



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULE DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

YETTOU ABDERRAHMAN

DOMAINE Architecture, Urbanisme & Métiers de la Ville

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE & ENVIRONNEMENT

Thème :

**CONCEPTION DURABLE D'UNE ECOLE PRIMAIRE
SPECIALISEE A L'INTEGRATION DES ENFANTS
AUTISTES D'UNE CAPACITE D'ACCUEIL 280 ELEVES
A LA CITE BERBIH LA VILLE DE DJELFA
L'impact de la forme et la position de la fenêtre sur le Confort
visuel d'une salle de classe**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom

Grade

qualité

M^r : ASSLI SAAD

M.A.A

President

M^{me} : BOULMERKA ZOUBIDA

M.A.B

Examineur1

M^r : BENHOUGHOU NAIM

M.A.A

Examineur2

M^{me} BAALI SAIDA

M.A.A

Rapporteur

Promotion : JUIN 2019



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



UNIVERSITE AMAR THELIDJI LAGHOUAT
FACULE D'ARCHITECTURE ET DE GENIE CIVIL
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE
RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

FILIERE : ARCHITECTURE

DOMAINE : architecture, urbanisme et métiers de la Ville

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

THEME : conception durable d'une école primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes d'une capacité d'accueil 280 PLACES à la Cité Berbih la ville de Djelfa.

Présenté par :

- **YETTOU ABDERRAHMANE**

Encadré par :

- **M^{me} BAALI SAIDA**

Résumé : Résumé :

Notre travail consiste à la conception durable d'une école primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes à la ville de Djelfa caractérisé par un climat froid et semi-aride. L'école primaire accueillera les enfants atteints d'autisme et les Intégrera dans un milieu scolaire ordinaire à travers des méthodes médico-éducatif.

La notion de la durabilité dans ce projet est matérialisée par l'utilisation des principes et des stratégies bioclimatiques adéquates avec le climat de la ville, prenant en charge la minimisation de la consommation de l'énergie, et l'assurance de tout type du confort aux usagers. Afin de vérifier nos choix conceptuels et techniques qui permettent de répondre aux exigences du confort thermique et visuel d'une salle de classe on a procédé par le biais d'une étude expérimentale à travers des outils de simulation.

Mots clés : architecture durable, école primaire, intégration des enfants autistes, la ville de Djelfa, confort visuel.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عمار ثليجي الأغواط
كلية الهندسة المعمارية والمدنية
قسم الهندسة المعمارية
ملخص مذكرة ماستر



الشعبة: هندسة المعمارية

الميدان: العمارة وتخطيط المدن ومهن المدينة

التخصص: هندسة معمارية وبيئة

عنوان المذكرة: تصميم مستدام لمدرسة ابتدائية متخصصة لإدماج الأطفال المصابين بالتوحد 280 مقعد حي بربيع مدينة الجلفة

تقديم الطالب :

• يطو عبد الرحمان

الأستاذ المؤطر :

• باعلي سعيدة

ملخص المذكرة:

يتمثل عملنا في التصميم المستدام لمدرسة ابتدائية متخصصة لإدماج الأطفال المصابين بالتوحد في مدينة الجلفة التي تتميز بمناخ بارد وشبه جاف. سوف ترحب المدرسة الابتدائية بالأطفال المصابين بالتوحد في بيئة مدرسية عادية من خلال أساليب التعليم الطبي.

تتجسد فكرة الاستدامة في هذا المشروع من خلال استخدام مبادئ واستراتيجيات المناخ الحيوي المناسبة لمناخ المدينة، ودعم تقليل استهلاك الطاقة، وضمان جميع أنواع الراحة للمستخدمين. للتحقق من اختياراتنا المفاهيمية والتقنية التي تلبي متطلبات الراحة الحرارية والبصرية للفصل الدراسي تابعنا دراسة تجريبية من خلال أدوات المحاكاة.

الكلمات المفتاحية: الهندسة المعمارية المستدامة، المدرسة الابتدائية، دمج الأطفال المصابين بالتوحد، مدينة الجلفة، الراحة البصرية.



Democratic and popular republic of Algeria

Ministry of higher education and scientific research

Amar Thelidji University – Laghouat

FACULTY: civil engineering and architecture

SECTOR: Architecture & town planning

ABSTRACT OF MASTER MEMORY



SECTOR: Architecture

DOMAIN: architecture, town planning and city trades

SPECIALITY: Architecture & Environment

Theme: sustainable design of a specialized primary school to the integration of autistic children with a capacity of 280 PLACES in BERBIH city at Djelfa town.

Presented by:

- **YETOU ABDERRAHMAN**

Supervised by :

- **M^{me} BAALI SAIDA**

Abstract:

Our work consists in the sustainable design of a specialized primary school for the integration of autistic children in the city of Djelfa, which is characterized by a cold and semi-arid climate. The primary school will welcome children with autism and integrate them in an ordinary school environment through medico-educational methods.

The notion of sustainability in this project is materialized by the use of bioclimatic principles and strategies appropriate to the city climate, supporting the minimization of energy consumption, and the assurance of all types of comfort to users. To verify our conceptual and technical choices that meet the requirements of the thermal and visual comfort of a classroom we proceeded through an experimental study through simulation tools

Key words: sustainable architecture, primary school, integration of children with autism, the city of DJELFA, visual comfort.

Remerciement

En tout premier lieu, nous remercions le bon dieu ALLAH le tout puissant, pour nous avoir donné la force, le courage, la volonté et surtout la patience pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

Nos chaleureux remerciements à nos parents pour nous avoir encouragés et permis d'entreprendre la formation en architecture, Sans eux, nous n'en serons pas là.

Par la suite, nous voudrions exprimer nos profondes gratitude à notre encadreur, Mme BAALI Saïda pour l'aide compétente qu'elle nous a apporté, pour sa patience et son encouragement. Son œil critique nous a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections.

Nous exprimons toute notre reconnaissance à Monsieur ASSLI Saad pour avoir bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire. Mme BOULMERKA Zoubida Et Mr BENHOUHOU Med Naïm d'avoir accepté d'examiner ce travail.

On tient à transmettre nos remerciements à tous les enseignants du département pour leurs aides, leurs encouragements durant notre cursus universitaire qui nous ont offert tous les moyens pour réussir.

Enfin nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers nos amis et collègues qui étaient toujours présents pour nous apporter leur soutien moral dans les moments difficiles.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents qu'ils ont dépensés pour moi sans compter.

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer l'environnement affectueux et propice à la poursuite de mes études.

Spécial dédicace pour mon encadreur M^{me} BAALI Saida pour ces efforts et ces conseils pendant la réalisation de ce travail.

