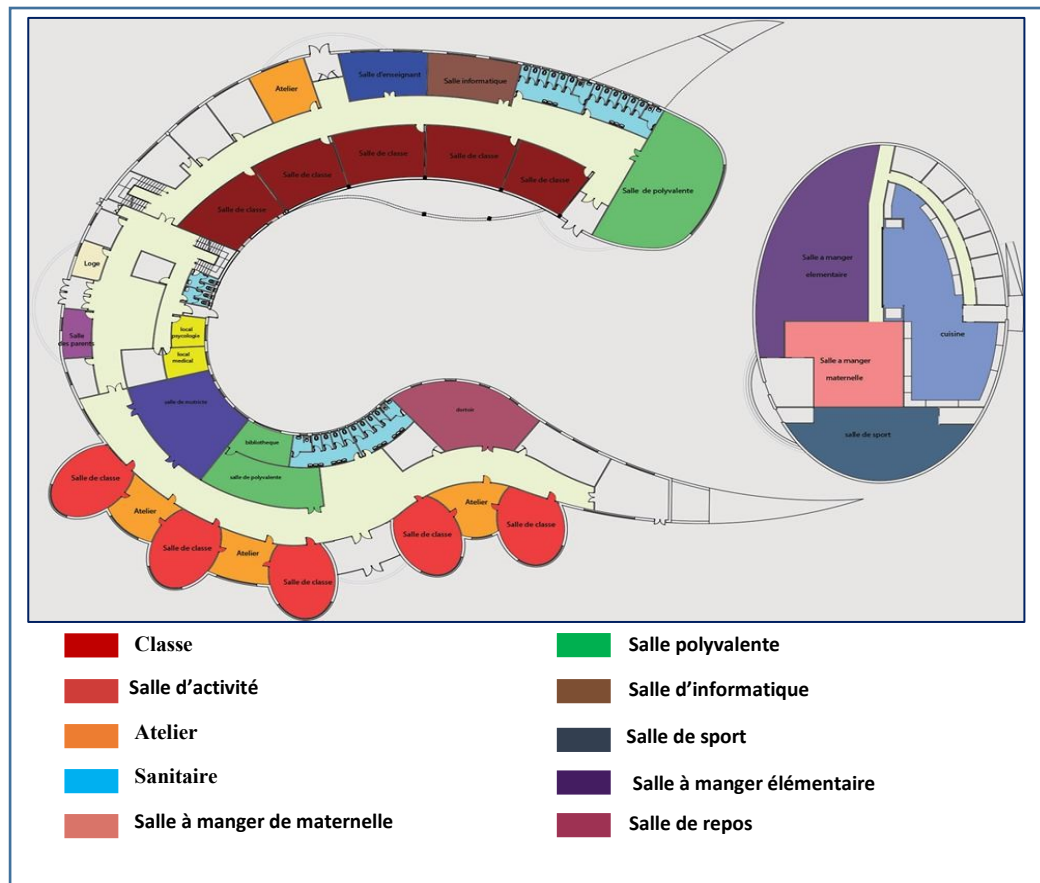


Figure 140 : plan RDC

- La 1<sup>ère</sup> partie abrite l'entité (accueil, administration et service) :

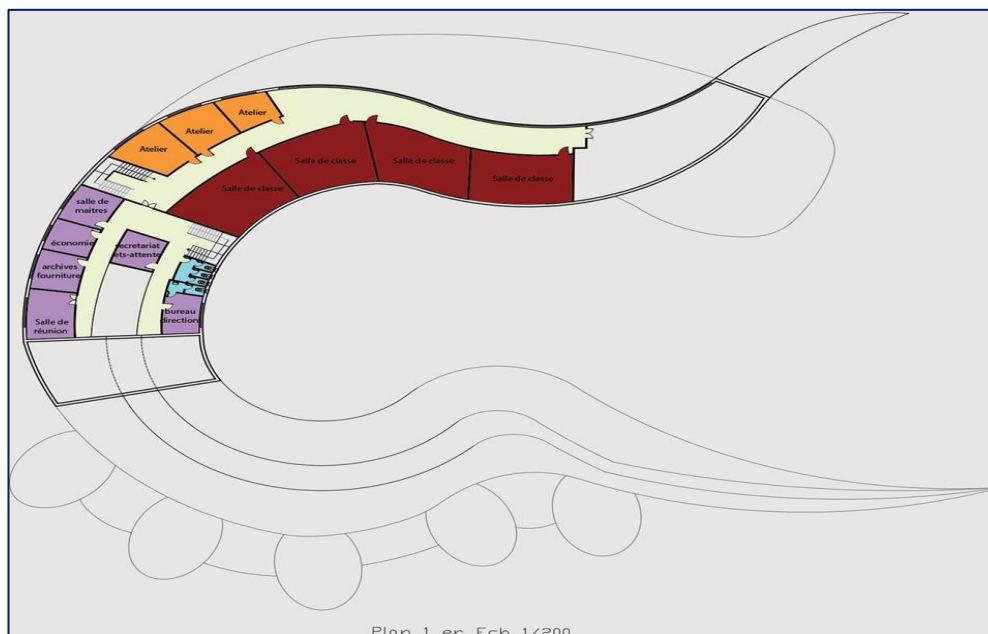
On trouve dans cette partie un SAS à l'entrée principale pour des raisons de changement de température, et un vaste hall d'entrée aménagé qui joue le rôle d'un espace distributeur, à gauche, à proximité de l'entrée principale se trouve une loge pour la surveillance, et aussi des locaux services (local ménage, informatique), et un passage qui mène aux escaliers qui conduisent à l'étage, sanitaire personnel et au service médicale (locale psychologue et médical). A droite se trouve une salle des parents et surveillance.

- Il y a deux accès à gauche et droite destinés pour l'école élémentaire et maternelle.
- La 2<sup>ème</sup> partie abrite l'école élémentaire :
  - Elle est composée de 5 classes, d'un atelier, d'une salle d'informatique, d'une salle d'enseignant, d'une salle polyvalente, des espaces de services (armoire, bureau du polyvalente, salle du personnel entretien) et des sanitaires proches de la sortie la cour.
  - Il trouve à proximité de l'accès de l'école un escalier vers le 1<sup>er</sup> étage pour les élèves.

## Chapitre VI : Approche conceptuelle :

- Il y a deux sorties, une mène vers la cour, et l'autre mène vers l'espace extérieur où se trouve un petit théâtre.
- La 3ème partie abrite l'école maternelle
  - Elle est composée des cinq salles d'activité, on trouve entre deux salle un atelier, elle a contenu aussi une salle de motricité, une salle polyvalente, une bibliothèque, une salle de repos, des espaces services (armoire, ATSEM, stockage de jeu) et des sanitaires proches à la sortie de la cour.
  - Il y a une sortie qui mène vers la cour
- La 4ème partie abrite le réfectoire
  - Il comprend une cuisine avec ses annexes (vestiaire, chambre froide,)
  - Il trouve deux salles à manger, une pour l'école élémentaire et l'autre pour l'école maternelle.

### Au niveau de l'étage :



- Classe
- Atelier
- Administration

Figure 141: plan d'étage

- La 1ère partie abrite l'entité (accueil, administration et service) :
  - Il abrite la suite de l'entité administrative qui contient les bureaux de directeur, secrétariat, économie, la salle de la réunion, la salle des maîtres, l'archive, les sanitaires personnels.
  - Il y a un accès pour la suite de l'école élémentaire.
- La 2ème partie abrite l'école élémentaire :  
Elle comprend à quatre classes, des ateliers et une bibliothèque.

## VI - 5 Composition des façades :

### L'idée de façade :

« Quand l'enfant a 2 ou 3 ans, il est peut-être prêt à apprendre les couleurs, mais il est difficile pour lui de les absorber toutes. Nous lui donnons donc des couleurs à travers les choses qu'il voit autour de lui pour faciliter la préservation et la discrimination »<sup>30</sup>

De là, nous avons inspiré l'idée de la façade pour être aussi comme un moyen d'apprendre. Et d'autre part, identifier le projet comme un projet spécialisé des enfants.

### Façade sud du l'école maternelle :

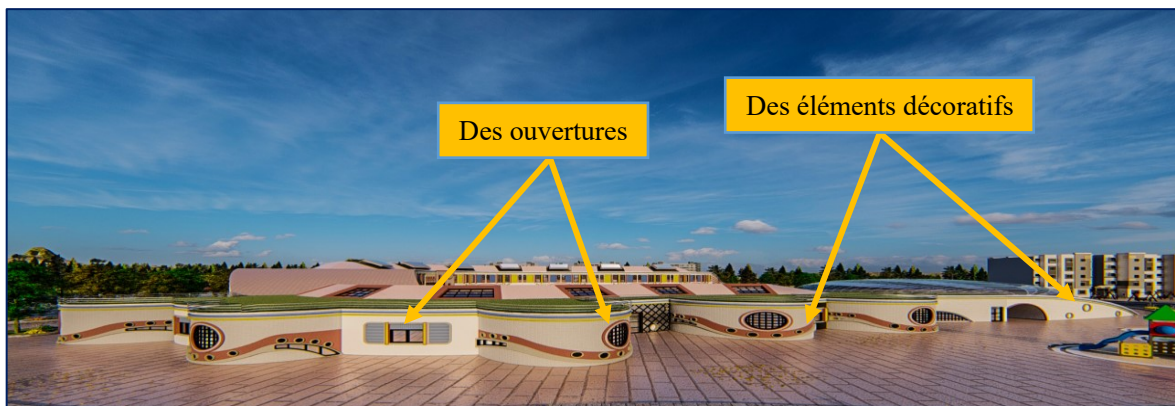


Figure 142: façade sud du l'école maternelle

- Cette façade est marquée par deux rythmes de traitement pour montrer les espaces qui ont la même fonction
- Utiliser les formes circulaire et courbé afin d'homogénéité à la forme du projet, au même temps dénotent les gribouillages des enfants
- L'utilisation des couleurs pour donner de la vitalité à la façade et définir le projet comme un projet pour les enfants.

### Façade sud du l'école élémentaire :

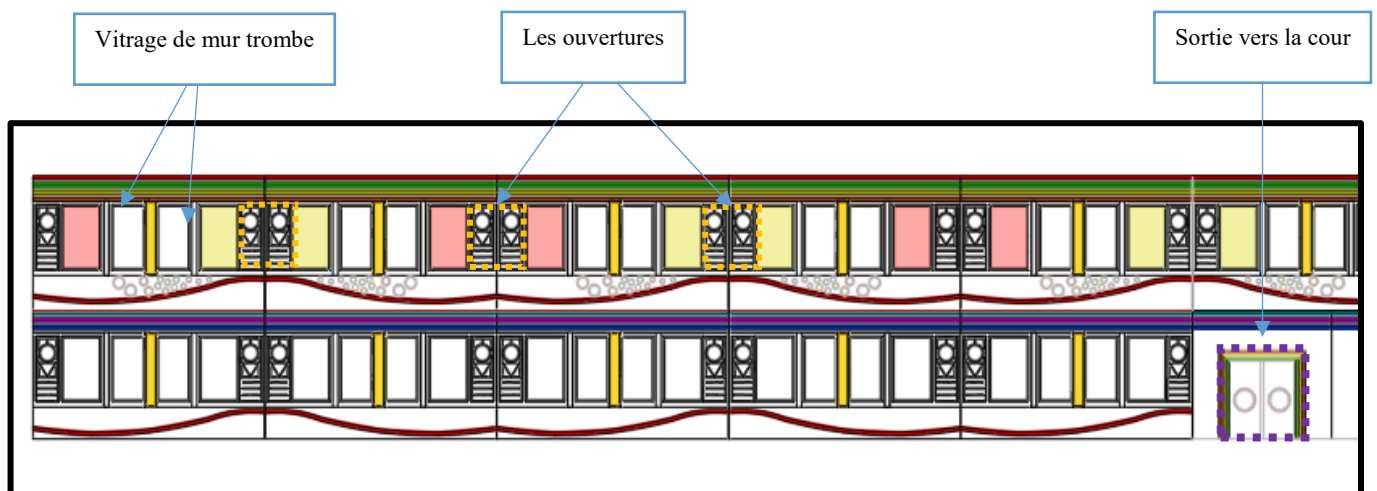


Figure 143 : façade sud du l'école élémentaire

<sup>30</sup> Pédagogue Ibrahim Rachid, spécialiste dans les troubles d'apprentissage, de prononciation et de comportement

## Chapitre VI : Approche conceptuelle :

- Cette façade est caractérisée par un rythme de traitement aussi pour montrer ces espaces ont la même fonction,
- Utiliser des formes généralement droites pour l'expression que l'enfant est prêt distinguer entre les choses
- L'utilisation des couleurs