Spécial dédicace aussi pour mon cher professeur Wahid Saad Saoud.

À mes frères Hamza, Omar et med tahtouh, et mes sœurs Sara et Oumelkheir.

À mon cher oncle Youcef.

À H Asma habaib.

A tout ma famille Pour leur soutien tout au long de mon Parcours universitaire.

A l'ensemble de mes professeurs lors de mon cursus scolaire et universitaire.

À mon binôme, mon frère LEKAHAL Zeyyan qui m'a fourni le soutien pour achever ce travail et à sa famille.

À tous mes collègues en particulier

Fares, abdessamed, mansour, zoheir, aissa, sami, islam, lakhdar, bilal, yacine, hocine, salem, hatem, abdenmour, diae, boubakeur.

À mes meilleurs Amis

Farouk et Aziz

A tous ceux qui m'ont aidée à la réalisation de ce modeste mémoire.

Abderrahman

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	1
Introduction générale :	2
1.1. Motivation du choix du thème :	3
1.2. Motivation du choix de la ville :	3
1.3. Problématique :	3
1.4. Objectif :	4
1.5. hypothèses :	4
1.6. Démarche méthodologique :	4
1.7. OUTIL du recherche :	5
1.1. Structure de mémoire :	6
2. CHAPITRE THEMATIQUE	7
INTRODUCTION :	8
2.1. éducation :	8
2.1.1. Définitions des concepts éducatifs :	8
2.1.2. Différentes formes d'éducation :	9
2.1.3. Importance de l'éducation :	9
2.1.4. Evolution de l'éducation en Algérie :	10
2.1.5. Système éducatif algérien actuel :	10
2.2. architecture scolaire :	12
2.2.1. Établissement scolaire :	12
2.2.2. Architecture des bâtiments scolaires en Algérie :	12
2.2.3. La conception du bâtiment scolaire en Algérie :	13
2.3. architecture scolaire et L'AUTISME :	14
2.3.1. Autisme :	14
2.3.2. Principales caractéristiques d'un enfant atteint d'autisme :	14
2.3.3. Prise en charge éducative de l'enfant autiste :	15
2.3.4. Scolarisation des élèves avec autisme :	16
2.3.5. Architecture spéciale pour les enfants autistes :	17
2.3.6. Enjeux pour un milieu contient des enfants autistes :	18
2.4. architecture durable des établissement SCOLAIRE :	21
2.4.1. DEFINITION DES CONCEPTS LIES A LA DURABILITE :	22
2.4.2. QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES :	24
SYNTHESE de chapitre :	30
3. CHAPITRE ANALYTIQUE	31

Introduction :	32
3.1. Choix Des Exemples :	32
3.2. Exemple 01 : Jardin D'enfant (FarmingKindergarten):	32
3.2.1. Fiche De Présentation Du Projet :	32
3.2.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :	33
3.2.3. Les Aspects de la durabilité :	35
3.3. Exemple 2 : Groupe scolaire à Saint-Denis	37
3.3.1. Fiche De Présentation Du Projet :	37
3.3.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :	37
3.3.3. Aspects liés à la durabilité :	42
3.4. Exemple 3 : Energy Academy Europe	44
3.4.1. Fiche De Présentation Du Projet :	44
3.4.2. Aspects liés à la durabilité :	44
3.5. Exemple 4 : foyer pour enfants autistes près de Copenhague :	47
3.5.1. Fiche De Présentation Du Projet :	47
3.5.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :	47
Synthèse de chapitre :	50
 4. CHAPITRE CONTEXTUEL	 51
Introduction	52
4.1. Présentation générale de la ville Djelfa :	52
4.1.1. Situation géographique :	52
4.1.2. Limites de la ville :	52
4.1.3. Accessibilité et structure de la ville de Djelfa :	52
4.2. Différentes phases de développement de la ville :	53
4.2.1. Période précoloniale :	53
4.2.2. Tissu urbain de la ville Avant 1850 :	53
4.2.3. Tissu urbain de la ville en 1883 :	53
4.2.4. Tissu urbain de la ville en 1974 :	53
4.2.5. Tissu urbain actuel :	53
4.3. ANALYSE CLIMATIQUE :	54
4.3.1. Zone et climat de la ville de Djelfa :	54
4.3.2. Climatologie de la ville de Djelfa :	54
4.3.3. Diagramme Psychométrique	56
4.4. Analyse de site d'intervention :	56
4.4.1. Motivation du choix de site :	56
4.4.2. Situation de site :	57

4.4.3.	Accessibilité et flux : -----	58
4.4.4.	Environnement immédiat du site et gabarits :-----	58
4.4.5.	Morphologie du site : -----	59
4.4.6.	Aspect climatique du site : -----	59
SYNTHESE CHAPITRE CONTEXTUEL : -----		60

5. CHAPITRE PROGRAMMATIQUE ----- 61

Introduction : -----		62
5.1. Présentant du projet : -----		62
5.2. Objectifs du projet : -----		62
5.3. Missions du projet : -----		62
5.4. Programme quantitatif : -----		62
5.4.1.	Procédure de calcul de capacité : -----	62
5.4.2.	Tableaux des surfaces : -----	63
5.5. Programme qualitatif : -----		66
5.5.1.	Répartition d'établissement scolaire selon les activités : -----	66
5.5.2.	Normes et recommandation : -----	78
Synthèse de chapitre programmatique : -----		78

6. CHAPITRE CONCEPTUEL ----- 79

Introduction : -----		80
6.1. Les concepts : -----		80
6.1.1.	Concepts liés au programme : -----	80
6.1.1.	Concepts liés à l'architecture : -----	80
6.1.2.	Concepts liés à la durabilité : -----	81
6.1.3.	Concepts liés au thème (l'autisme) : -----	81
6.2. Genèse de projet : -----		81
6.2.1.	Idées d'inspiration : -----	81
6.2.2.	Matérialisation des idées : -----	83
6.2.3.	La formulation : -----	84
6.2.4.	Plan de masse : -----	88
6.3. Lecture des plans : -----		90
6.3.1.	Circulation : -----	93
6.4. Lecture des façades : -----		94
6.5. technique : -----		99
6.5.1.	Système constructif : -----	99
6.5.2.	Matériaux : -----	104
6.5.3.	Confort thermique : -----	106

6.5.4.	Confort visuel : -----	108
6.5.5.	Gestion de l'énergie : -----	110
6.5.6.	Gestion des eaux : -----	111
Synthèse : -----		112
 7. CHAPITRE : ETUDE DURABILITE & SIMULATION -----		113
impact de la forme et la position de la fenêtre sur le Confort visuel d'une salle de classe -----		113
Introduction : -----		114
7.1. Problématique spécifique : -----		114
7.2. Objectifs spécifiques : -----		114
7.3. Hypothèses spécifiques : -----		114
7.4. confort visuel et l'éclairage naturel dans les établissements scolaires : -----		114
7.4.1.	Définition de confort visuel : -----	114
7.4.2.	Paramètres de confort visuel : -----	115
7.4.3.	Eléments du confort visuel dans les salles de classe : -----	115
7.4.4.	Définition de l'éclairage naturel : -----	116
7.4.5.	Type d'éclairage naturel : -----	116
7.4.6.	Systèmes de gestion de la lumière naturelle : -----	119
7.4.7.	Etude expérimentale de confort visuel d'une salle de classe : -----	122
7.4.8.	Présentation de cas d'étude : -----	122
7.4.9.	Outil de simulation : -----	122
7.4.10.	Résultats du logiciel VELUX : -----	123
7.4.11.	Cas Amélioré : -----	127
7.4.12.	Deuxième logiciel de simulation : Ecotec Radiance -----	133
7.4.13.	Comparaison entre les résultats des deux programmes : -----	135
Conclusion et recommandation : -----		135
 CONCLUSION GENERALE -----		136
Bibliographie -----		138
ANNEXES -----		140

Table des illustrations

Figure 1: schéma d'organisation de mémoire	6
Figure 2: système éducatif algérien.....	12
Figure 3: Jardin d'enfant (Farming Kindergarten).....	15
Figure 4: Utilisation de textures au sol, Fawood Children Center	17
Figure 5: Utilisation de textures au mur, Anansi Playground Building	18
Figure 6: Utilisation de matériaux naturels, Hazel Wood School.....	18
Figure 7: Exemple de salle Snoezelen.....	18
Figure 8: Réduction du niveau de détails de la fenêtre	18
Figure 9: Compartimentation de l'espace, Multiplicité des zones d'activités.....	19
Figure 10: Classe Standard vs classe articulée, multiplicité des centres.....	19
Figure 11: Zone de transition entre les espaces de nature différente	19
Figure 12: les courbes et les formes organiques plus friendly	19
Figure 13: Choix d'espace privé ou d'espace commun.....	20
Figure 14: Alcôve, espace de retrait, milieu enveloppant	20
Figure 15: Une variété de formes, d'ambiances et d'espaces pour combler tous les besoins.....	20
Figure 16: Exemple de puits de lumière, Hestia	21
Figure 17: Exemple d'éclairage naturel contrôlé avec éclairage d'appoint artificiel, Netley School Autistic Ressource Base.....	21
Figure 18: Exemple d'éclairage naturel contrôlé, Baldufka Kindergarten	21
Figure 19: Chauffage radian, mieux adapté aux enfants près du sol.....	21
Figure 20: Isolation du Bâti au But de Réduire les Pertes Energétiques.....	22
Figure 21: l'effet d'Orientation du Maximiser les Apports d'Energies Naturels	22
Figure 22: Rôle de Végétations dans la Conception Durable	23
Figure 23: Recyclage des Déchets	23
Figure 24: Exemple d'un Bâtiment à Energie Positive (Green Office Meudon)	23
Figure 25: rendu des couleurs	26
Figure 26: Mobilier scolaire ergonomique.....	29
Figure 27: Jardin d'enfant (Farming Kindergarten).....	32
Figure 28 : Jardin d'enfant (Farming Kindergarten	32
Figure 29 : Vue aérienne sur la ville de vietnam.....	33

Figure 30 : plan de situation de jardin d'enfant (Farming Kindergarten)	33
Figure 31 : plan de situation.....	33
Figure 32: Plan de situation.....	33
Figure 33 : bâti et non bâti de projet jardin d'enfant.....	33
Figure 34 : Volumétrie de projet.....	34
Figure 35 : Vues représente les entrées de projet.....	34
Figure 36 : Plan RDC et plan 1er Etage	34
Figure 37 : Les coupes du projet jardin d'enfant	34
Figure 38 : Vue de la façade intérieure et extérieure	35
Figure 39: Façade Principale SUD et façade Est	35
Figure 40 : Plan de situation.....	35
Figure 41 : Vue représenté le toit végétalisé	36
Figure 42 : Schéma en coupe d'une persienne avec plante grimpante.....	36
Figure 43 : continuité visuelle vers l'extérieur et l'intérieur	36
Figure 44 : Groupe scolaire à Saint-Denis	37
Figure 45 : plan de situation du groupe scolaire	37
Figure 46 : plan de masse du groupe scolaire	38
Figure 47 : Vue 3d Groupe scolaire à Saint-Denis.....	38
Figure 48: Plante de trèfle	38
Figure 49 : Schéma représente l'organisation spatiale et du groupe scolaire	38
Figure 50 : Schéma représente l'organisation spatiale du groupe scolaire	39
Figure 51 : Vue 3d intérieur représente l'organisation spatiale de RDC et la circulation ...	39
Figure 52 : Plan RDC	39
Figure 53 : Vue 3d intérieur représente l'organisation spatiale de RDC	40
Figure 54 : Plan 1er étage.....	40
Figure 55 : Vue 3d intérieur représente l'organisation spatiale 1 ^{er} étage.....	41
Figure 56 : Plan 2 ^{ème} étage	41
Figure 57 : tasseaux en bois de 5 cm.....	41
Figure 58 : Façade principale Côté Nord	41
Figure 59 : Façade Sud.....	42
Figure 60 : Façade Est.....	42
Figure 61 : Façade Ouest.....	42
Figure 62 : Utilisation du bois.....	42
Figure 63 : Vue 3d Groupe scolaire à Saint-Denis.....	42