### Façade nord élémentaire :

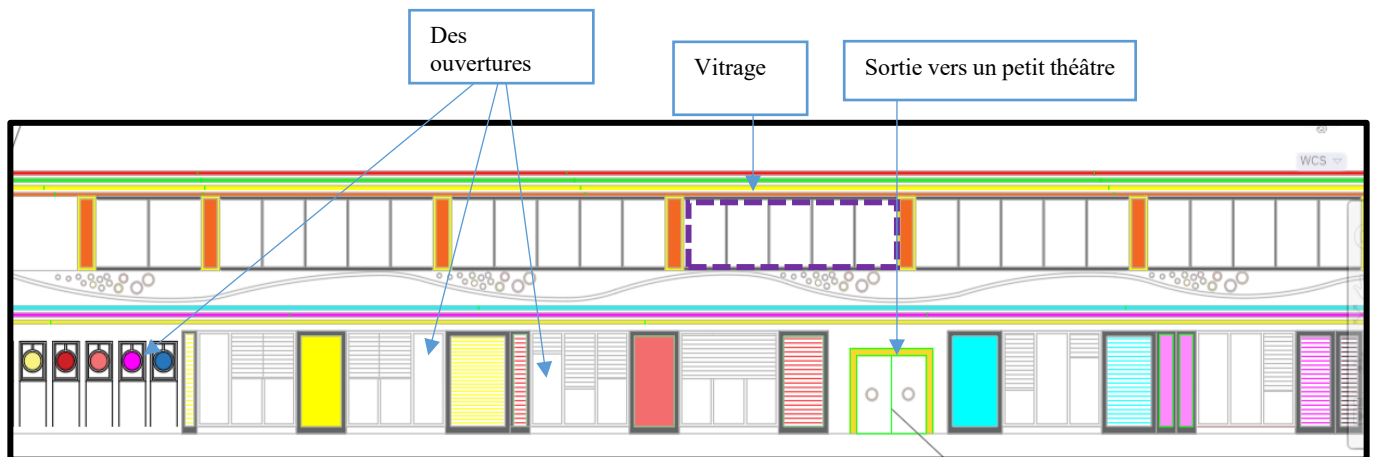


Figure 144 : façade nord de l'école élémentaire

Utiliser plusieurs traitements, cela indique la présence de différents

### Façade principale :



Figure 145: façade principale

Figure 146 : façade sud de l'école élémentaire



Figure 147: plan de masse

## Chapitre VI : Approche conceptuelle :

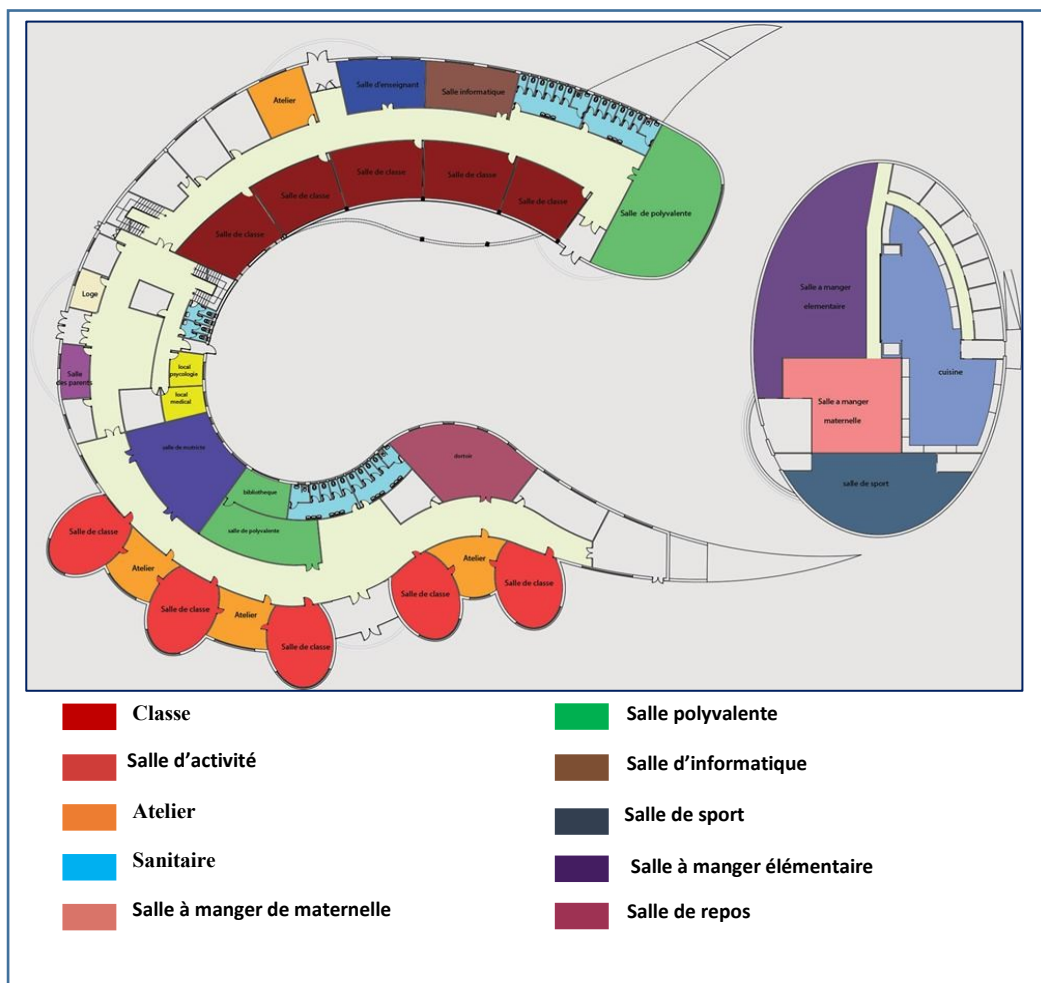
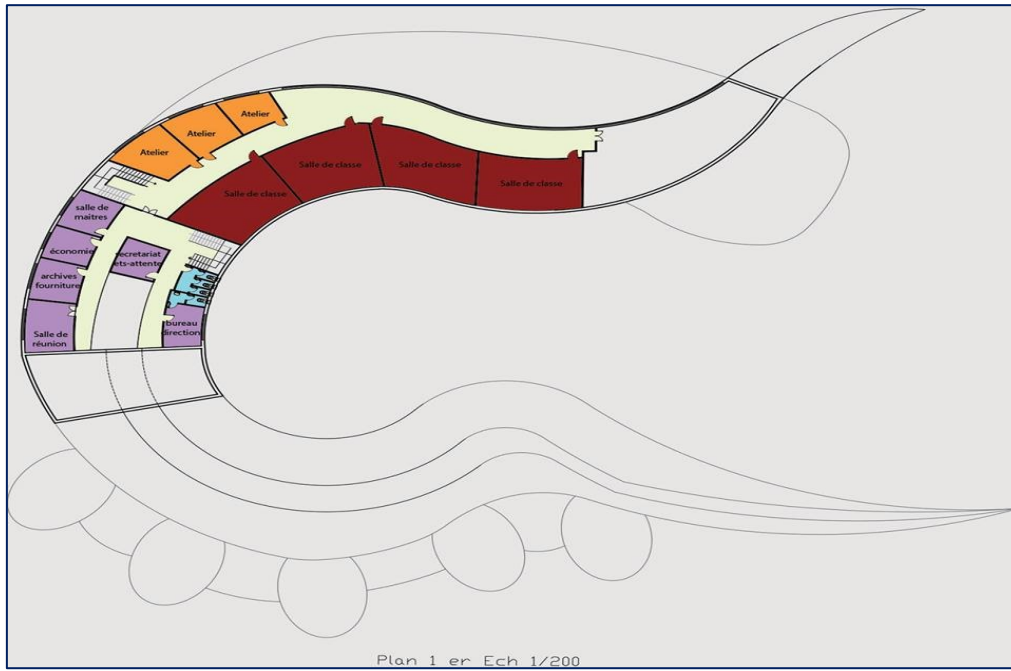


Figure 148: plan RDC



- Classe
- Atelier
- Administration

Figure 149: plan d'étage

Chapitre VI : Approche conceptuelle :

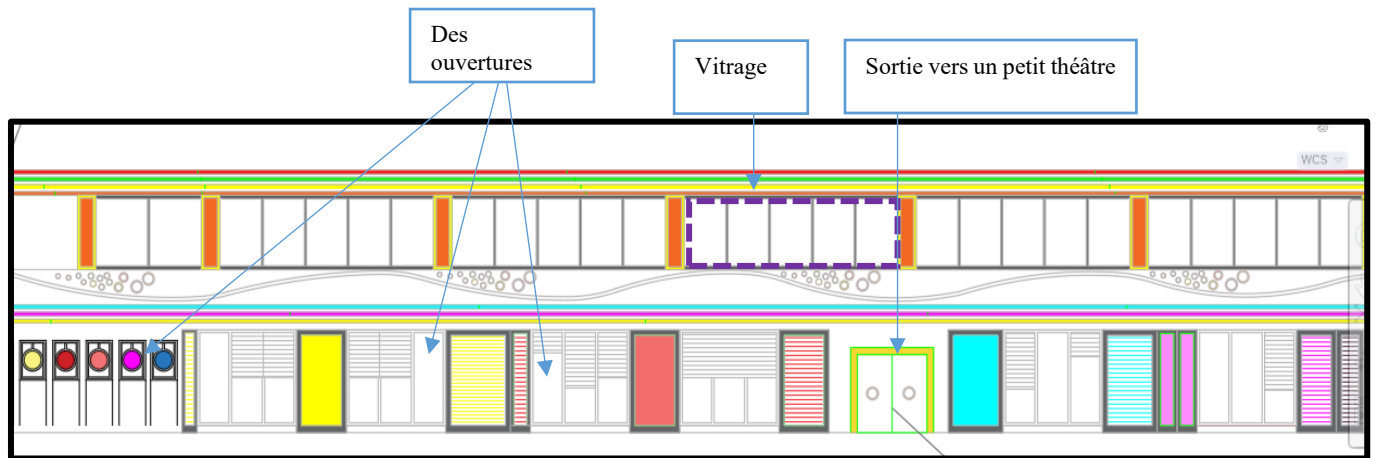


Figure 151: façade

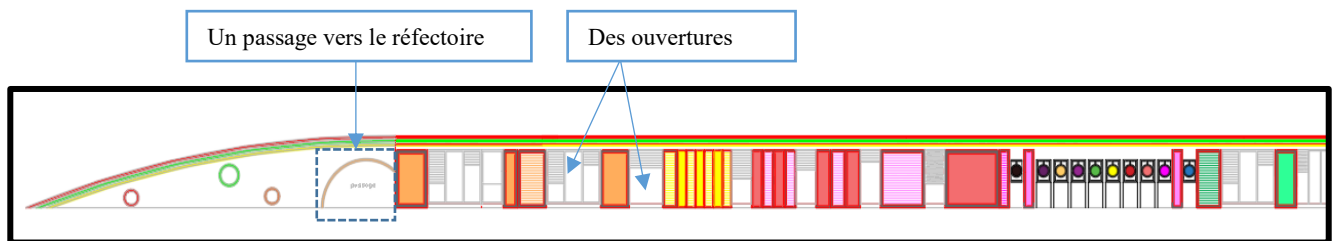


Figure 150: façade

Chapitre VI : Approche conceptuelle :

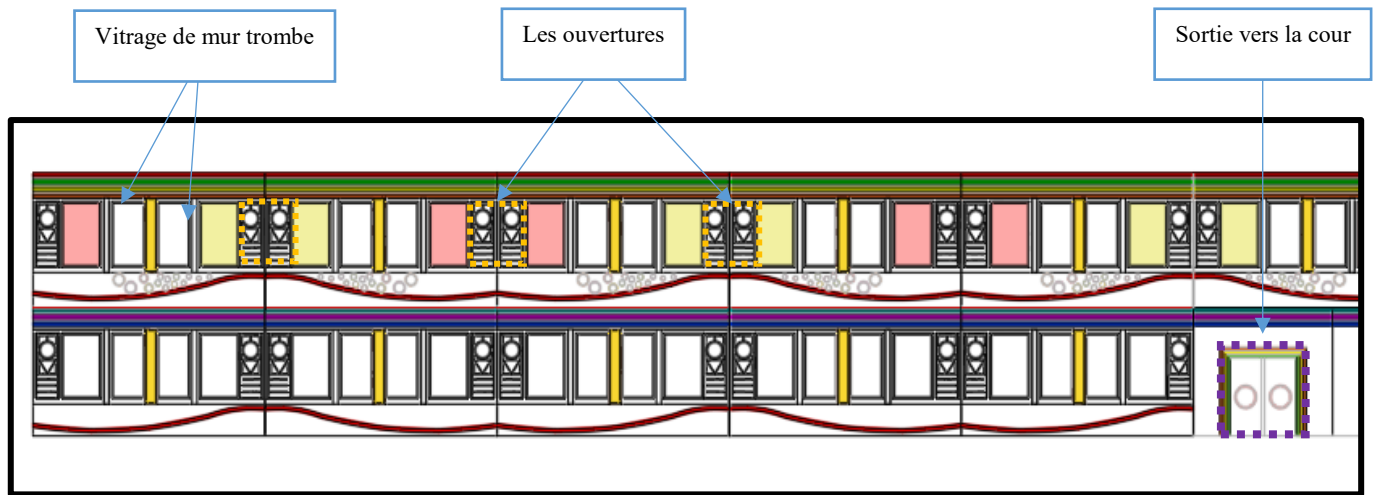


Figure 152: façade

Chapitre VI : Approche conceptuelle :

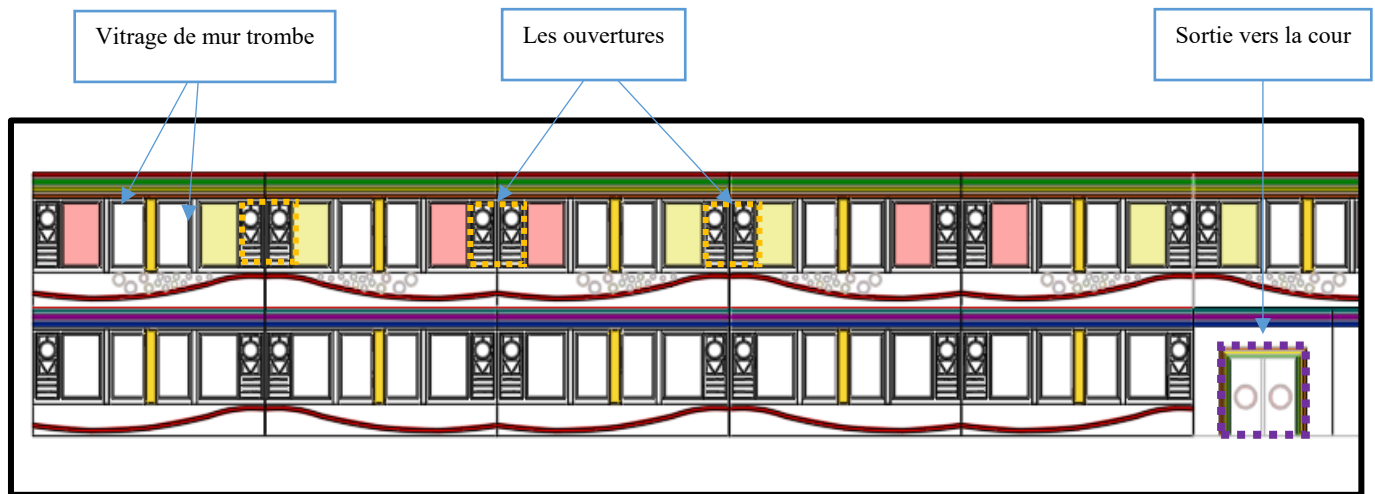


Figure 153:coupe

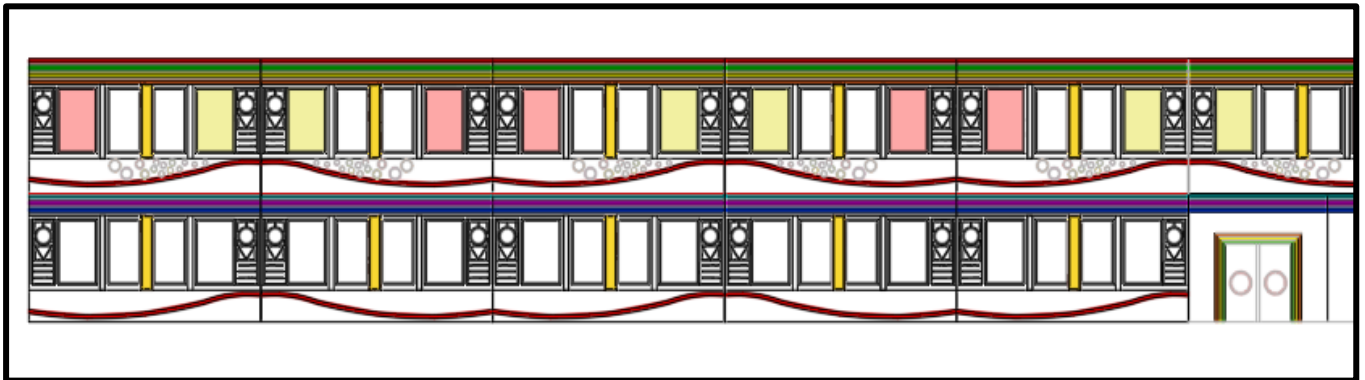


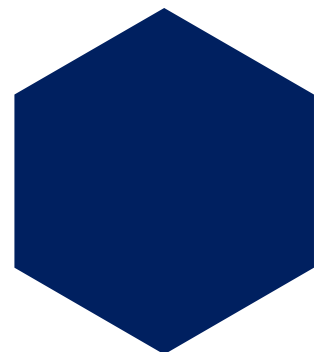
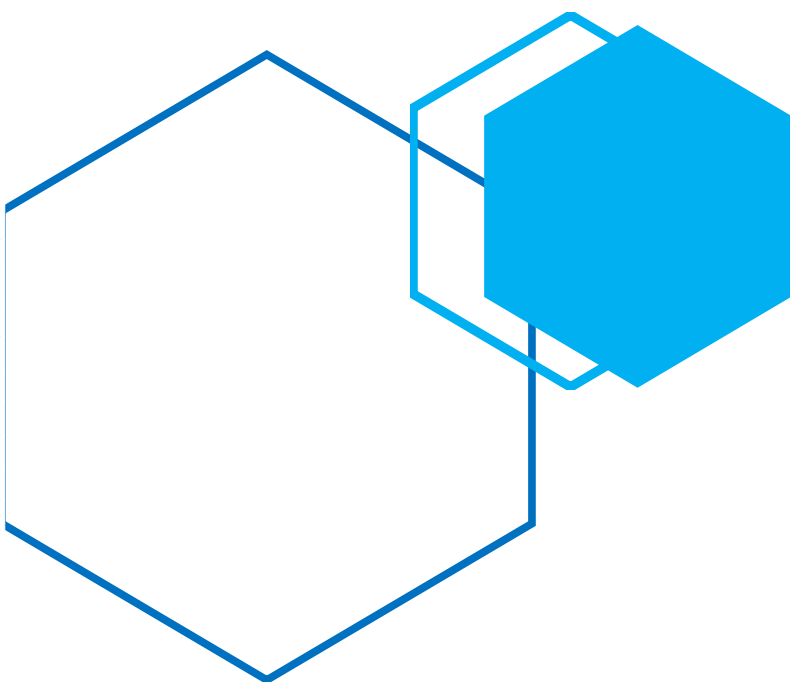
Figure 154: coupe



Figure 155: plan de



## **Chapitre VII : Approche technique**



### Introduction :

Dans ce chapitre nous exposons les différents techniques et dispositifs liés à la durabilité utilisée dans notre projet

### VII - 1 Système constructif :

#### ▪ Structure :

La structure métallique est une structure dans laquelle les appuis les poteaux, les poutres sont réalisées en acier.

Ces éléments de construction " rigides" permettent de dégager de grands espaces utiles au sol. La portée des éléments d'ossature peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

#### ▪ Motivation de choix :

Notre projet est courbé et flexible. Nous avons donc choisi la structure métallique parce qu'elle :

- Laisse la liberté à la créativité en termes d'architecture, de structure et de fonction
- Esthétique.
- La ductilité

#### ▪ Infrastructure :

##### ➤ Fondation :

Pour ce qui est des fondations on ne peut pas statuer sur le choix, car il relève d'une étude précise sur la résistance du sol, du type d'ouvrage et d'un résultat des calculs des descentes des charges. Néanmoins, sachant que notre sol est de bonne portance, ce sera donc des semelles isolées sauf pour le mur de soutènement qui aura une semelle filante.

#### ▪ Superstructure :

##### ➤ Éléments verticaux :

##### Poteaux :

Les poteaux enrobés par le béton :

- Une capacité portante élevée pour des dimensions de section relativement réduite.
- Une facilité d'assemblage aux autres éléments, les poutres en particulier, en raison de la présence de la partie acier des poteaux.

##### ➤ Éléments horizontaux :

##### Les poutres :

L'utilisation des poutres I :

Les poutres en treillis : La poutre treillis est exclusivement employée dans les fermes de toiture. Elle est préconisée dans le cadre de structures avec des charges élevées et de grande portée (plus de 15 m).

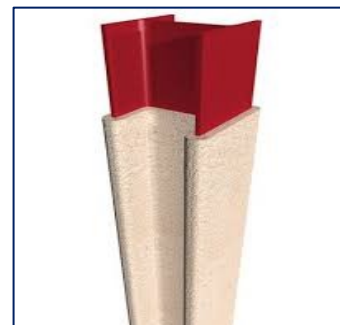


Figure 156 : poteau mixte.  
Source : www.slideshare.net

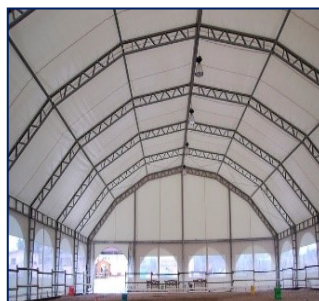


Figure 158: poutre en treillis.  
Source : www.slideshare.net

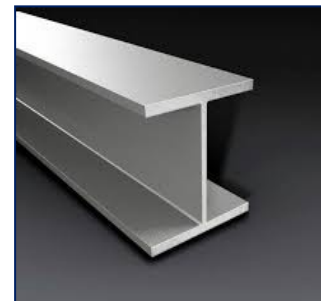


Figure 157: poutre HEB.  
Source : www.slideshare.net

#### Planchers mixtes (collaborant) :

## Chapitre VII : Approche technique :

La pertinence des planchers mixtes réside dans la technologie visant à renforcer l'adhérence entre la tôle d'acier travaillée et le béton.