Figure 64 : Structure métallique	42
Figure 65 : matériaux de construction : Parpaing plein – Béton armé – Bois.....	42
Figure 66 : Vue 3d présent le toit végétalisé	43
Figure 67 : Hall d'entrée (ballons d'éclairage)	43
Figure 68 : Coupe AA représente l'effet des puits de lumière.....	43
Figure 69 : Différents couleurs claires dans les espaces intérieures	43
Figure 70 : Energy Academy Europe	44
Figure 71: Palmes en bois de mélèze	44
Figure 72 : coupe représente les techniques durables utilisée dans le projet	45
Figure 73 : schéma explique fonctionnement d'approche LOW-TECH.....	45
Figure 74 : paysage de 133 triangles	46
Figure 75 : ventilation naturelle par la cheminée solaire	46
Figure 76: foyer pour enfants autistes près de Copenhague.....	47
Figure 77 : plan de masse	47
Figure 78: vue 3d du projet	47
Figure 79 : plan RDC	48
Figure 80 : plan 1er étage	48
Figure 81 : 3d intérieure avec quelques vues	48
Figure 82 : vue de l'intérieur de la cour.....	49
Figure 83 : les façades	49
Figure 84 : les coupes.....	49
Figure 85: Situation de la wilaya Djelfa.....	52
Figure 86: Carte de localisation de la wilaya et de la commune de Djelfa	52
Figure 87: Réseau voirie de la ville de Djelfa	52
Figure 88: Site de la Ville de Djelfa.....	53
Figure 89: 1er tissu urbain de la Ville de Djelfa	53
Figure 90: Tissu urbain de la ville en 1883	53
Figure 91: Tissu urbain de la ville en 1974.....	53
Figure 92: PDAU de la Ville de Djelfa	54
Figure 93: découpage des zones climatiques	54
Figure 94 : Les variations d'humidité mensuelles pour l'année 2017	55
Figure 95 : Les variations de température mensuelles pour l'année 2017	55
Figure 96 : insolation de Djelfa en 2016	55
Figure 97 : rose des vents mensuels pour l'année 2017	56

Figure 98 : La vitesse des vents mensuels pour l'année 2017	56
Figure 99 : Le diagramme stéréographique de la région de Djelfa par mois	56
Figure 100: situation de pos27 dans la ville de Djelfa	57
Figure 101 : aménagement proposé par le pos.	57
Figure 102 : plan d'accessibilité.....	58
Figure 103: environnement immédiat	58
Figure 104: Profil d'élévation	59
Figure 105 : courbe des niveaux et dimension de site.....	59
Figure 106 : les vents et ensoleillement de site	59
Figure 107 : l'ombrage de site (jour de mois de juin).....	60
Figure 108 : évolution de la pyramide des âges da la population entre 2008/2015	62
Figure 109 : population de la ville de Djelfa.....	62
Figure 110: rayon d'influence d'une école primaire et école maternelle	63
Figure 111: confort visuel d'une classe avec quatre table-bancs frontaux	68
Figure 112: confort visuel d'une classe avec trois table-bancs frontaux	68
Figure 113: Aire d'activité commune à l'école Douglas Park	68
Figure 114: L'aire centrale de circulation et d'apprentissage	68
Figure 115: connexion visuelle entre les deux zones d'apprentissage dans l'école Booker T. Washington	69
Figure 116 : Le principe de connexion visuelle entre les salles de classe et le hall.....	69
Figure 117: Une salle de classe aménagée avec un mobilier flexible et amovible.	69
Figure 118: Des meubles pour une grande flexibilité	69
Figure 119: table et chaise réglables	69
Figure 120: Le plan de RDC de Vitra School avec les différents espaces d'apprentissage.	70
Figure 121: Un espace ouvert.....	70
Figure 122 : Plan 3D d'une salle de classe en école maternelle	71
Figure 123 : exemple d'aménagement chambre snoezelen.....	71
Figure 124: Les colonnes à bulles	72
Figure 125: Les fibres optiques	72
Figure 126: La boule à facettes	72
Figure 127: La lampe à ultraviolets.....	72
Figure 128: Les plafonds étoilés	72
Figure 129: Les dalles tactiles	72
Figure 130 : Hall d'accueil d'une école maternelle	72

Figure 131 : Bibliothèque des enfants	73
Figure 132 : Atelier de dessin école primaire	73
Figure 133 : cour de récréation école primaire	74
Figure 134 : cour de récréation école primaire	74
Figure 135 : Salle de sport école primaire.....	75
Figure 136 : Salle de sieste école primaire.....	75
Figure 137: schéma fonctionnel de la restauration.....	76
Figure 138: WC adapté	76
Figure 139: la cabine Petite enfance	76
Figure 140: infirmerie	76
Figure 141: Serre jardin.....	78
Figure 142 : point d'interrogation dessinée par un enfant de 5 ans	82
Figure 143 : volumétrie	82
Figure 144 : dessin d'enfant imité par auteur.....	82
Figure 145 : Croquis général du projet.....	83
Figure 146 : Les données de site d'intervention	84
Figure 147 : les axes structurants de site.....	84
Figure 148 : ajustement de l'assiette et Choix des accès	84
Figure 149 : formulation géométrique	84
Figure 150 : implantation de volume du projet sur le site.....	85
Figure 151 : la dégradation de la forme	85
Figure 152 : l'intégration d'un volume régulier	85
Figure 153 : la soustraction des deux volumes (les cours).....	85
Figure 154 : la barre suspendue.....	86
Figure 155 : la forme du projet.....	86
Figure 156 : l'organisation spatiale (zoning)	86
Figure 157 : L'organisation spatiale (zoning) en 3D	87
Figure 158 : La conception de l'espace extérieur	87
Figure 159 : les bâtiments du projet.....	88
Figure 160 : vue plan de masse du projet.....	88
Figure 161 : vues 3D de masse du projet	89
Figure 162 : plan d'assemblage du projet	90
Figure 163 : organisation de plan RDC du projet	90
Figure 164: organisation de plan 1er étage du projet.	91

Figure 165: organisation de plan 2 ^{ème} étage.....	91
Figure 166: club d'astronomie +13.5m	92
Figure 167 : plan de la salle de sport.....	92
Figure 168 : vue en plan sur le théâtre	92
Figure 169 : plan de logement de fonction.....	93
Figure 170: Schéma représente la circulation verticale entre les différents niveaux	93
Figure 171 : Schéma représente la circulation horizontale de chaque niveau	94
Figure 172: Façade sud du projet	94
Figure 173: détail de modélisation des protections solaires paramétriques (GRASSHOPPER)	95
Figure 174: façade des classes des protections solaires paramétriques (gauche) hiver (droite) été	95
Figure 175: Façade Nord-Ouest du projet.....	95
Figure 176: image et détail de modélisation de la façade interactive paramétrique (GRASSHOPPER)	96
Figure 177: Façade Nord-Est du projet	96
Figure 178 : vue sur le toit du projet	97
Figure 179 : vue sur le toit (gauche) vitrage ouvert, (droite) vitrage fermé du projet	97
Figure 180 : façade latérale de la salle de sport	97
Figure 181 : vue sur la salle de sport.....	97
Figure 182 : vue de face sur le théâtre	97
Figure 183 : vue de face sur le théâtre	97
Figure 184: vues en 3D du projet.....	98
Figure 185 : Eléments de construction.....	100
Figure 186 : les éléments de structure poteau ; poutre	101
Figure 187 : plancher collaborant et l'assemblage des éléments constructif dans le projet	101
Figure 188 : Les doubles nappes tridimensionnelles *	102
Figure 189 : couvre-joint horizontale Modèle GTP HD_GFTW HD	102
Figure 190 : les éléments de structure poteau, poutre	103
Figure 191 : la structure de toiture de la salle de sport	103
Figure 192: détails façade double peau	104
Figure 193: Mode de fonctionnement de la façade double peau.....	104
Figure 194: Le vitrage intelligent.....	105