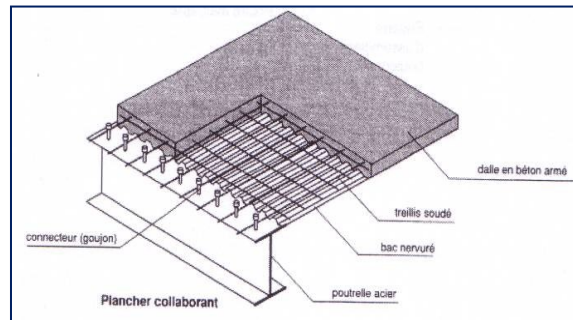


Figure 159 : plancher collaborant.  
Source : notech.franceserv.com

### ▪ Les joints :

**Joints de rupture :** utilisés dans les changements de direction des différentes trames et dans le cas de différence de charge.

**Joints de dilatation :** utilisés pour remédier aux effets de la température dans les bâtiments de grande longueur, chaque 25 à 30 mètres

### ▪ Assemblage :

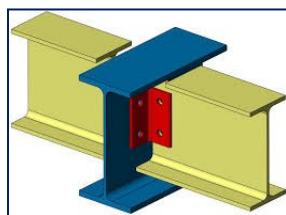


Figure 163: poteau poutre.  
Source : www.slideshare.net

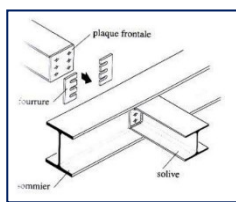


Figure 161: poutre poutre. Source :  
www.slideshare.net

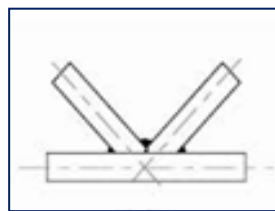


Figure 160: assemblage de poutre en treillis. Source :  
www.slideshare.net

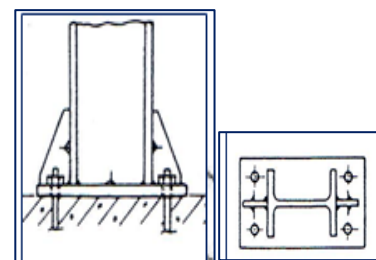


Figure 162: poteau mixte et fondation. Source :  
www.slideshare.net

## VII - 2 Matériaux de construction (sols, murs et façades) :

### ▪ Les murs extérieurs :

Brique pleine

### ▪ Les isolations :

Laine de verre : nous l'avons utilisé pour sa bonne qualité en isolation phonique dans la salle de repos

Polystyrène : nous l'avons utilisé pour ses avantages : Peu coûteux, Bon pouvoir isolant, Adapté aux milieux humides, Résistant à la compression...etc.

### ▪ Le dalle de Sol :

Dans les écoles maternelles, il est recommandé d'utiliser le tapis sur le sol à des fins acoustique et pour la sécurité de l'enfant. Il aide également le tapis à utiliser des couleurs et des combinaisons des formes déférentes, nous avons donc choisi :

## Chapitre VII : Approche technique :

### - Le PVC :<sup>31</sup>

- Il est facile d'entretien et offre une bonne isolation phonique et thermique.
- Vous trouverez un large choix de décors disponibles en lames ou en dalles pour couvrir le sol.
- Les sols en vinyle/PVC ne sont pas toxiques et répondent parfaitement aux normes anti-feux en vigueur.
- Rénovation rapide et simple
- Sans colles, sans d'outils
- Dalle souple et confortable

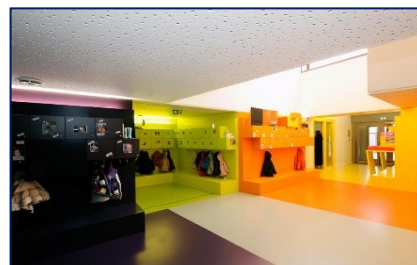


Figure 164: vue intérieure d'école maternelle. Source : <http://www.tarkett-magazine.be/fr/>

### ▪ Plafonds :

Tous les espaces de l'école sont dotés de faux plafonds en plaques de plâtre reposant sur une structure métallique accrochée, avec un système de fixation par tige réglable. Les faux plafonds sont prévus pour permettre :

Le passage des câbles et des gaines techniques, l'électricité, la plomberie, Cacher le plancher et donner un aspect esthétique.

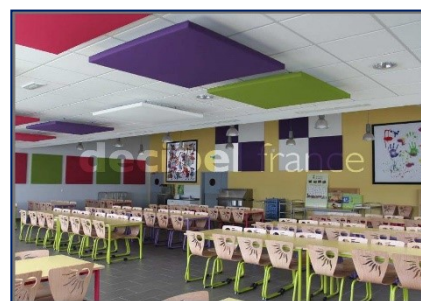


Figure 165: vue intérieure sur réfectoire. Source : [lozuavopontificio.net/](http://lozuavopontificio.net/)

### ▪ Le vitrage :

Au Sud, à l'est et à l'Ouest, les vitres sont en double vitrage peu émissif avec une lame d'argon. Les vitres de la façade nord sont en triple vitrage.

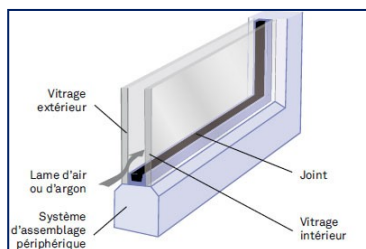


Figure 167: double vitrage. Source : <http://menuiserie-vielle.fr/>



Figure 166: triple vitrage. Source : [www.isolation-expert.be](http://www.isolation-expert.be)

### Toiture végétalisée :

Utilisation la végétation sur le toit



Figure 168: toiture végétalisée

<sup>31</sup> <https://sol.ooreka.fr>

## Chapitre VII : Approche technique :

### ▪ Gestion d'énergie :

#### Systèmes solaires :

Des panneaux photovoltaïques sont intégrés au niveau de toiture



Figure 169: panneaux photovoltaïques

### ▪ Gestion d'eau :

La récupération des eaux pluviales est un procédé naturel, économique et complémentaire au réseau de distribution d'eau. Les différentes utilisations de l'eau de pluie : l'arrosage des espaces verts, l'alimentation des retenues d'eau, l'alimentation de la machine à laver le linge, l'alimentation des réseaux de chauffage et de climatisation.

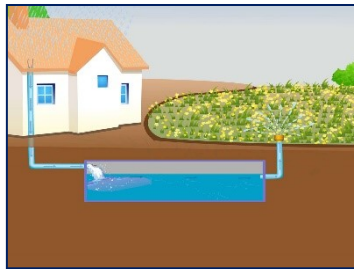


Figure 170: récupération des eaux pluviales. Source : [www.futura-sciences.com/](http://www.futura-sciences.com/)

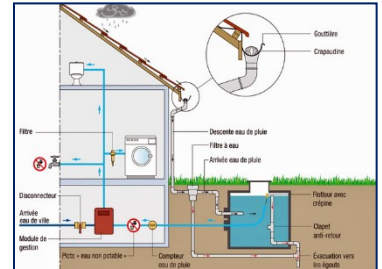


Figure 171: récupération des eaux pluviales. source: [www.systemed.fr/](http://www.systemed.fr/)

### ▪ Système de sécurité incendie :

Utiliser les bouches d'incendies d'eau au niveau de la cour et le système de sécurité d'incendie à les espaces intérieurs.



Figure 173: la bouche d'incendie. Source : [www.koreus.com](http://www.koreus.com)



Figure 172: Détection incendie. Source : [www.anaveo.fr](http://www.anaveo.fr)

### ▪ Système de ventilation :

La ventilation mécanique régulée (VMR) permet d'éviter le passage des gaines dans toute la maison. Elle offre donc une grande facilité d'installation et des résultats satisfaisants.

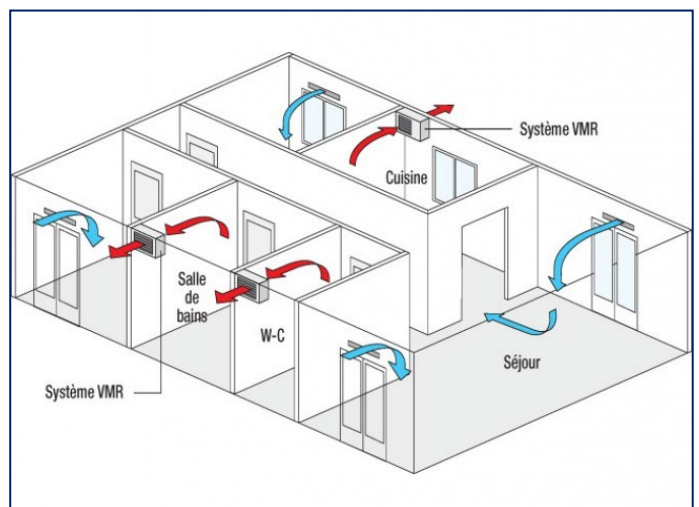
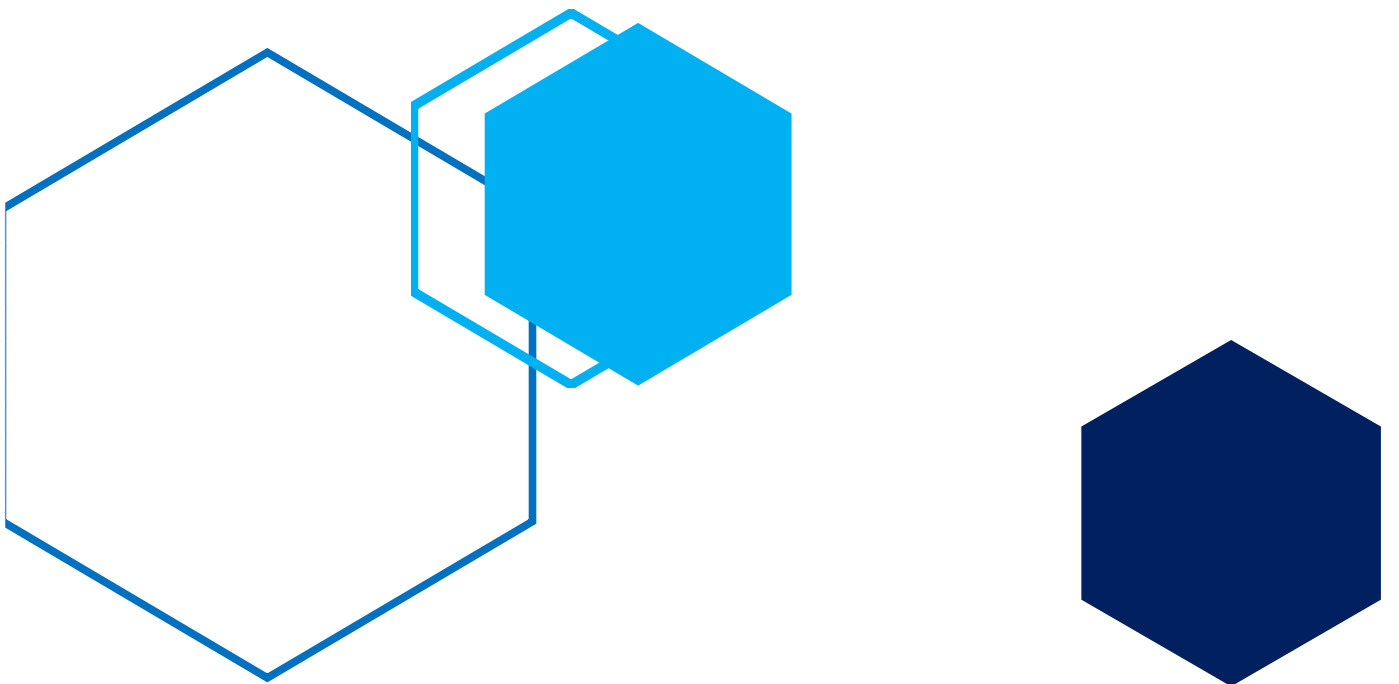


Figure 174: ventilation mécanique régulée. Source : <https://www.systemed.fr>



# **Chapitre VIII : Approche durabilité & simulation**



**Confort visuel**

## **Introduction**

Le confort visuel est l'un des grands défis environnementaux qui s'imposent devant l'architecte à la cour de la conception de l'éclairage naturel ; car l'obtention de confort visuel dans un local favorise le bien être des occupants. Par contre un éclairage trop faible ou trop fort ; la mauvaise répartition de la lumière dans l'espace provoque à plus ou moins longue échéance une fatigue ; voire même des troubles visuels ; accompagnés d'une sensation d'inconfortable

### **VIII - 1 Problématique :**

Chaque élément constructif dans un bâtiment peut contribuer à l'amélioration du confort visuel de ses occupants, que ce soit la couleur et la texture, de sol, de mur, de matériaux, ou des fenêtres.....etc. Cette dernière est l'un de composantes de la façade qui est considérée comme une source d'éclairer l'intérieur de l'espace architecturale. Aujourd'hui, l'utilisation de la fenêtre devenue aléatoirement ne répond plus au besoin de l'utilisateur (l'étudiant) de l'espace

**Figure 175:** Graphe de la température du cas initial hiver (Excel)

par ce que la fenêtre avec ses caractéristiques (la taille, la forme, la position, l'orientation... (BARAA.J, Al-KHATATBEH.S (2017)) n'est donc pas soumise à des paramètres de confort visuel (un bon niveau d'éclairage nécessaire à une vision claire , Un rendu des couleurs correct et une lumière agréable , Une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace , Les rapports de luminance présents dans le local, L'absence d'ombres gênantes , La relation au monde extérieur, L'éblouissement ) par ce qu'il est devenu utilisé pour le côté esthétique, ce qui fait plusieurs problèmes influent à la performances des étudiants, la plus importantes : l'absence d'ombres gênantes , non-uniformité de l'éclairage à l'intérieur de salle de classe, et l'éblouissement .... Ce dernier peut devenir direct : provoqué par la présence d'une source lumineuse intense dans le champ de vision, ou indirecte : provient d'une réflexion perturbatrice des sources lumineuses sur des surfaces spéculaires ou brillantes telle que le papier, une table .... (Daniel FAURE.2006) D'autre côté, l'intégration des systèmes de gestion de la lumière naturelle peut réduire l'éblouissement et la gêne visuelle, par contre, ils peuvent affecter le côté esthétique du bâtiment et l'aspect architectural de la fenêtre.

Alors, dans ce cas : est-ce que la fenêtre avec ces caractéristiques (la taille, la forme, la position, l'orientation ...) plus efficace avec ou sans les systèmes de gestion de la lumière naturelle pour améliorer le confort visuel dans les salles de classes ??

### **VIII - 2 Objectif :**

L'objectif de travail vise à éclaircir l'impact de la taille, la forme, la position, l'orientation et le type des fenêtres dans une salle de classe à une école à Djelfa et d'évaluer les performances lumineuses de ces systèmes dans les classes, à l'aide des logiciels de simulation numérique.

### **VIII - 3 Outil :**

#### **RADIANCE 2.0**

Radiance est l'un des outils les plus précis pour simuler la disponibilité de la lumière naturelle selon une date et une heure donnée, utilisé par les architectes et les ingénieurs de prédire l'éclairage, autant au niveau des résultats numériques qu'il fournit qu'au réalisme des images qu'il peut générer.

## Chapitre VII : Approche durabilité et simulation :

### Etude expérimentale de confort visuel

Présentation de cas d'étude :

- Surface : 67.5m<sup>2</sup>
- Hauteur sous plafond : 3.8m
- Hauteur de fenêtre : 1.25
- Surface cumulée des ouvertures : 3.6m<sup>2</sup>
- Type d'éclairage : éclairage latéral
- Orientation des ouvertures : plein sud

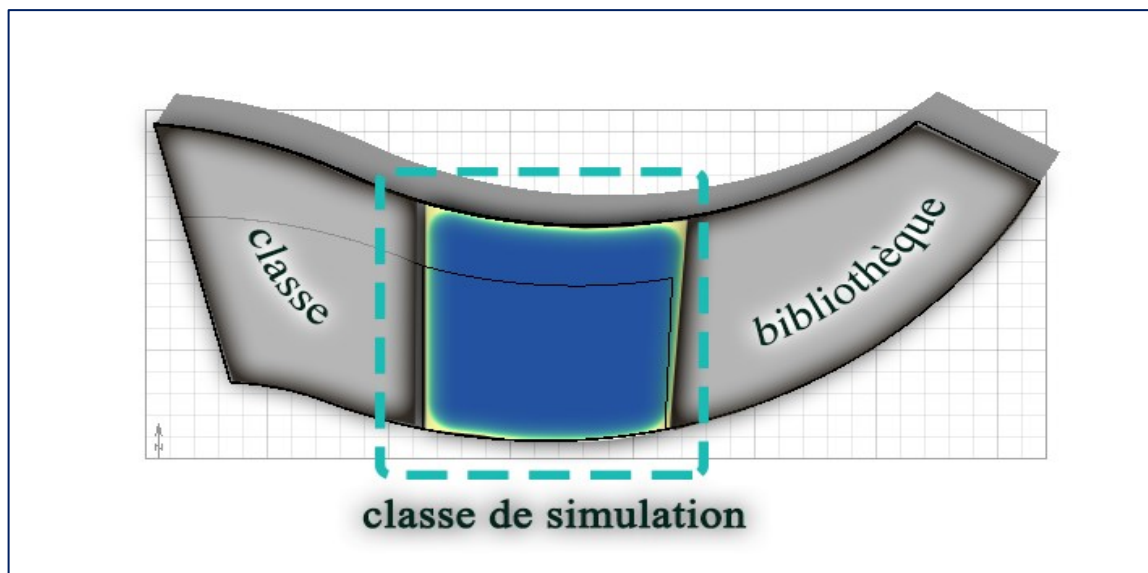
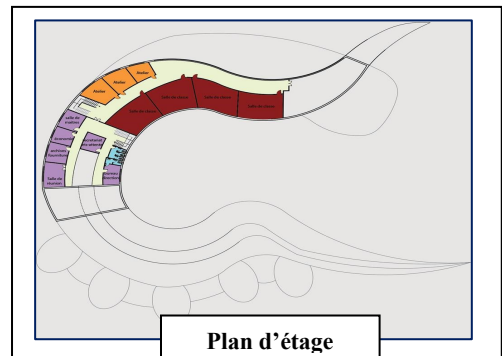
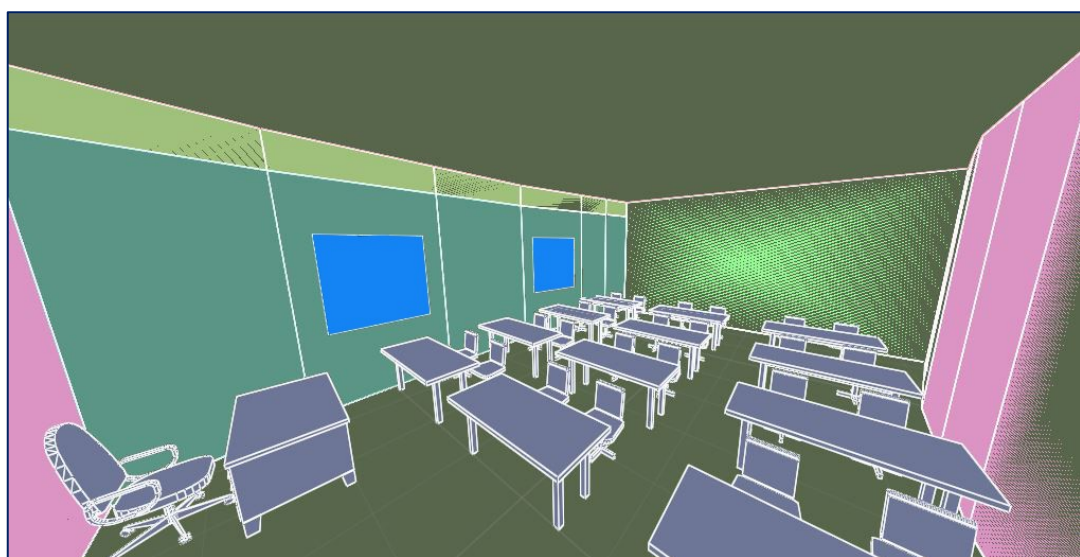


Figure 177: classe de simulation



VIII - 4 Période de simulation :

L'étude d'éclairage naturel se fait à 08h et 14h (les heures des études) pendant deux journées, hiver 21 décembre (la longue journée d'hiver, ciel couvert et ciel dégagé), été 21 Mai (la longue journée d'été).

Modèle simplifié de simulation :

Hiver (21 décembre) :

L'ombre à 8h

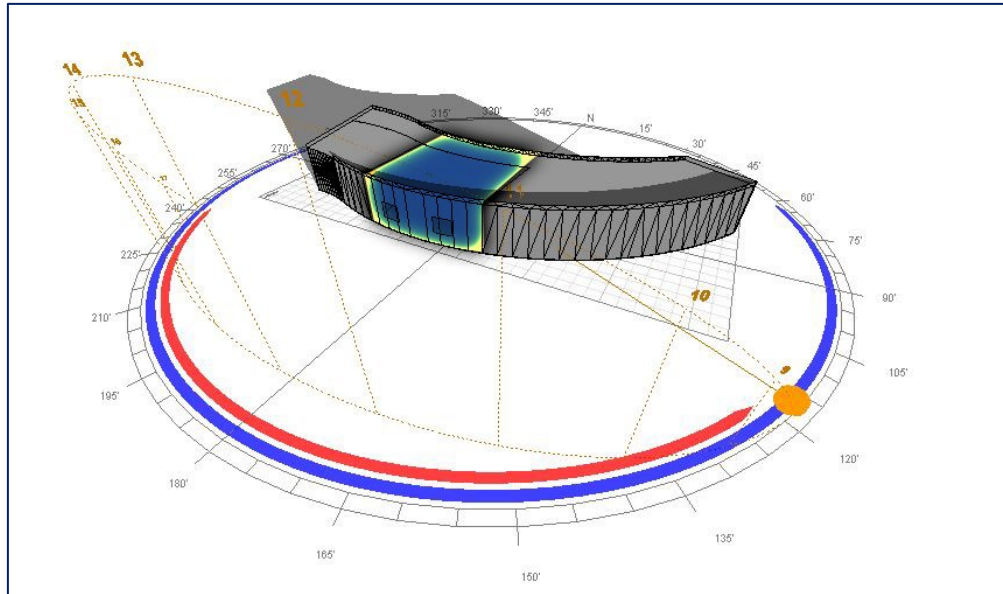


Figure 178: L'ombre à 8h 21 déc

L'ombre à 14h

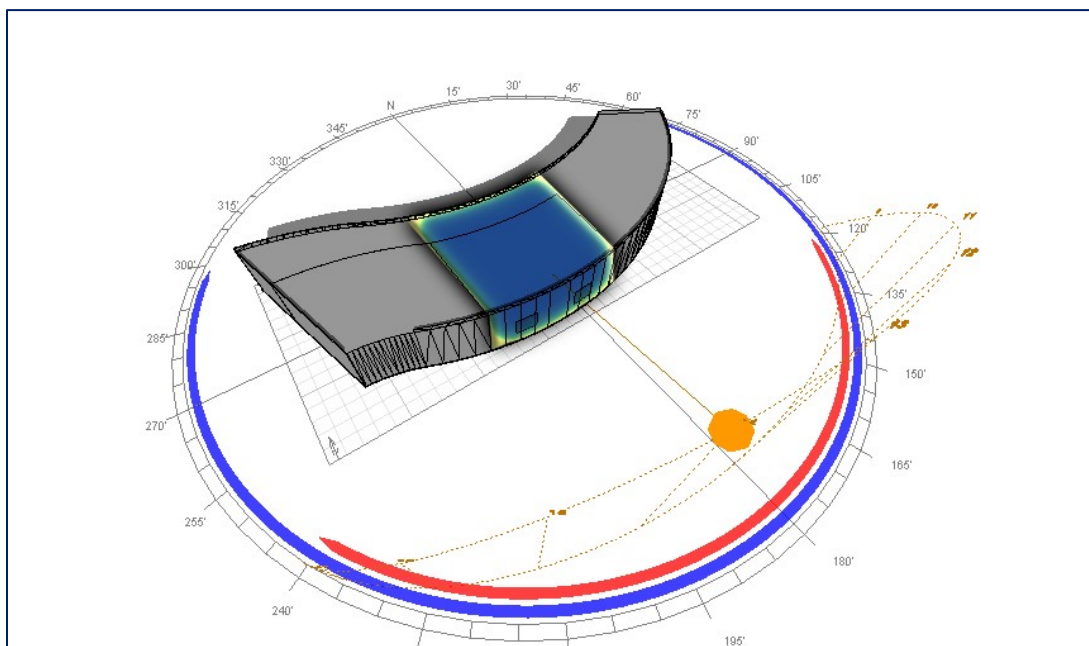
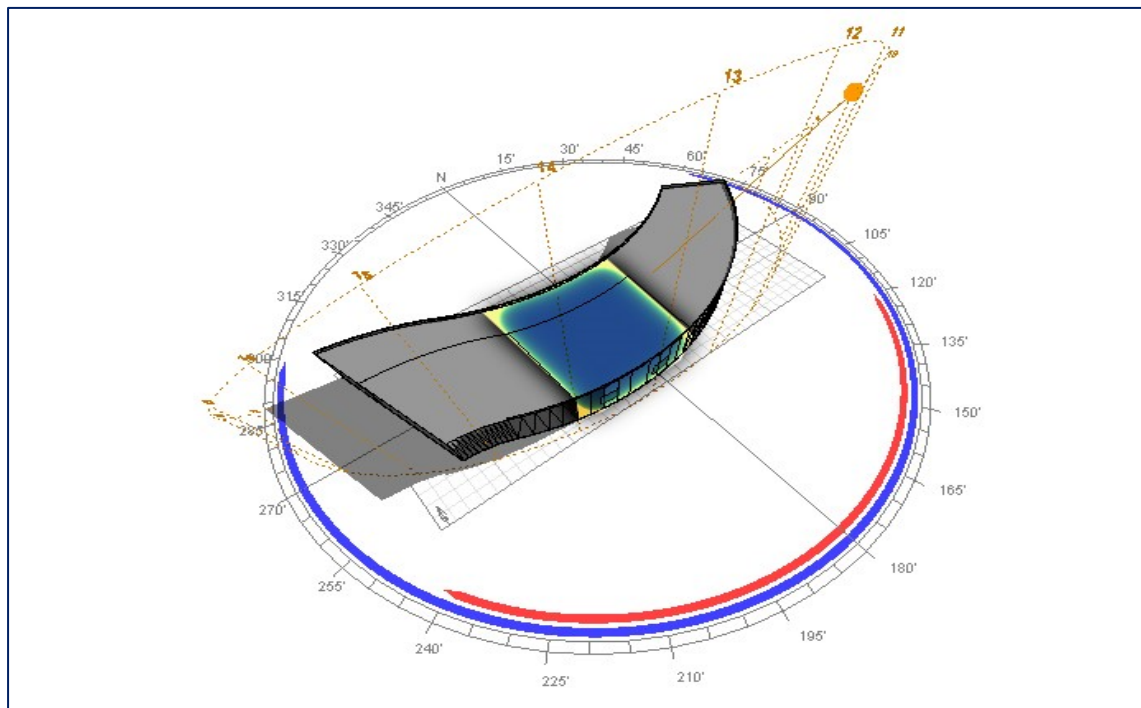


Figure 179 : L'ombre à 14h 21 déc

**Chapitre VII : Approche durabilité et simulation :**

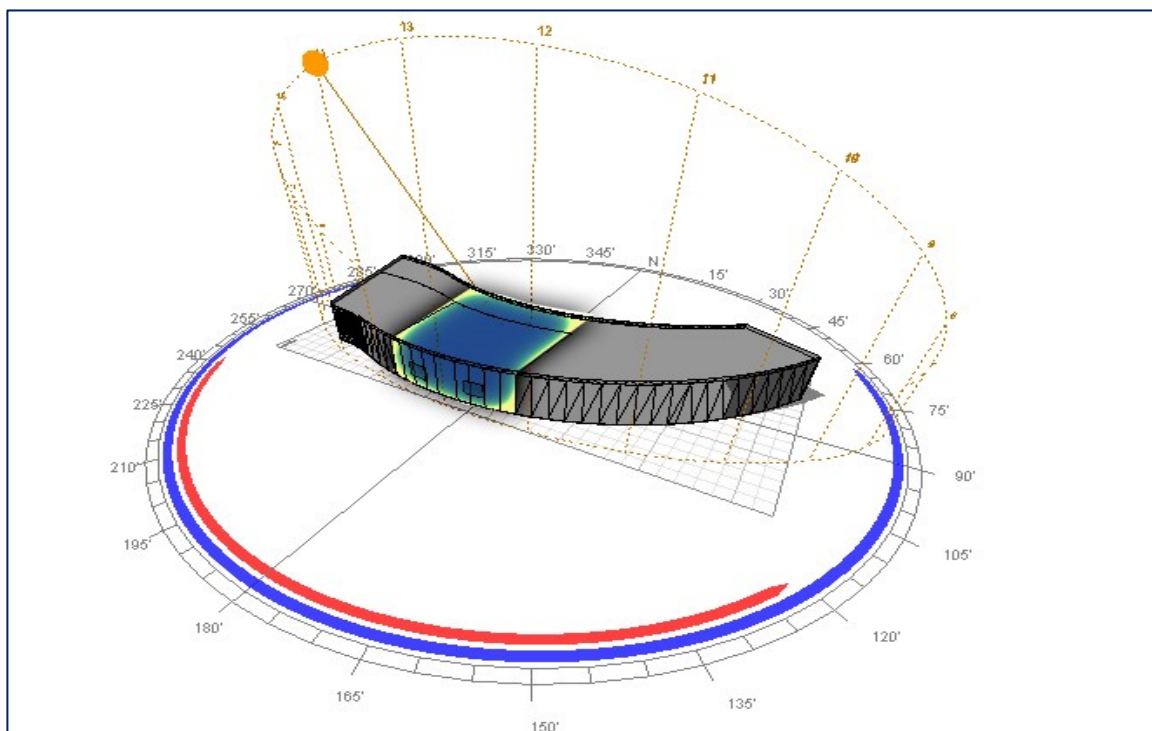
**Eté (21 Mai) :**

L'ombre à 8h



**Figure 180:** L'ombre à 8h mai

L'ombre à 14h



**Figure 181:** L'ombre à 14h mai

Type de bâtiment et espace	Eclaircissement moyen à obtenir en (lux)	Facteur moyen de jour (%)	Facteur minimum de jour (%)	Indice d'uniformité
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bibliothèque</li> <li>Salle de lecture</li> </ul>	500	6	1.5	0.8