Figure 195 : closions intérieurs du projet.....	105
Figure 196 : Revêtement de sol.....	106
Figure 197 : ventilation par façade double peau	106
Figure 198 : Ventilation par atrium.....	107
Figure 199 : principe de fonctionnement Centrale double flux	107
Figure 200 : schéma de plancher solaire direct	107
Figure 201: éclairage naturel par Atrium	108
Figure 202 : éclairage naturel par les puits de lumière et Atrium	108
Figure 203 : gestion d'énergie.....	110
Figure 204 : L'effet de serre dans la période hivernale.....	110
Figure 205 : L'effet des protections solaires dans la Période estivale	111
Figure 206 : emplacement des panneaux solaires	111
Figure 207 : Les panneaux solaires flexibles	111
Figure 208 : revêtement de sol qui produire électricité.....	111
Figure 209 : eaux pluviales	111
Figure 210 : Principe de fonctionnement de la phytoépuration	112
Figure 211 : Les paramètres de confort visuel	115
Figure 212 : Eléments du confort visuel dans les salles de classe	116
Figure 213 : Les trois composantes de la lumière naturelle	116
Figure 214 : éclairage zénithale directe (tabatières, verrières).....	117
Figure 215 : Systèmes d'éclairage zénithal indirect.....	117
Figure 216 : Performances lumineuses d'un dispositif d'éclairage unilatéral.	117
Figure 217 : Dispositifs d'éclairage bilatéral et ses performances lumineuses.....	118
Figure 218 : influence de la position de la baie sur le facteur de lumière de jour.	118
Figure 219 : Les dimensions de l'ouverture.....	118
Figure 220 : L'influence de la forme de l'ouverture	119
Figure 221 : coupe sur un puits de lumière	119
Figure 222 : système de plafond anidolique.....	119
Figure 223 : types de light shelves.	119
Figure 224 : light pipe	120
Figure 225 : type de protection solaire fixe par la végétation.....	120
Figure 226 : Brises Soleil Verticaux à lames horizontales.....	120
Figure 227 : Stores mobiles à lames horizontales	121
Figure 228 : Les Holo-lux	121

Figure 229 : vitrage prismatique	121
Figure 230: l'effet de la serre sur l'éclairage.....	121
Figure 231 : situation de la salle de classe du cas d'étude.....	122
Figure 232 : plan de la salle de classe	122
Figure 233 : l'interface de VELUX Daylight.....	122
Figure 234 :l'ombre en 21 Déc à 13h.....	123
Figure 235: l'ombre en 21 Mai à 13h.....	123
Figure 236 :l'ombre en 21 Juin à 13h	123
Figure 237 : image HDR.	123
Figure 238: niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	123
Figure 239 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	124
Figure 240: image HDR.	124
Figure 241 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	124
Figure 242 : image HDR.	124
Figure 243 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	125
Figure 244 : image HDR.	125
Figure 245 : image HDR.	125
Figure 246 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	125
Figure 247 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	126
Figure 248 : image HDR.	126
Figure 249 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	126
Figure 250 : image HDR.....	126
Figure 251 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	127
Figure 252: image HDR	127
Figure 253 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	127
Figure 254 : image HDR	127
Figure 255 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	128
Figure 256 : image HDR	128
Figure 257 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	129
Figure 258 : image HDR	129
Figure 259 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	129
Figure 260 : image HDR	129
Figure 261 : image HDR	130
Figure 262 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	130

Figure 263 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	130
Figure 264 : image HDR	130
Figure 265 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	131
Figure 266 : image HDR	131
Figure 267 : image HDR	131
Figure 268 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	131
Figure 269 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	132
Figure 270 : image HDR	132
Figure 271 : niveau d'éclairement dans la salle de classe.....	132
Figure 272 : image HDR	132

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Critères d'exigences pour l'éclairage des locaux scolaires	25
Tableau 2 : critères du choix des exemples.....	32
Tableau 3 : Composition d'une école fondamentale à cycle complet.....	66
Tableau 4 : largeur minimale des circulations	73
Tableau 5 : Programme qualitatif (normes et recommandation).....	78

Introduction générale



INTRODUCTION GENERALE :

L'éducation est un moyen de donner aux enfants comme aux adultes la possibilité de devenir actifs dans la transformation de la société. Les enfants autistes sont l'une des catégories sensibles de la société, Avec 67 millions de personnes atteintes d'autisme dans le monde (prado,2012), et selon le professeur Mahmoud Ould Taleb, chef du service de pédopsychiatrie à l'hôpital Drid-Hocine d'Alger¹, « l'autisme représente un véritable problème de santé publique, il n'y a pas moins de 400000 cas, adolescents et adultes, d'autistes en Algérie » (17 décembre 2016).

L'éducation d'enfant autiste est une tâche très importante par ce qu'elle a un rapport direct sur leur avenir à savoir leur formation, l'épanouissement de leur personnalité ainsi que leur intégration dans la société, cette intégration est liée principalement avec les modes d'apprentissage depuis l'enseignement préscolaire. Néanmoins, l'absence de structure spécialisée adaptée à la prise en charge des enfants autistes en Algérie est un fait qui se vit, jour après jour par ces enfants autistes et par leurs parents.

L'éducation des enfants autistes au niveau de l'école joue un rôle très important dans l'évaluation de leurs comportements, elle développe en eux le sens de l'observation, le goût de la découverte, la curiosité et de l'expérimentation et les capacités de création, donc elle constitue la première transition à travers laquelle l'individu passe d'un monde imaginaire à un monde réel.

Les mutations des méthodes d'apprentissage grâce aux progrès technologiques impliquent une nécessité de penser à l'architecture des écoles de demain où le concepteur doit répondre aux espérances des parents, instituteurs et élèves dans lesquelles la qualité d'enseignement imprime sur la quantité des enfants scolarisés. Ainsi avec les préoccupations de préserver et de protéger l'environnement dans lequel on vit, des mesures pour limiter l'impact négatif des activités de l'homme sur son environnement doivent être prises, nous insistera à introduire une éducation environnementale dans les établissements scolaires dès la phase de maternelle.

En effet, La conception d'un lieu d'éducation durable pour les enfants autistes est une étape architecturale principale dans laquelle le concepteur doit élaborer plusieurs notions à fin d'assurer tout type de confort pour l'enfant autiste ; adapter le bâtiment scolaire avec l'environnement ; l'un des notions de l'architecture durable qui vise la protection de l'environnement, inciter le recours aux énergies renouvelables et la création d'un cadre de vie agréable sans incident économique.

Une conception architecturale des structures adaptées en tant qu'un environnement architecturale destiné à l'accueil d'un groupe des utilisateurs ayant des besoins spéciaux requiert une réflexion particulièrement importante. La compréhension de la relation « enfant autiste-environnement-comportement » serait la clef de notre recherche.

A travers notre travail nous allons essayer de concevoir une école primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes à la ville de Djelfa caractérisée par un climat froid et semi-aride suivant une méthode conceptuelle environnementale.

¹Le professeur Mahmoud Ould Taleb, chef du service de pédopsychiatrie à l'hôpital Drid-Hocine d'Alger qui a présenté une communication intitulée "Diagnostic précoce des troubles du spectre de l'autisme et prise en charge selon le programme « Teacch d'Eric Schopler » (17 décembre 2016)

1.1.MOTIVATION DU CHOIX DU THEME :

Pour cette année universitaire, le thème proposé pour l'élaboration de nos projets de fin d'étude Master 2 est l'éducation (la conception d'un équipement éducatif). Notre choix est porté sur la conception durable d'une école maternelle primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes dans la ville de Djelfa. Les raisons qui nous ont poussés à réfléchir à une telle conception sont :

- Augmentation de nombre des enfants autistes, car depuis les premières enquêtes épidémiologiques des années 1960 le taux de prévalence de l'autisme dans le monde a explosé de : 01 naissance sur 2000 en 1960 à 01 naissance sur 1500 en 2012, comme il est indiqué dans le rapport de la Haute Autorité de Santé (HAS, 2012). Sachant que le taux de prévalence de l'autisme en Algérie 2 pour 1 000 enfants².
- Manque constaté en infrastructures éducatives spécialisées qui assurent la prise en charge de cette catégorie en Algérie, qui doivent être des établissements multifonctionnels (d'éducation et de traitement psychique pour les enfants autistes...), ils offrent plusieurs activités éducatives à fin d'aider les enfants autistes à s'intégrer avec les enfants normaux et plus tard dans la société.

Cette situation nous a incités à choisir une école primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes, permet à l'enfant d'âge préscolaire de faire la transition entre la maison et l'école en le préparant à devenir un membre de sa communauté.

1.2.MOTIVATION DU CHOIX DE LA VILLE :

La ville de Djelfa compte un nombre accroissant des enfants autistes

La ville de Djelfa se situe sur le point d'intersection entre le nord et le sud, sa position dans le territoire national est très importante, donc notre projet doit être à l'échelle nationale.

1.3.PROBLEMATIQUE :

Selon le site officiel de ministère de l'éducation nationale (2015) ; en Algérie le secteur de l'éducation permet la prise en charge et l'instruction de 8 451 370 élèves dont 500,000 enfants autistes. Les étapes de diagnostic des enfants autistes en Algérie se fait souvent au niveau des centres spécialisés ; et plus souvent à des âges avancés. Ainsi le manque de sensibilisation et de vulgarisation de ce trouble comportemental auprès des parents et des instituteurs induisent souvent à l'échec scolaire. Cependant, on constate une absence totale des écoles spécialisée à l'intégration des enfants autistes en particulier dans les villes des hauts plateaux.

Dans notre étude nous allons essayer de concevoir une école primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes à la ville de Djelfa caractérisée par un climat semi-aride froid tout en tirant profit des atouts et des potentiels de cette ville et mettre en avant les principes de l'architecture durable. Donc notre problématique s'articule autour du questionnement suivant :

- Comment concevoir une école primaire durable spécialisée à l'intégration des enfants autistes, qui offre aux enfants la possibilité d'apprentissage et instaure une éducation environnementale tout en tirant profit des potentiels de la ville de Djelfa caractérisée par un climat semi-aride froid?

² selon mahmoud ould taleb, chef du service de pédopsychiatrie à l'hôpital drid-hocine d'alger le 17/12/2016
www.liberte-algerie.com

- Quelle typologie architecturale nous permet d'assurer les conditions de bien-être des usagers de l'école et de maîtriser les consommations énergétiques dans les conditions climatiques de la ville de Djelfa caractérisée par une longue période froide ?

1.4.OBJECTIF :

L'objectif de notre de recherche vise la conception d'un établissement scolaire durable dédié à l'intégration des enfants autistes tout en leur offrant des espaces confortables, conviviaux qui leur permettent d'accueillir une éducation générale et de développer leurs capacités intellectuelles ainsi qu'instaurer les principes de l'éducation environnementale dans nos écoles. Tout en tirant profit des ressources naturelles de la ville de Djelfa pour minimiser le bilan énergétique du bâtiment et offrir un confort adéquat aux usagers.

1.5.HYPOTHESES :

Dans le but d'avoir une conception durable d'une école primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes, on pense qu'un projet réussi doit répondre aux exigences déterminées :

- Conception durable : à travers l'exploitation de potentiel climatique la ville du Djelfa et l'utilisation des techniques passives convenables.
- Ecole primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes : c'est à travers un établissement scolaire harmonie qui doit assurer des programmes éducatifs thérapeutiques
- Conception architecturale flexible : des espaces flexibles qui répondent aux besoins des enfants autistes (confort visuel, confort acoustique ...).

1.6.DEMARCHE METHODOLOGIQUE :

Cette recherche tentera d'atteindre les objectifs tracés, en adoptant deux méthodes une conceptuelle environnementale et l'autre expérimentale. Elles reposent sur six axes, à savoir :

- La recherche thématique et bibliographique : (chapitre thématique) :

Une récolte de tous les documents (livres, revues, mémoires et sites webographies...etc.) qu'ils ont une relation étroite avec le sujet de recherche pour mieux comprendre notre thème.

- L'analyse des exemples : (chapitre analytique) :

Une étude analytique qui nous permettra une connaissance plus approfondie sur l'application des stratégies d'architecture durable dans les écoles, et nous aide enfin à proposer des solutions adéquates et des réponses à nos questionnements. Également comprendre le fonctionnement et l'organisation spatiale ce qui nous aide à élaborer le programme de notre école.

- L'Analyse de contexte d'intervention : (chapitre contextuel) :

Une exploration de la zone d'étude, permet de déterminer les influences du site sur les données microclimatiques, en effet, la topographie, la végétation, la présence d'eau, peuvent avoir un effet déterminant sur le rayonnement solaire, la vitesse et la direction du vent ainsi l'humidité et température de l'air.