Tableau 11: normes recommandées

Le cas initial : **HIVER**

A 8 heure

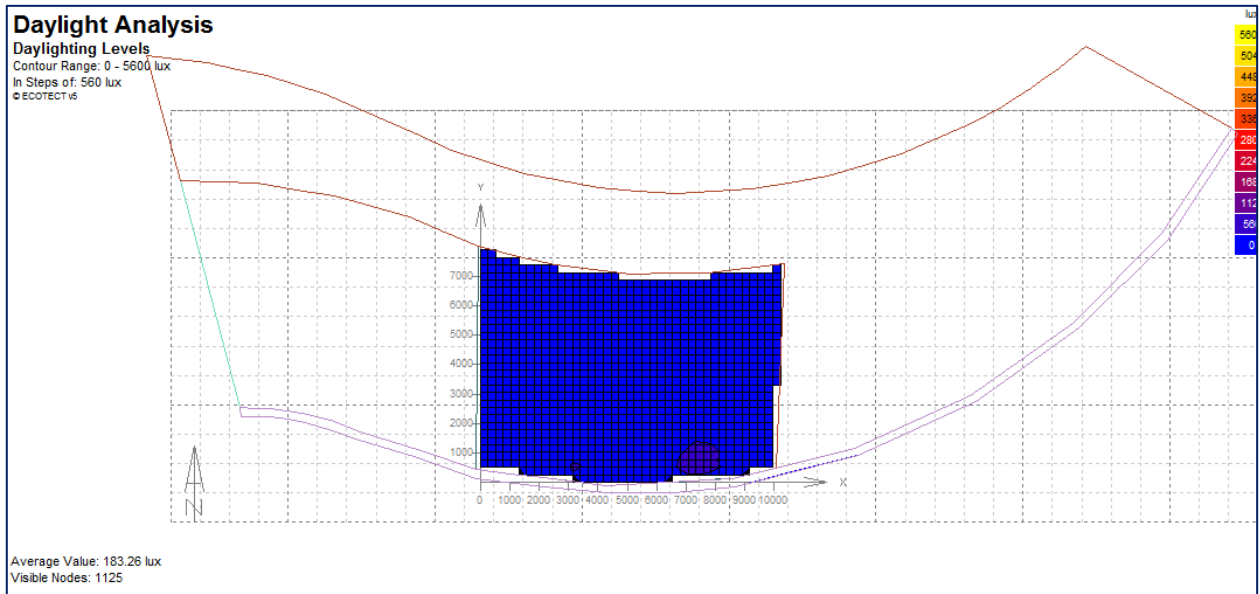


Figure 182: niveau d'éclaircissement

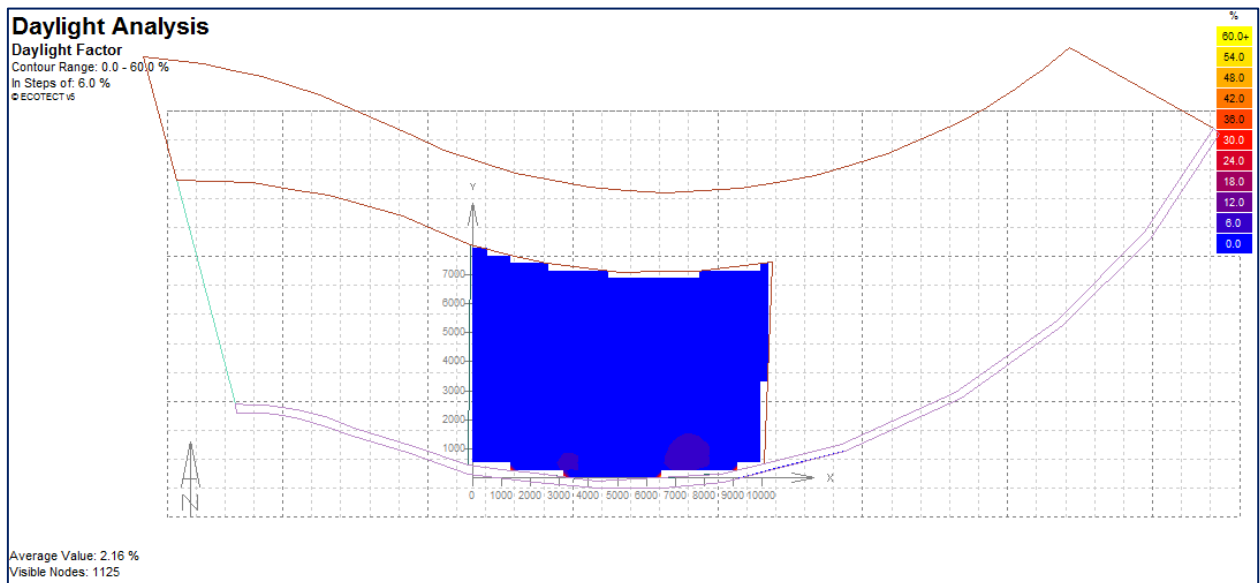
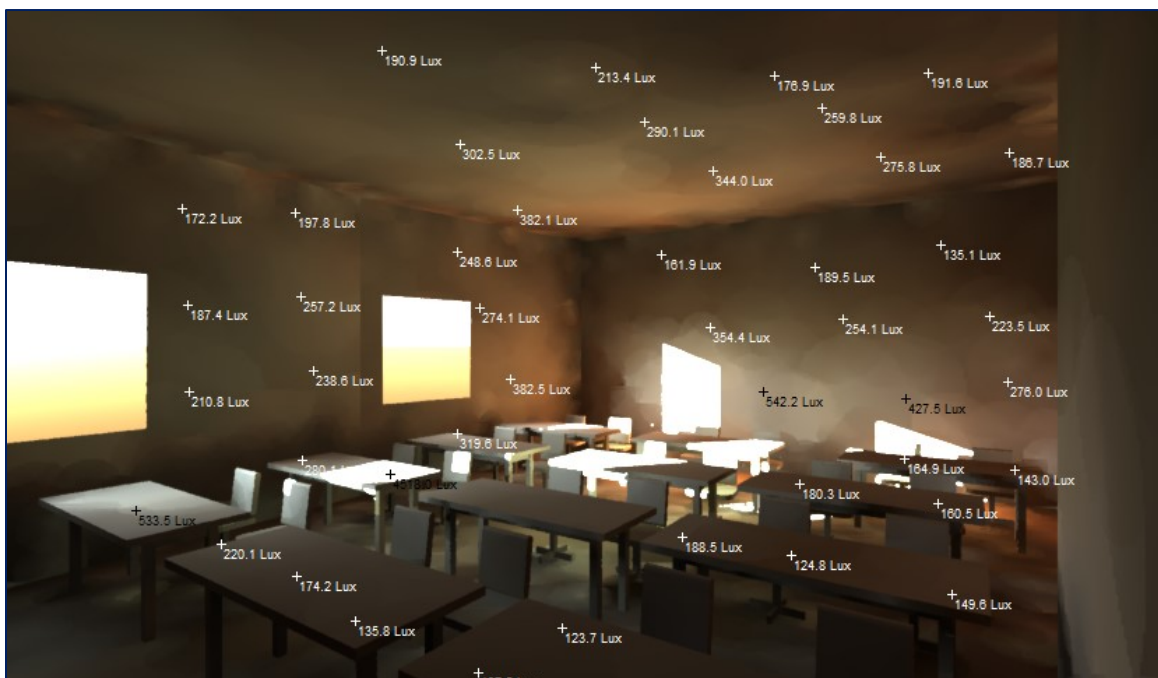


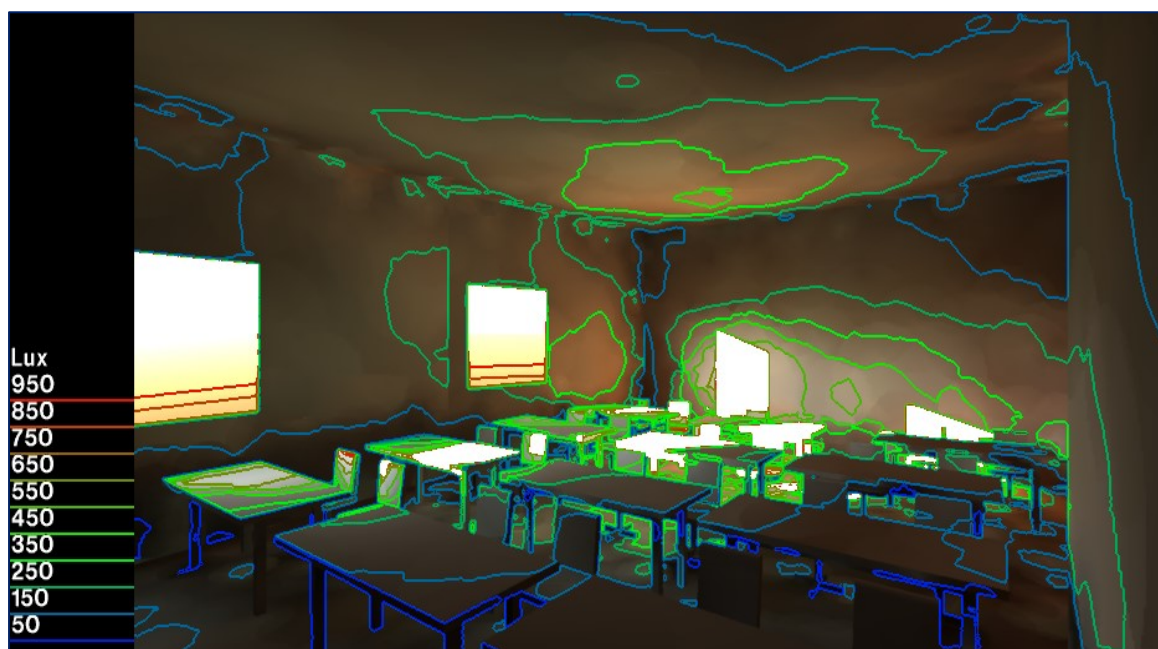
Figure 183: Contour du FLJ

**Chapitre VII : Approche durabilité et simulation :**

Mois/heure			21 décembre / 8H		
Etas de ciel	Eclairage min (Lux)	Eclairage moyen (Lux)	Eclairage max (Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité
Couvert	11.7	135.75	412.3	2.16	0.08
Dégagé	123.7	328.6	533.5		0.37



**Figure 184:** Mesure de niveau d'éclairage à ciel dégagé



**Figure 185:** courbe iso à ciel dégagé

Commentaire :

Après l'évaluation numérique à 08 heures en hiver, nous avons remarqué que l'éclairage minimal est très faible dans le cas du ciel couvert **11.7 lux**, Quant à la valeur de FLJ, le résultat était **2.06%**. L'indice d'uniformité **0.37** indique une répartition non uniforme dans le cas où le ciel est dégagé, Ce qui affectera le champ visuel.

A 14heure :

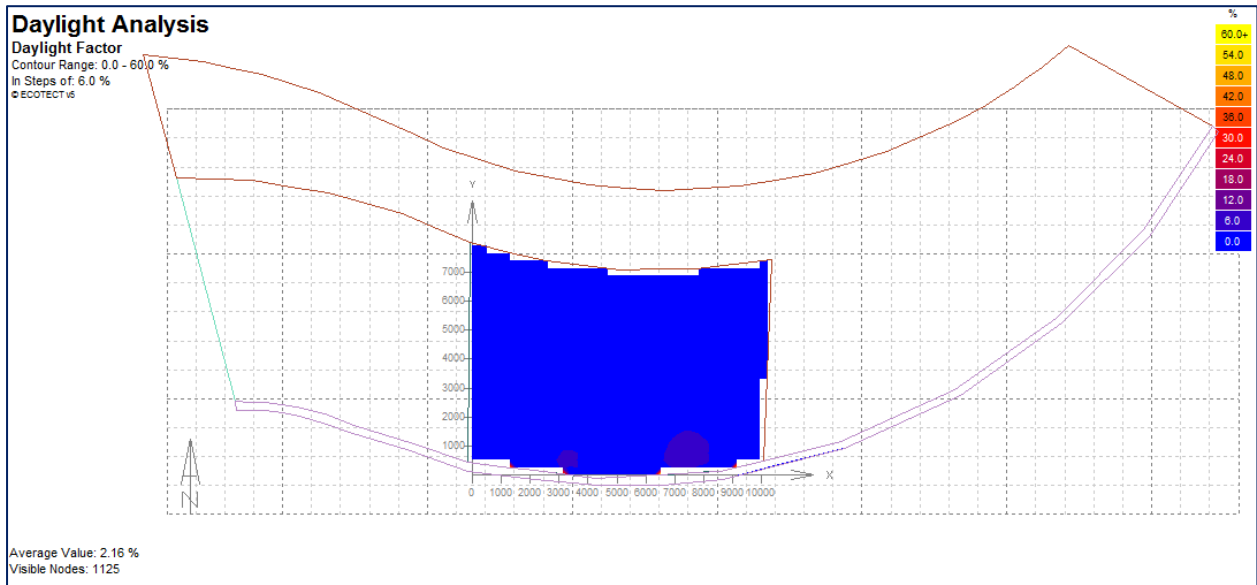


Figure 187: Contour du FLJ

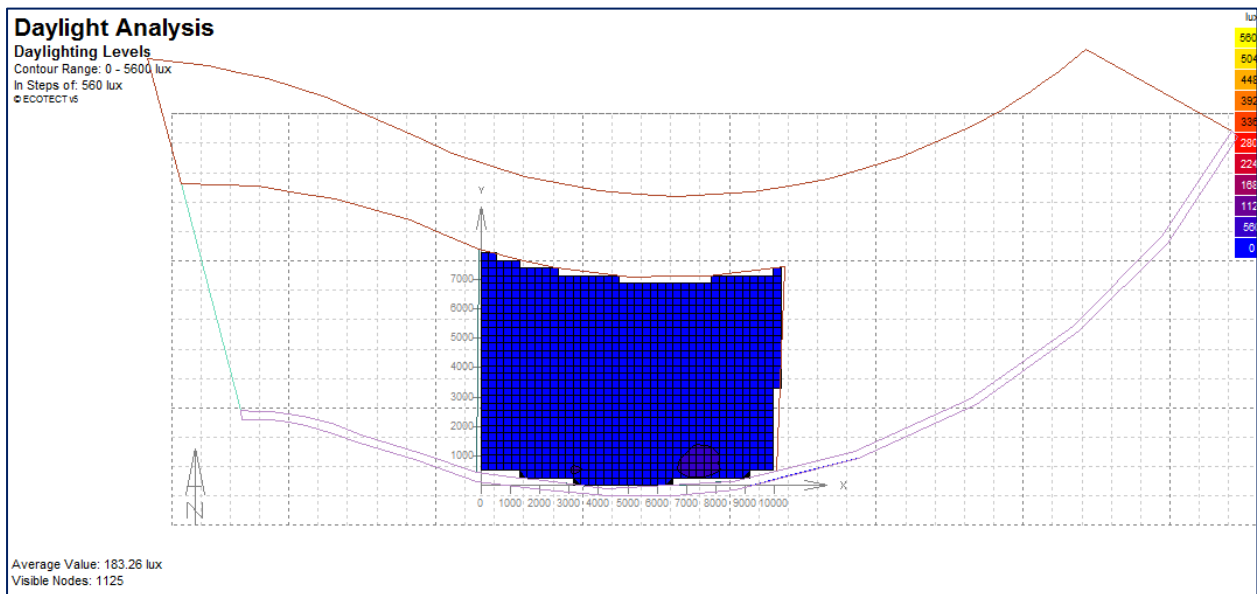


Figure 186: niveau d'éclairage

## Chapitre VII : Approche durabilité et simulation :

Mois/heure			21 décembre / 14H			
Etas ciel	de	Eclairage min (Lux)	Eclairage moyen (Lux)	Eclairage max(Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité
Couvert		<b>32.4</b>	<b>422.65</b>	<b>812.9</b>	<b>2.16</b>	<b>0.07</b>
Dégagé		<b>293.9</b>	<b>9364.4</b>	<b>18434.9</b>		<b>.003</b>

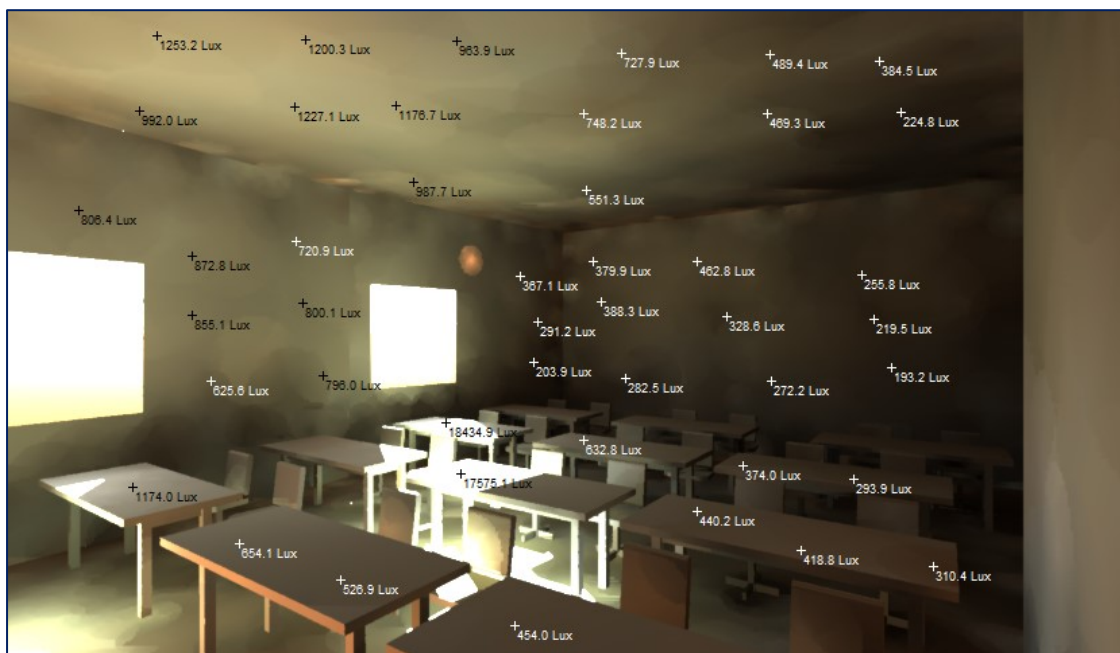


Figure 188: Mesure de niveau d'éclairage à ciel dégagé

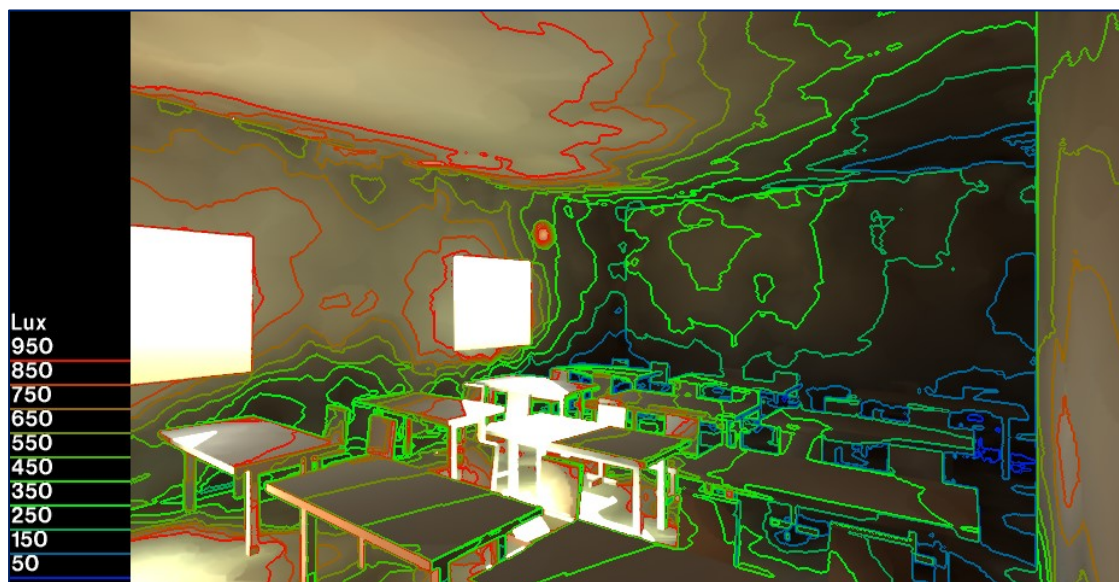


Figure 189: courbe iso à ciel couvert

**Commentaire :**

Sous les conditions du ciel dégagé avec l'altitude basse du soleil, en remarque la pénétration des rayons solaires, et par conséquent des taches solaires sur le lieu de travail (les tables). La valeur de l'indice d'uniformité est 0.07 et 0.03 dans le ciel couvert et dégagé, les deux indiquent une répartition d'éclairage non uniforme.

**Le cas initial : ETE**

**A 8 heure :**

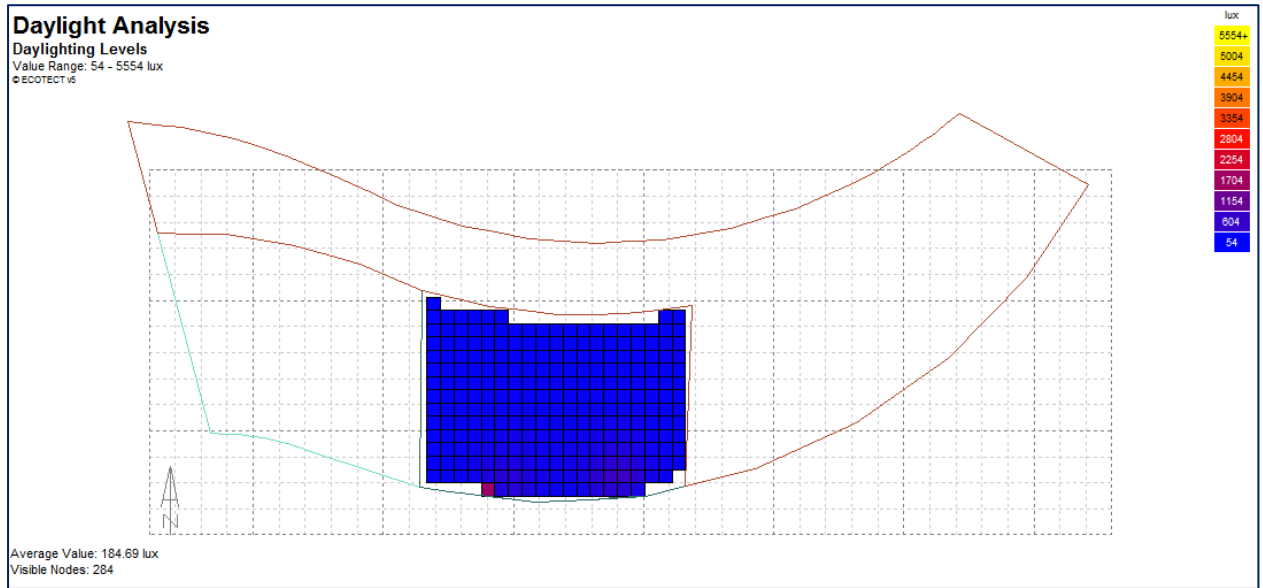


Figure 191: Niveau d'éclairément

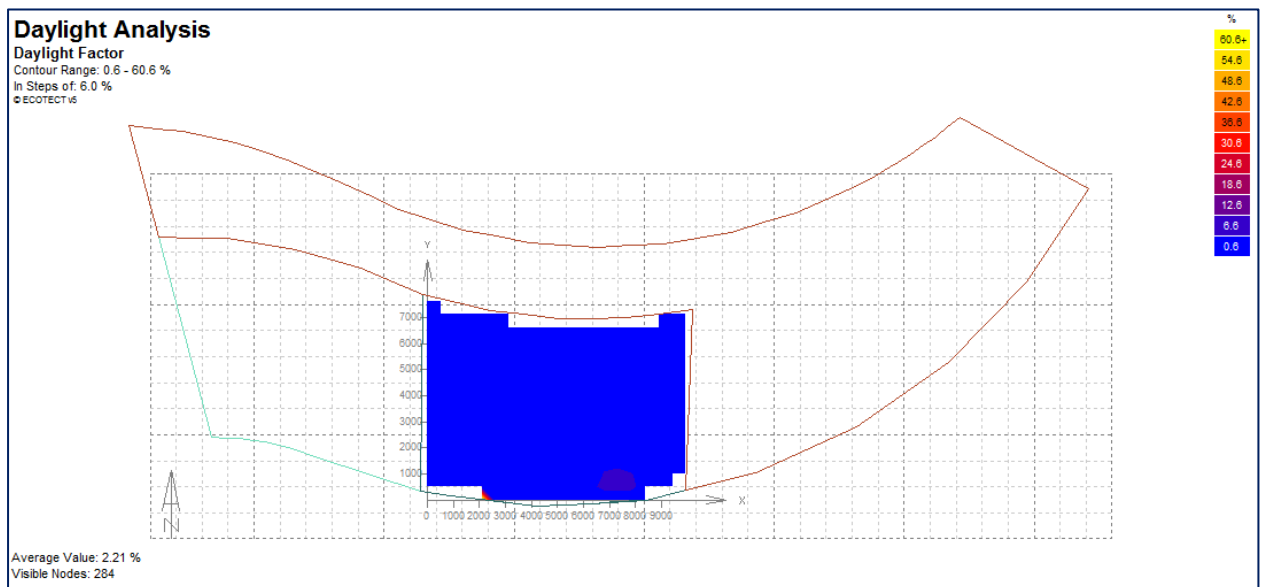


Figure 190: Contour du FLJ

## Chapitre VII : Approche durabilité et simulation :

Mois/heure			21 Mai/ 08H			
Étas ciel	de	Eclairage min (Lux)	Eclairage moyen (Lux)	Eclairage max(Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité
Dégagé		<b>87.5</b>	<b>465.3</b>	<b>843.1</b>	<b>2.21</b>	<b>0.18</b>

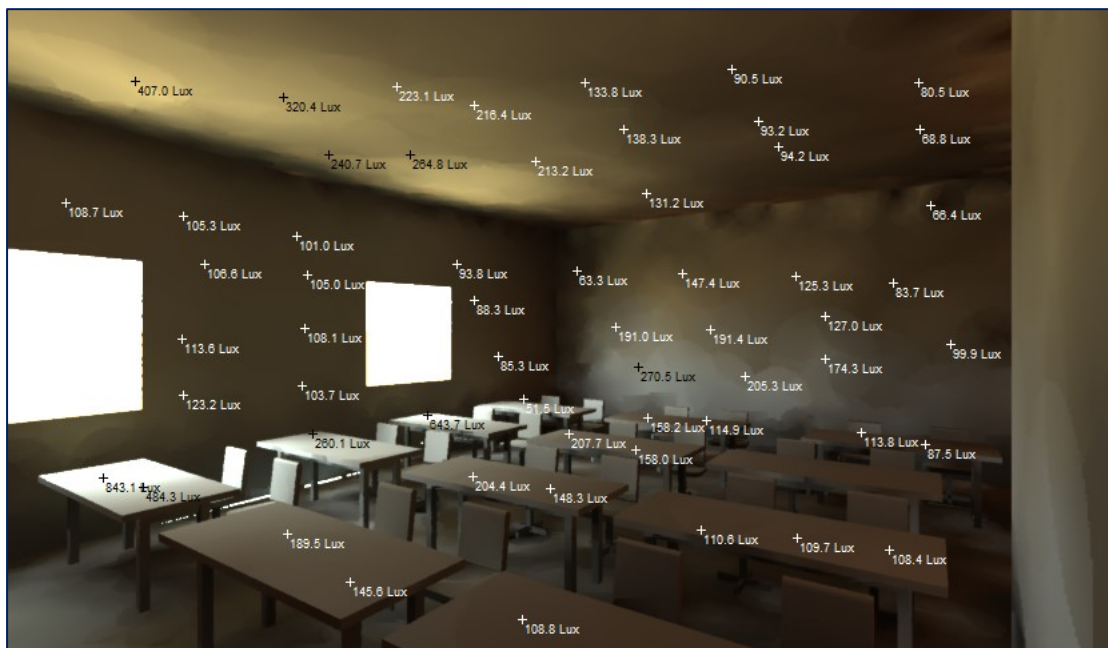


Figure 192: Mesure de niveau d'éclairage à ciel dégagé

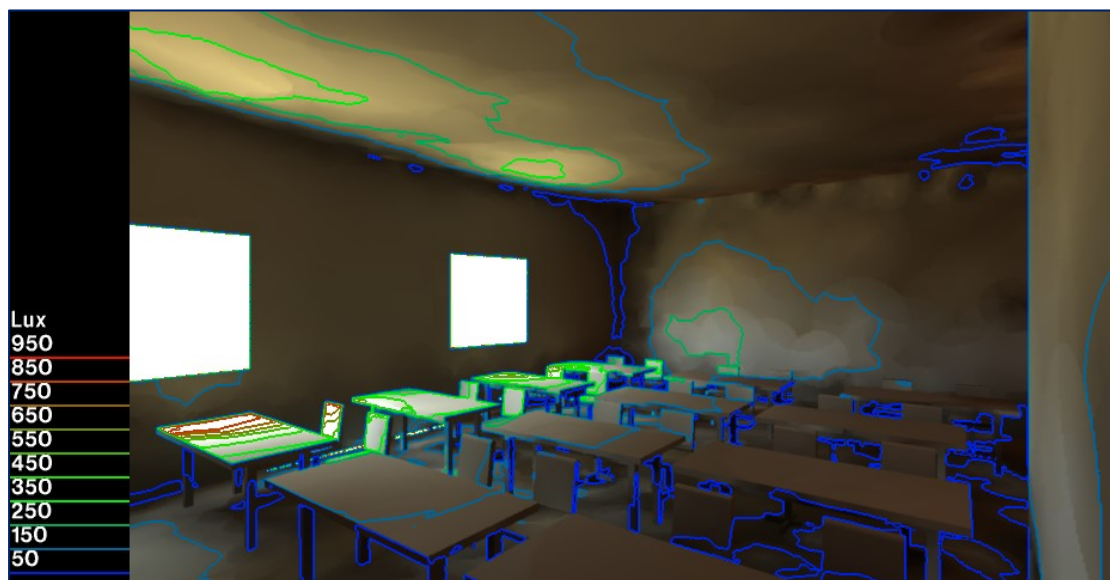


Figure 193: courbe iso à ciel dégagé

## Chapitre VII : Approche durabilité et simulation :

### Commentaire :

A 8h, 21 Mai t et dans ce cas le niveau d'éclairéement intériéur est faible ne pas suffisant pour garantir l'exercice des usagers de l'espace. Et La répartition de la lumière est non uniforme avec indicie d'uniformité = 0.18

A 14 heure :

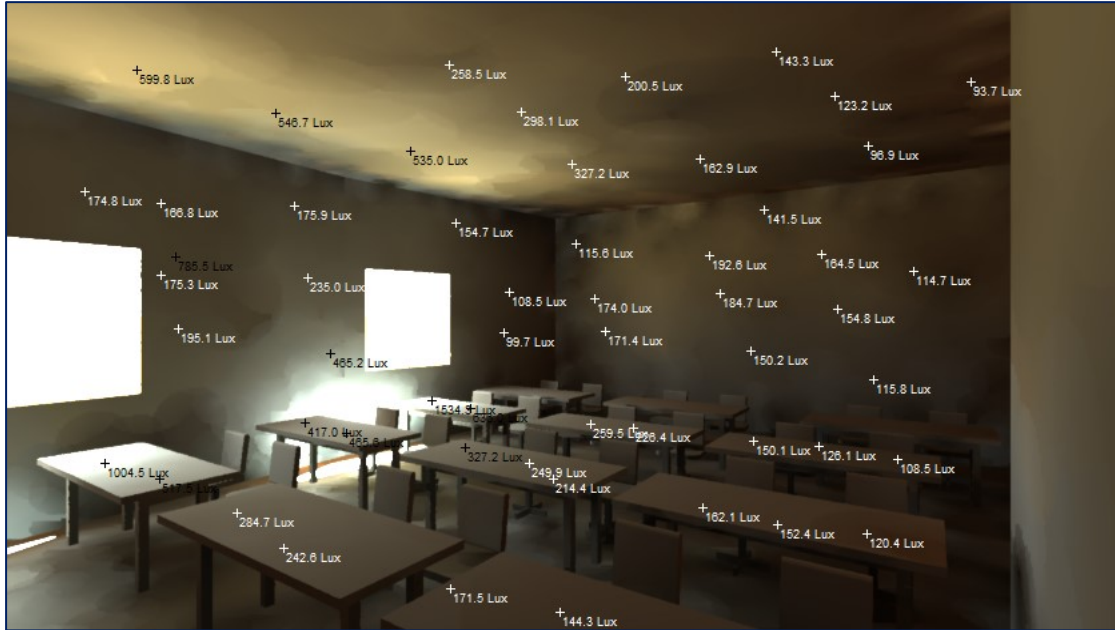


Figure 194: Mesure de niveau d'éclairéement

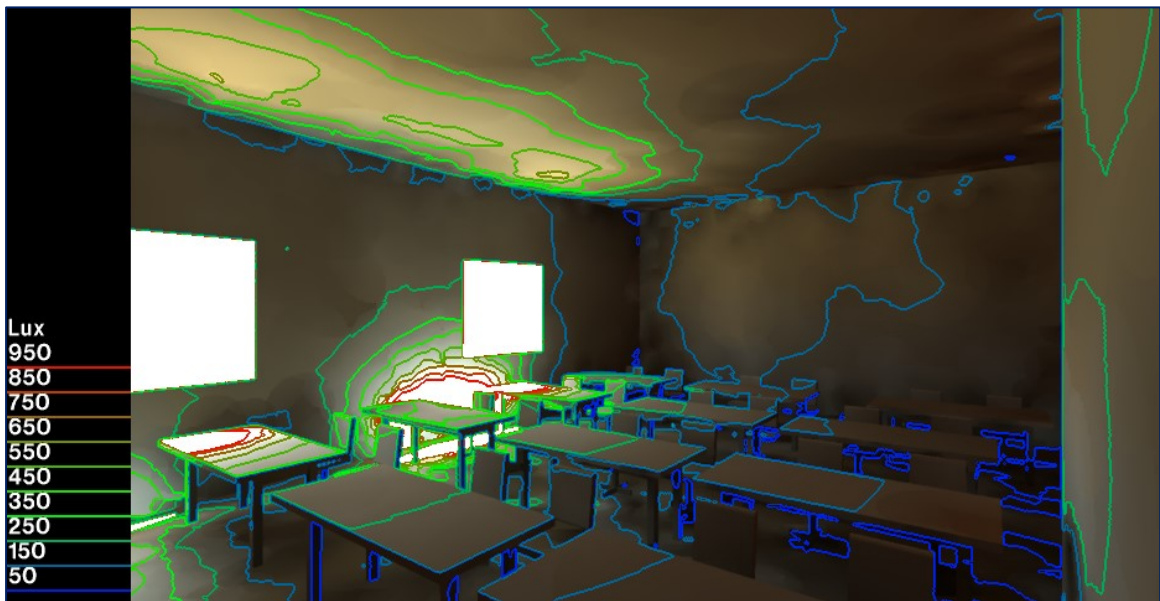


Figure 195: courbe iso à ciel

Mois/heure			21 MAi/ 14H			
Etas de ciel	Eclairéement min (Lux)	Eclairéement moyen (Lux)	Eclairéement max(Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité	
Dégagé	120.4	562.4	1004.5	2.21	0.11	

### Commentaire :

A 15h et dans les mêmes conditions du ciel le niveau d'éclairage resté faible avec valeur min 120.4 lux, donc la visibilité des textes imprimés ou manuscrits est souvent mauvaise (manque de contraste, caractères de petite taille ou illisibles...). L'indice d'uniformité 0.11 à indiquer aussi éclairage non uniforme.

### Cas amélioré :

Après l'évaluation numérique, Les résultats ont montré que l'espace n'est pas confronté aux normes recommandées qui provoqua une sensation d'inconfort visuel.

La correction de confort visuel était au niveau des ouvertures de la classe, et aussi au niveau du mur nord de classe pour améliorer l'éclairage durant les premières heures de la journée

### Les corrections :

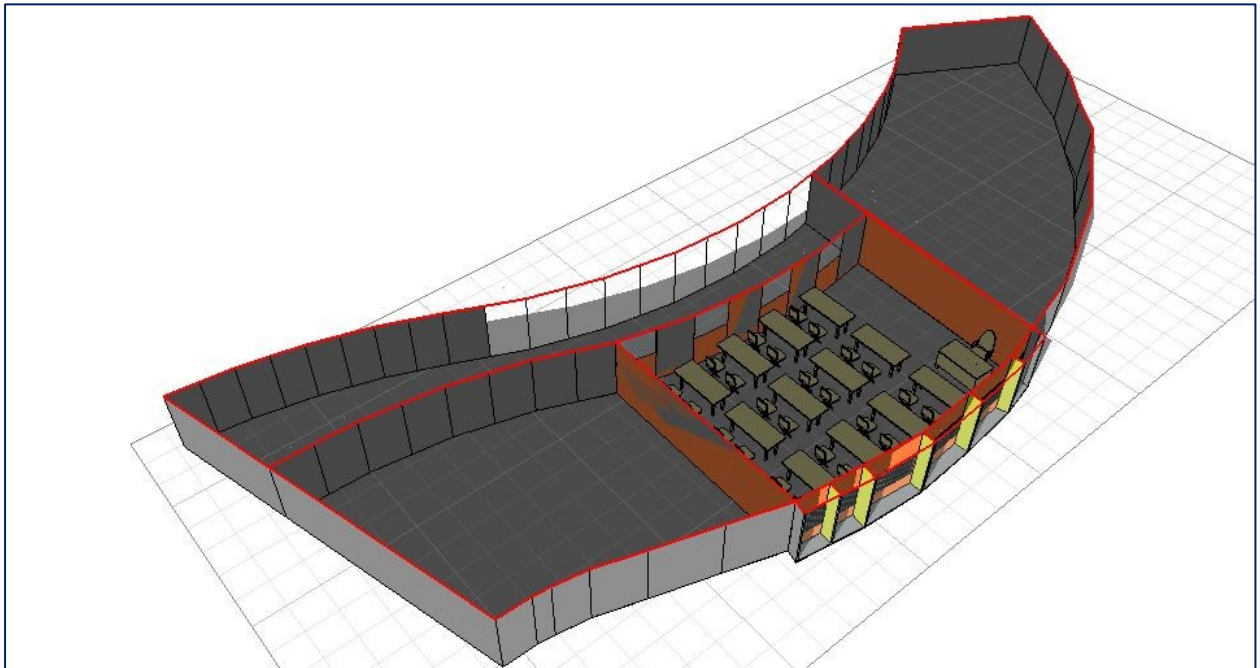


Figure 196: aménagement de la classe

### Côté sud

- Prévoir des grandes fenêtres dans la partie haute du mur pour améliorer l'éclairage.
- Prévoir des fenêtres avec des prises soleil vertical jeu le rôle du light shelves pour minimiser les taches solaires sur le lieu du travail
- L'utilisation des brises soleil horizontale pour éviter les rayons solaires directs dans le cas le soleil a une altitude haute (été).