- Elaboration de programme quantitatif et qualitatif de notre école : (chapitre programmatique)
- La réponse architecturale :(projet) :

Le but de cette partie est de procéder à la méthodologie de projection architecturale (conception du projet) prenant en considération les différentes conclusions tirées des chapitres précédents.

- Les détails techniques :

Cette partie consiste à définir le système constructif du projet ainsi que les aspects environnementaux adoptés.

- Vérification un concept lié à la durabilité : (partie individuelle méthode expérimentale)

Une évaluation du confort visuel et thermique d'un espace choisi du projet, afin de vérifier la faisabilité des techniques utilisées à travers une simulation par des logiciels. Et d'établir des recommandations

- La conclusion générale :

C'est la synthèse de notre travail où on résume toutes les démarches suivies afin d'aboutir à la conception de l'école durable à Djelfa et elle ouvre le champ à d'autres recherches et perspectives

1.7. OUTIL DU RECHERCHE :

On s'est basé dans la réalisation de notre travail de recherche sur plusieurs sources et différentes données entre autres :

- ✓ Outil documentaire : Les mémoires de soutenance de magistère de différentes universités et des sites d'internet ainsi que les livres et les revues ayant traités le développement durable et à l'architecture durable.
- ✓ Outil informatique : Les logiciels de simulations : ecotect et radiance, velux.

1.1.STRUCTURE DE MEMOIRE :

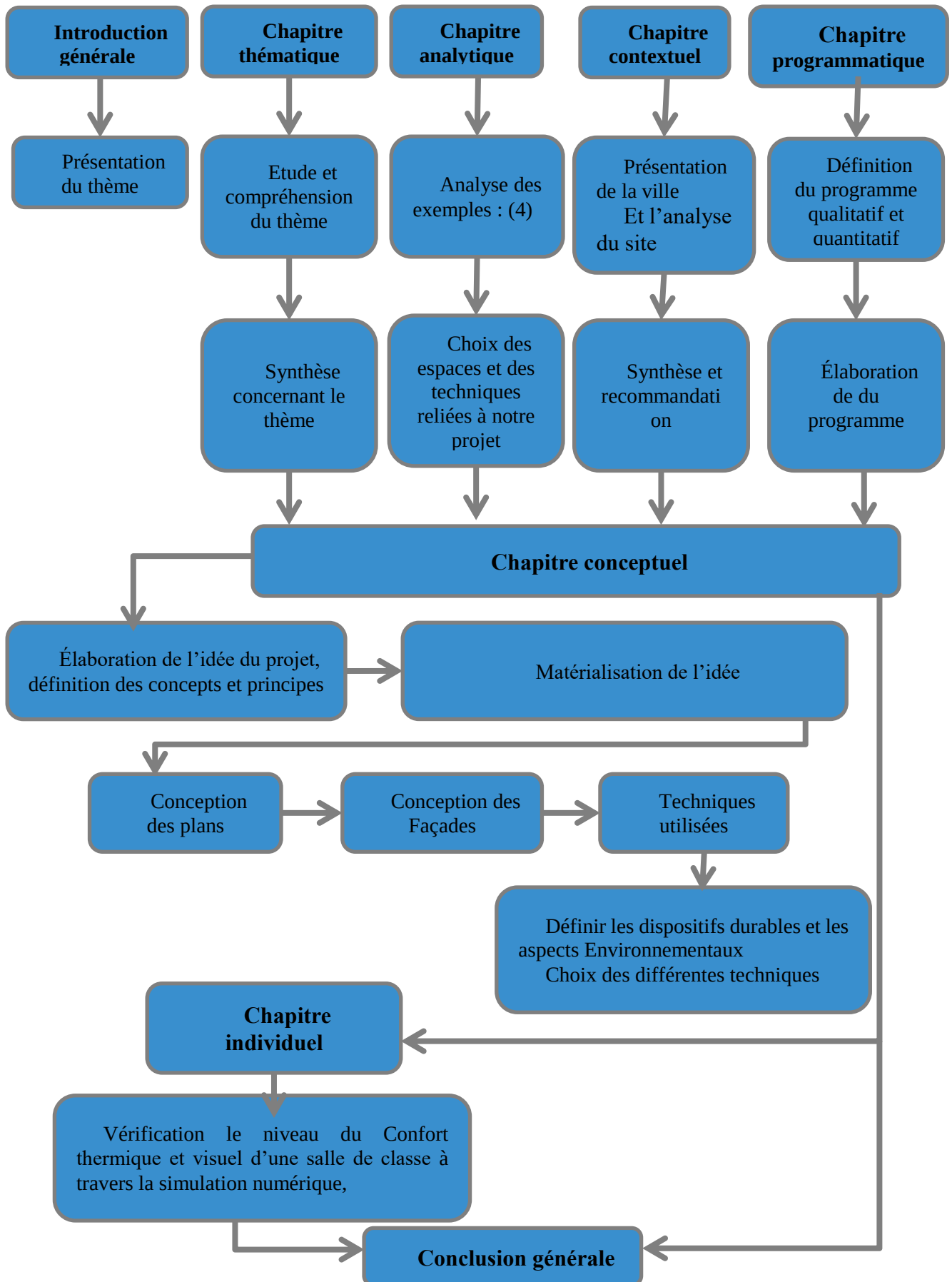
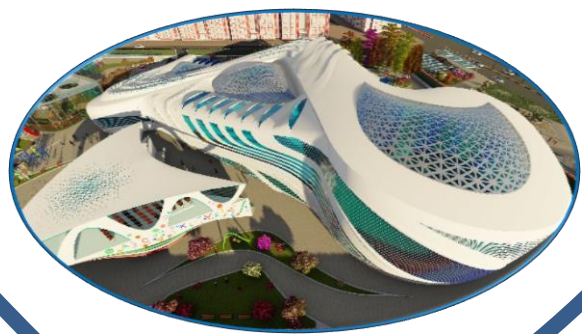


Figure 1: schéma d'organisation de mémoire

2. Chapitre thématique



INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous développons quatre volets le premier est relatif à l'éducation, le deuxième est relatif à l'architecture scolaire (les espaces éducatifs liée aux enfants normaux et aux enfants autistes), dans le troisième volet on parlé sur l'architecture scolaire et l'autisme et le dernier volet est relatif à l'architecture durable des établissement scolaires, comporte des notions et des concepts liés à la durabilité, dans le but de bien comprendre les notions suivantes : l'éducation ; l'autisme et la durabilité.