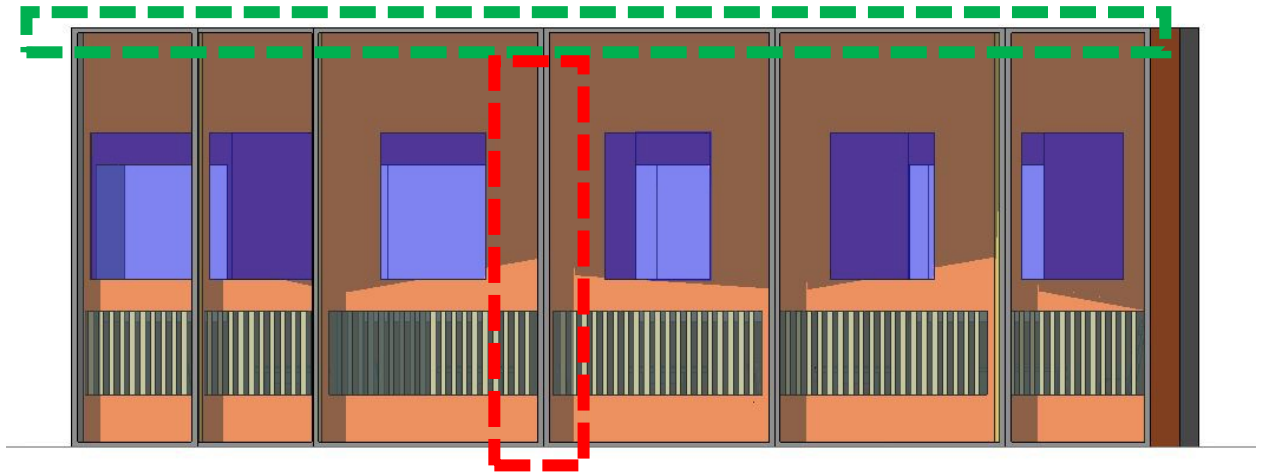




Figure 197: façade de la classe

-  Brise soleil horizontale
-  Brise soleil vertical avec light shelves

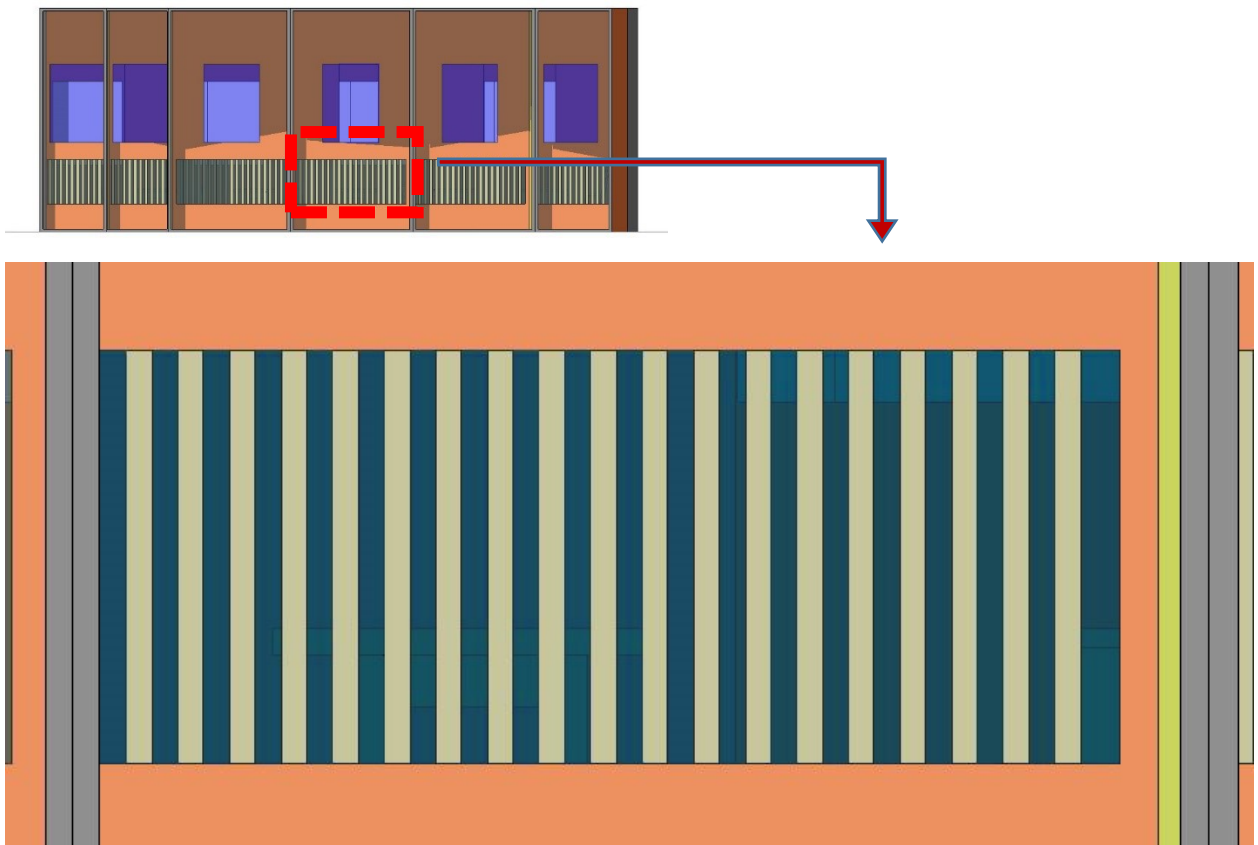


Figure 198: brise soleil vertical avec light shelves

Figure 199: niveau d'éclairage (lux) Figure 200: brise soleil vertical avec light shelves

Light-shelves au niveau des tables permettre la pénétration des rayons solaire sans affecterai le niveau de l'éclairage pour éviter les taches solaires sur le lieu de travail

Côté nord

## Chapitre VII : Approche durabilité et simulation :

Prévoir des fenêtres dans le mur du couloir pour bénéficier des rayons solaires dans les premières heures du jour

**Le cas amélioré : HIVER**

**21 décembre 8H :**

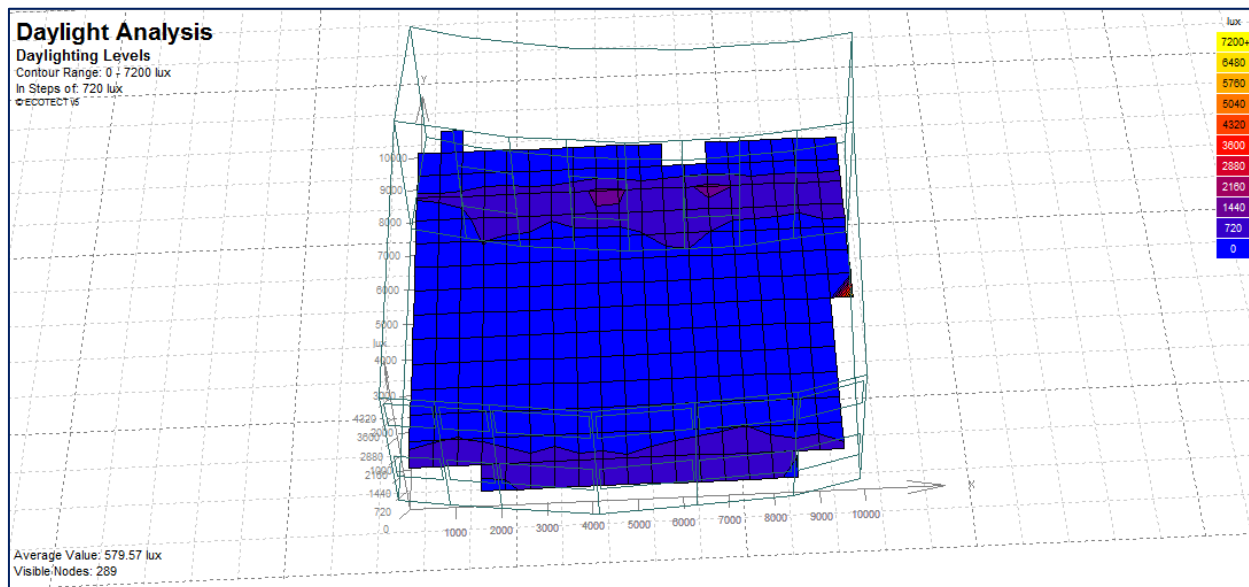


Figure 201: niveau d'éclairage (lux)

Figure 202: Contour du FLJ Figure 203: niveau d'éclairage (lux)

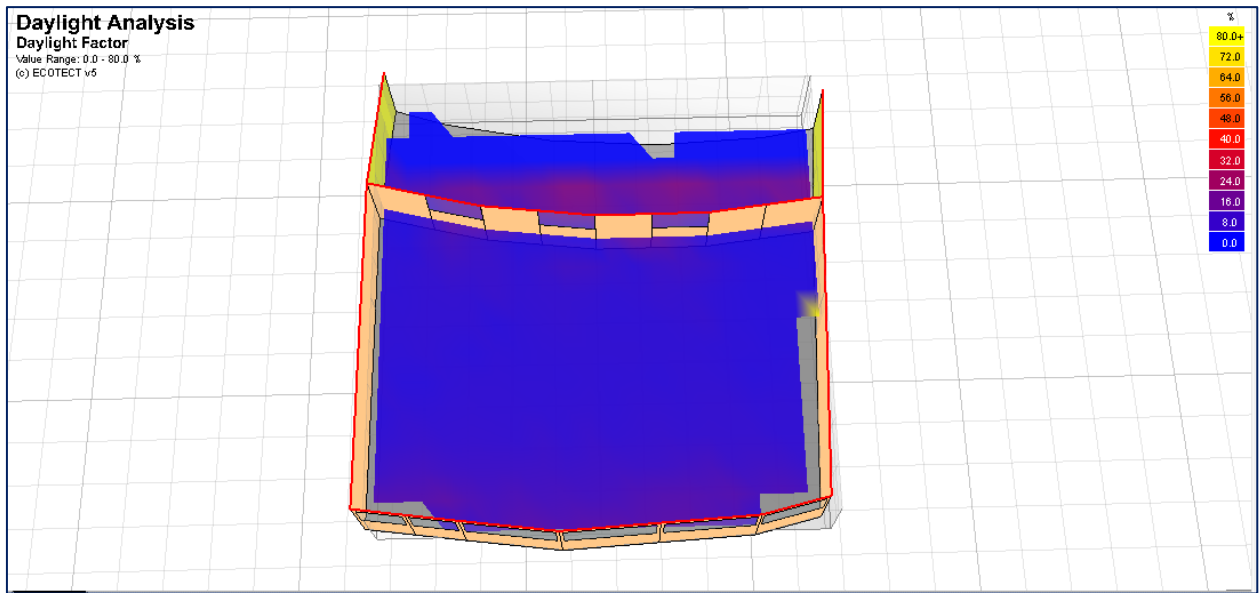


Figure 204: Contour du FLJ

Figure 205: courbe iso à ciel dégagé Figure 206: Contour du FLJ

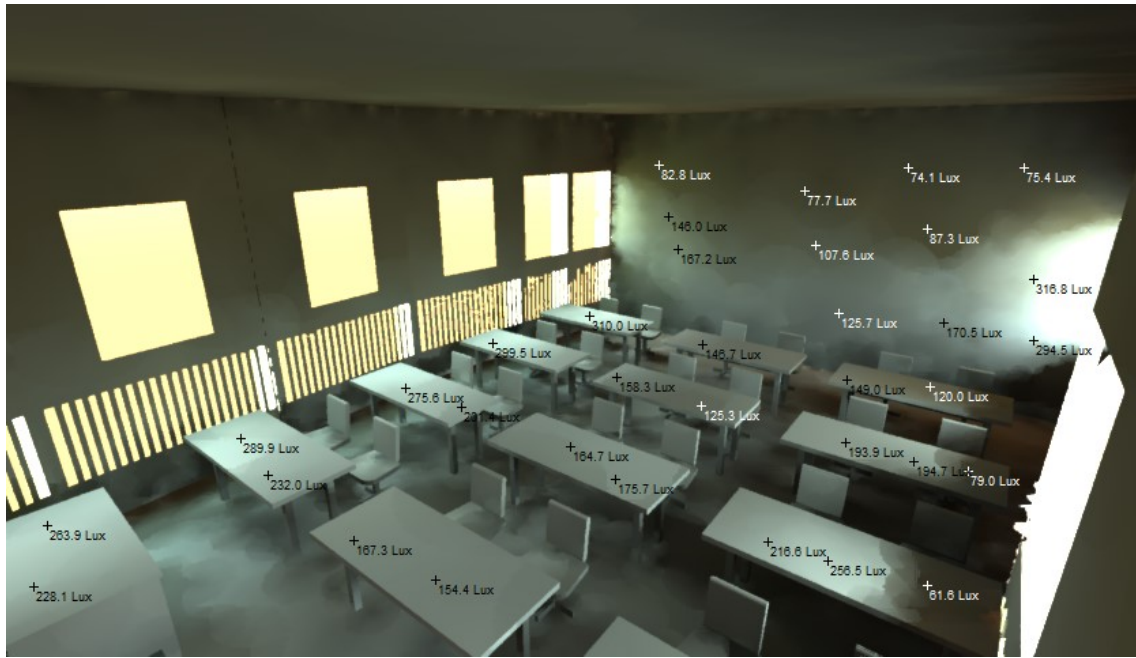


Figure 210: Mesure de niveau d'éclairément à ciel dégagé

Figure 211: Mesure de niveau d'éclairément à ciel dégagé Figure 212: Mesure de niveau d'éclairément à ciel dégagé

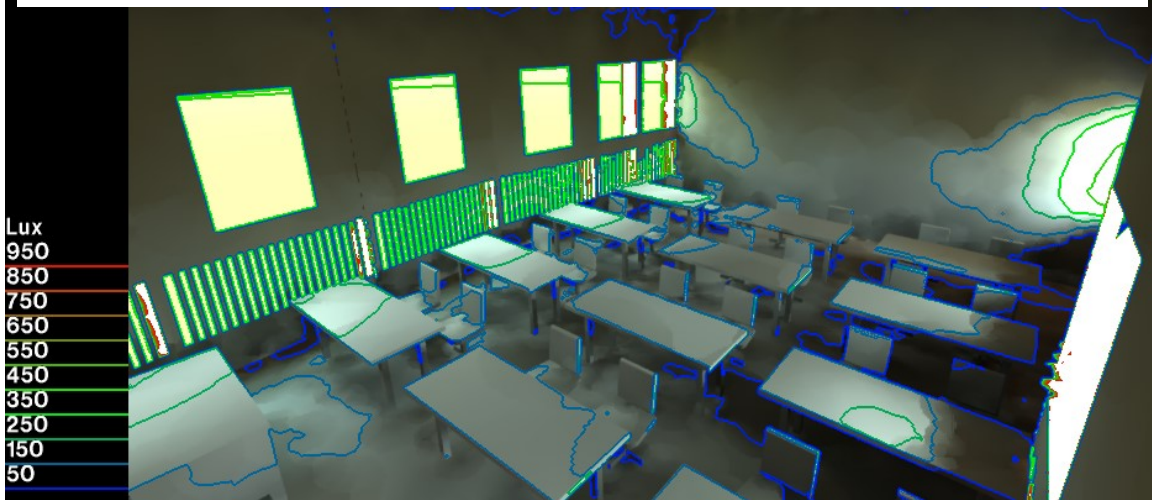


Figure 207: courbe iso à ciel dégagé

Figure 208: Mesure de niveau d'éclairément à ciel dégagé Figure 209: courbe iso à ciel dégagé

Etas de ciel	Mois/heure		21 décembre / 08H			
	Eclairément (Lux)	min	Eclairément moyen (Lux)	Eclairément max(Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité
Couvert	154.4		234.05	313.7	6.93	0.65
Dégagé	267.3		342.65	416.8		0.78

**Commentaire :**

Le changement du dimensionnement Contribué à l'augmentation d'Indice d'uniformité qui indique une bonne répartition de la lumière, mais, il reste l'éclairage insuffisant dans le cas de ciel couvert.

Dans ce cas le recours à l'utilisation de l'éclairage artificiel est indispensable

**14 heure :**



**Figure 213:** Mesure de niveau d'éclairément à ciel dégagé

**Figure 214:** courbe iso à ciel dégagé **Figure 215:** Mesure de niveau d'éclairément à ciel dégagé

Mois/heure			21 décembre / 14H		
États de ciel	Eclairage min (Lux)	Eclairage moyen (Lux)	Eclairage max(Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité
Couvert	120.4	215.65	310.9	6.93	0.55
Dégagé	269.6	1527.95	2786.3		0.17

Dans ce cas en remarque qu'à causes de l'altitude basse du soleil en hiver il y a des taches solaires sur les tables donc en peut utiliser des stores pour améliorer l'indice d'uniformité

### Cas amélioré ETE

8 heure:

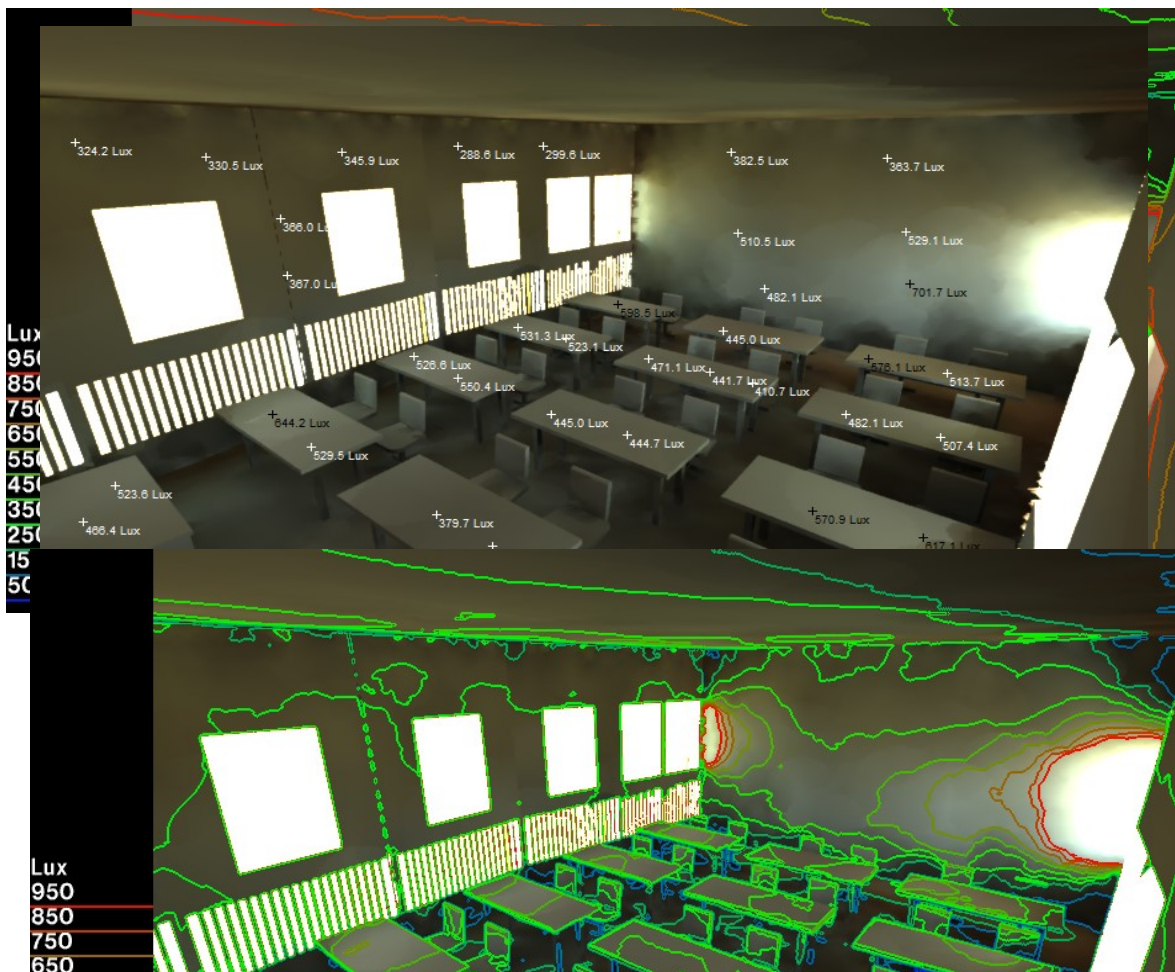


Figure 219: courbe iso à ciel dégagé

Figure 220: Mesure de niveau d'éclairage Figure 221: courbe iso à ciel dégagé

## Chapitre VII : Approche durabilité et simulation :

Mois/heure			21 MAi / 08H		
Etas de ciel	Eclaircement min (Lux)	Eclaircement moyen (Lux)	Eclaircement max(Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité
Dégagé	420.6	532.4	644.2	6.93	0.79

Dans ce et avec l'altitude haute de soleil la simulation est avec des bons résultats pour l'éclaircement, factor de lumière de jour et l'indice d'uniformité. Qui indique une bonne répartition de lumière dans le lieu de travail

14heur :

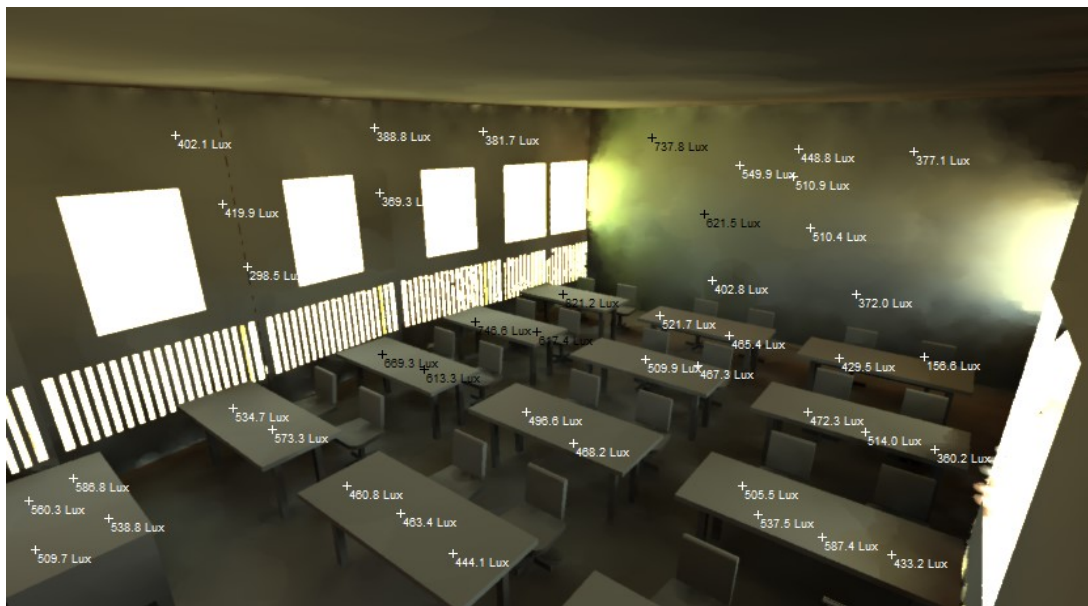


Figure 225: Mesure de niveau d'éclaircement

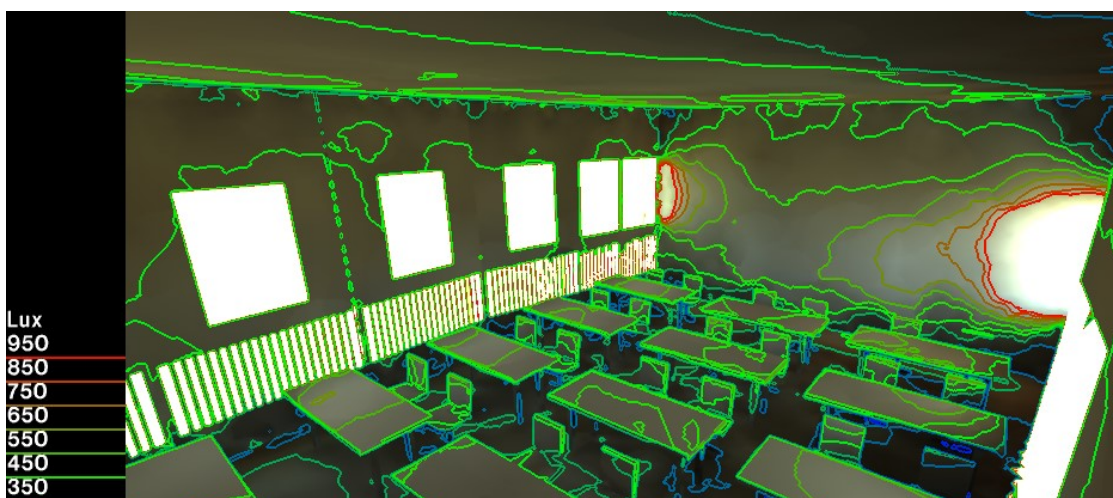


Figure 228: courbe iso à ciel dégagé

Figure 229: vue extérieur école maternelle Figure 230: courbe iso à ciel dégagé

## Chapitre VII : Approche durabilité et simulation :

Mois/heure		21 MAi / 08H				
Etas de ciel	Eclairment min (Lux)	Eclairment moyen (Lux)	Eclairment max(Lux)	FLJ moyen (%)	Indice d'uniformité	
Dégagé	<b>466.8</b>	<b>532.7</b>	<b>598.6</b>	<b>6.93</b>	<b>0.87</b>	

Sous la même condition du ciel dégagé nous remarquons que le dimensionnement des protections solaires atteint un très bon résultat, soit avec l'éclairment **532.7**lux ou bien l'indice d'uniformité 0,87. Et un FLJ= **6.35**, Ce qu'il fournit le confort visuel a l'utilisateur

## Conclusion générale :

Dans ce modeste travail nous avons essayé de concevoir une école élémentaire et maternelle durable dans la ville de Djelfa en suivant une méthode de conception environnementale. En premier lieu, la recherche bibliographique nous a permis de comprendre notre thématique : l'éducation, l'impact de l'école sur l'enfant ...etc. et l'architecture durable et ses principes. Complétée par une analyse des projets similaires à la nôtre afin de tirer le programme et les techniques de construction utilisés et systèmes liés à la durabilité ainsi de comprendre les aspects architecturaux et fonctionnels.

Afin d'intégrer l'école dans son contexte urbain selon les considérations urbanistiques et les contraintes climatiques de la ville de Djelfa nous avons procédé à l'analyse de la ville et de site d'intervention.

Après l'élaboration de programme quantitatif et qualitatif de l'école nous avons procédé à la projection qui s'est déroulée suivant des étapes en figuration avec le site, la diversité des activités et les exigences fonctionnelles ainsi que les principes environnementaux

Enfin après la conception et le choix des matériaux et des techniques de construction utilisés nous avons vérifiés le confort thermique et visuel sous forme de travail individuel à travers les opérations de simulation numérique en utilisant un logiciel spécialisé.

De cet humble travail, nous concluons que la dimension environnementale garantit la satisfaction de différents besoins du confort approprié et au bien-être des occupants.

Il faut en tenir compte ce dernière dès les premières phases de processus de conception afin d'obtenir un œuvre architectural réussi sur le plan urbain, énergétique et environnemental.

## **BIBLIOGRAPHIE :**

### **Ouvrage :**

- Livre concevoir et construire une école primaire (Relié : 368 pages. Éditeur : Le Moniteur (20 novembre 2013). Collection : Concevoir et construire. Langue : Français)
- Livre jardin d'enfants (Relié : 300 pages. Editeur : Links ; Édition : 1 (8 décembre 2011). Langue : français. ISBN-10 : 8492796472. ISBN-13 : 978-8492796472)
- Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. Editeur, observatoire des énergies renouvelables 146, rue de l'Université (décembre 2005), 75007paris
- Jean-Yves, Charbonneau Guide de Confort thermique à l'intérieur d'un établissement, Direction de la prévention-inspection. Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004 ISBN 2-550-42992-3
- Les 100 mots de la construction durable
- Dictionnaire Larousse 2005
- Livre de bâtiments éducatifs, Mohammed Madjid Abass khalossi, Sulaiman Abdellah Al kharaji, 1ere Edition 2005
- Construction de Haute Qualité Environnementale, Institut d'Aménagement et d'Urbanisme
- Abdul Aziz bin Saad Al Muqrin, Les bâtiments scolaires et leur degré d'accomplissement pour des raisons de sécurité personnelle Journal scientifique de l'Université El-Malik Faysal p :105

### **Organismes :**

Syndicat de l'éclairage.2004,

### **Site d'internet :**

- Google Earth
- Station météorologique de la ville de Djelfa
- folsomlakemontessori.com.
- www.construction21.org
- www.batirama.com
- www.pinterset.com
- www.slideshire.net
- www.elwassat.com
- Wikipédia
- www.mem-algeria.org
- Station météorologique de la ville de Djelfa
- meteoblue.com
- https://paroledemamans.com

### **Rapports de recherches, de thèse :**

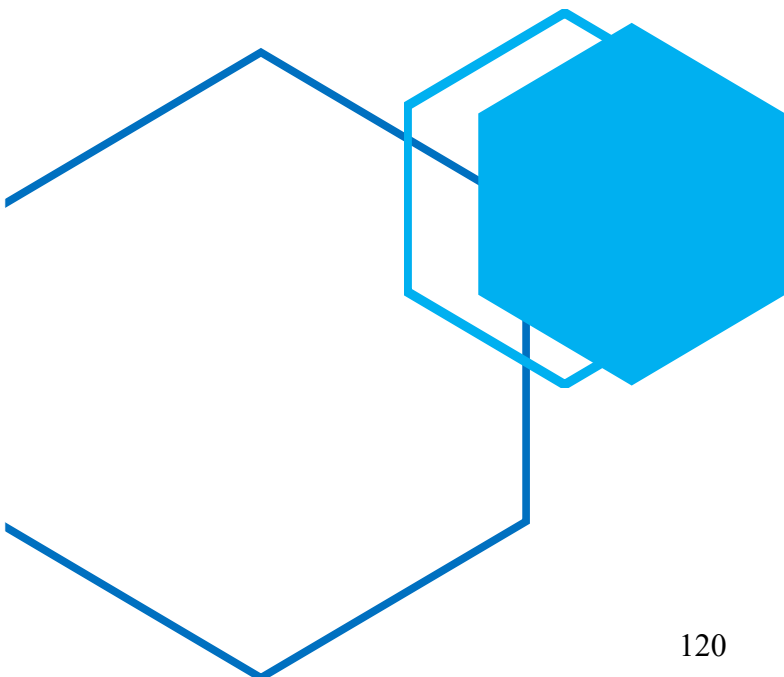
- L'impact de la flexibilité architecture sur la qualité d'apprentissage pédagogique (cas des écoles primaires

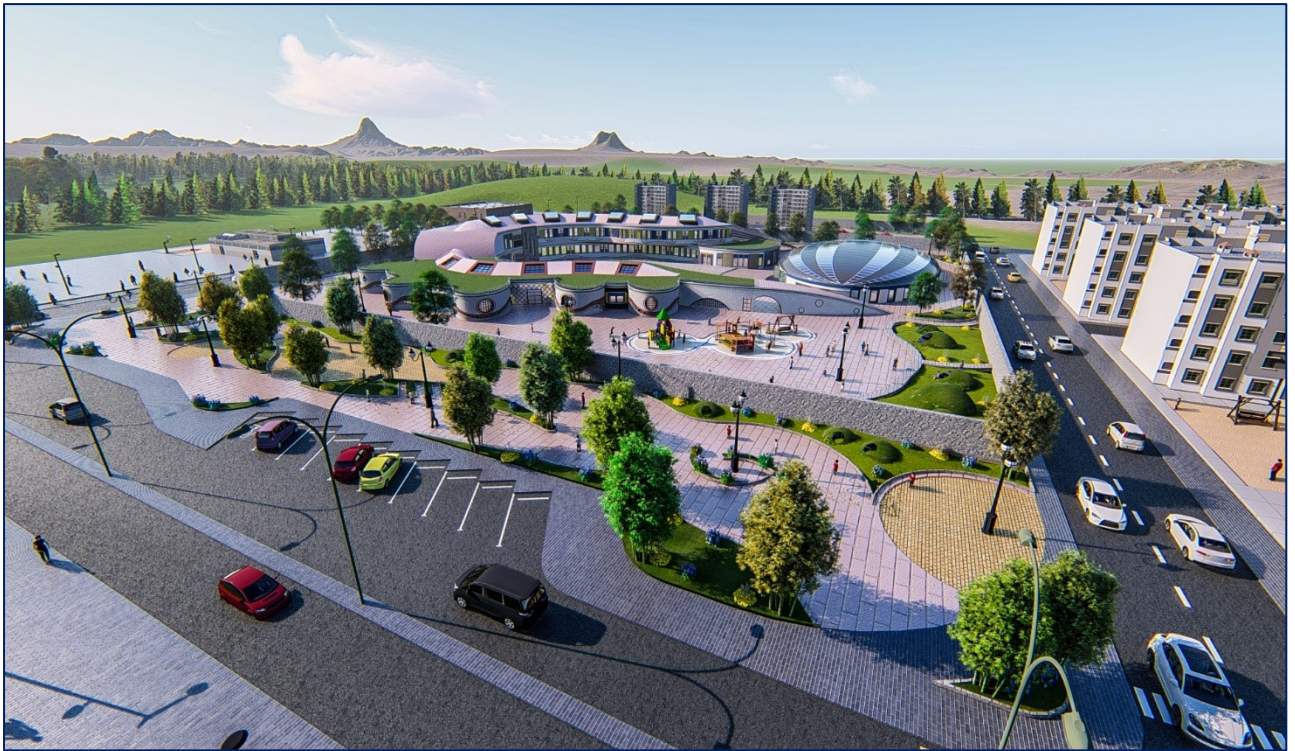
### **Cours :**

- Cour stratégie (architecture durable) : université Ammar Theleji Laghouat



# ANNEXE





**Figure 231:** vue extérieur école maternelle



**Figure 235:** la cour de l'école maternelle **Figure 236:** vue extérieure de projet



**Figure 237:** la cour de l'école maternelle



**Figure 240:** la cour de l'école maternelle

**Figure 241:** façade principale **Figure 242:** la cour de l'école maternelle



Figure 249: vue extérieure de projet

Figure 250: Figure 251: vue extérieure de projet



**Figure 258:**vue extérieure de projet (école élémentaire)

**Figure 259 :** petit théâtre en plein air**Figure 260:**vue extérieure de projet (école élémentaire)



**Figure 255 :** vue de l'école élémentaire

**Figure 256:**vue extérieure de projet (école élémentaire)**Figure 257 :** vue de l'école élémentaire



**Figure 261** : petit théâtre en plein air

**Figure 262:** vue 3d de la façade nord**Figure 263** : petit théâtre en plein air



**Figure 264:** vue 3d de la façade nord

**Figure 265:** vue 3D d'espace extérieur **Figure 266:** vue 3d de la façade nord



**Figure 270:** vue 3D du projet



**Figure 267:** vue 3D d'espace extérieur

**Figure 268:** vue 3D du projet **Figure 269:** vue 3D d'espace extérieur