2.1.EDUCATION :

2.1.1. Définitions des concepts éducatifs :

2.1.1.1.Education :

Selon Philippe Quéau Sous-directeur général de l'UNESCO (2006). Pour les Sciences humaines et sociales : « Etymologiquement, éduquer (e-ducere), signifie « conduire hors de », « faire sortir de ». Il s'agit bien d'apprendre à sortir du port, et à naviguer librement dans les savoirs possibles, les savoir être, savoir-faire, savoir créer, savoir chercher. Savoir relier les faits et les théories, et savoir se lier aux autres. La curiosité, la créativité, l'esprit critique, l'esprit coopératif, la représentation de la réalité sous plusieurs angles, la pensée en termes de systèmes, la capacité de synthèse, la pensée expérimentale, sont autant de moyens non seulement d'acquérir des « compétences », mais de sans cesse les augmenter ».

D'après le sociologue français **Emile Durkheim**³, « 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 »⁴.

2.1.1.2.Enseignement :

Le terme enseignement fait référence à l'action de transmettre des connaissances. Il désigne la manière de traduire en éléments simples, cohérents et transmissibles, le savoir scolaire à partir duquel l'apprenant doit construire son propre savoir aux différents stades de sa progression⁵.

2.1.1.3.Pédagogie :

Selon Michel Fabre⁶ : la pédagogie se décline aujourd'hui en trois sens :

Il peut s'agir d'une « théorie pratique » de l'éducation, terme emprunté à Durkheim pour désigner une réflexion singulière sur l'action éducative en vue de l'améliorer.

- Cette réflexion pédagogique peut se formaliser en doctrine (par exemple les pédagogies Freinet, Montessori, Institutionnelle). Cette doctrine émane de la démarche précédente qui s'est systématisée.

³ Un des fondateurs de la sociologie moderne (1968) :

⁴ UNESCO 2006

⁵ www.memoireonline.com (L'enseignement/apprentissage de la lecture au collège -Chaire UNESCO, Université MARIEN NGOUABI, Brazzaville - Doctorat thèse unique 2007)

⁶ Professeur d'université en sciences de l'éducation, il conduit des recherches d'ordre philosophique sur l'éducation dans la post-modernité, la formation et l'épistémologie des savoirs scolaires. (DIALOGUE n° 141 - Avons-nous encore besoin de la pédagogie ? - juillet 2011)

- Par extension, il peut s'agir aussi, dans le langage courant, de l'art d'éduquer ou d'enseigner (on dit par exemple : c'est un bon pédagogue).

2.1.2. Différentes formes d'éducation :⁷

- **Education formelle :**

Enseignement organisé et dispensé à l'école et qui est explicitement désigné comme apprentissage (en termes d'objectifs, de temps ou de ressources). L'apprentissage formel est intentionnel de la part de l'apprenant ; il débouche généralement sur la validation et la certification.

Ou dans un contexte organisé et structuré (par exemple dans un établissement d'enseignement ou de formation, ou sur le lieu de travail

- **Les principales caractéristiques de l'éducation formelle sont :**

- ✓ L'unicité et la normativité : l'éducation formelle est prédéfinie dans un cadre législatif, applicable pour tous sur l'ensemble du territoire national.
- ✓ La hiérarchisation des enseignements (en programmes et en cycles) et des entités éducatives (suivant une organisation verticale).
- ✓ La cohérence et la permanence des enseignements à travers des programmes et des cycles allant du préscolaire à l'enseignement supérieur.

- **Education non-formelle :**

Enseignement d'un sujet en particulier, à l'intérieur de l'école ou à l'extérieur, qui est intégré dans des activités planifiées qui ne sont pas explicitement désignées comme activités d'apprentissage (en termes d'objectifs, de temps ou de ressources) mais qui comportent un important élément d'apprentissage. Education informelle Apprentissage qui découle des activités de la vie quotidienne liées au travail, à la famille ou aux loisirs. Il n'est ni organisé ni structuré (en termes d'objectifs, de temps ou de ressources). L'apprentissage informel possède la plupart du temps un caractère intentionnel de la part de l'apprenant.

2.1.3. Importance de l'éducation

L'éducation vise le « Développement général » de la personnalité de l'enfant. Certains éducateurs sont d'avis que l'un des objectifs de l'éducation devrait être de permettre à une personne de réaliser son potentiel, par le biais de l'éducation qu'un enfant devrait être équipé pour devenir ce qu'elle est capable de devenir. On rend compte que cette déclaration est un appel universel donc elle est valable pour presque tous les pays du monde.

La Commission de l'UNESCO sur l'éducation au 21 Siècle⁸, a identifié les quatre piliers de L'apprentissage qui devrait être à la base de l'organisation de l'éducation dans n'importe quelle partie du monde⁹ :

- Apprendre à connaître
- Apprendre à faire
- Apprendre à vivre ensemble

⁷UNESCO, 2004 Raisons éducatives, Olivier Maulini, Cléopâtre Montandon, Université de Genève Observatoire Compétences-emplois, Canada2 <http://www.oce.uqam.ca>

⁸ Dirigé par Jacques Delor, dans son rapport Learning the Treasure Within (1996)

⁹ Basics in Education (Textbook for B. Ed. Course) 2014

- Apprendre à être

2.1.4. Evolution de l'éducation en Algérie :

- **Période précoloniale (avant 1830)**

La fonction des mosquées soit de permettre la pratique du culte, elles ont également assumé toutes sortes d'autres fonctions notamment dans la formation des enfants et des adultes.

- **Période coloniale 1830 à 1962**

L'histoire de l'enseignement pendant l'ère coloniale est assez complexe, car elle concerne deux groupes de populations scolaires issus de deux peuplements différents. Tout au long de la colonisation, la population autochtone a exprimé une forte opposition à l'école française publique, il y avait en Algérie à cette époque, deux systèmes éducatifs, l'un mis en place par l'Administration coloniale, l'autre par les Algériens eux même, pour lutter contre l'analphabétisme, la dilution ethnique et pour le ressourcement dans les valeurs de la religion.

- **La Période postcoloniale (de 1962 à 1976)**

Considérée comme une phase préparatoire, cette période devait garantir le démarrage de l'école algérienne. Car il fallait introduire progressivement des correctifs pour asseoir un système éducatif conforme aux grands axes de développement du pays ; parmi les priorités de cette période on retiendra la généralisation de l'enseignement par la création de structures scolaires et leur implantation jusqu'à dans les zones déshéritées.

- **La période (de 1976 à 2008)**

Un système éducatif national et authentique dans ses contenus, son encadrement et ses programmes. Il s'organise en : enseignement préparatoire non obligatoire, enseignement fondamental obligatoire et gratuit d'une durée de 9 ans, enseignement secondaire général et en fin l'enseignement technique.

- **La période (2008 à ce jour)**

L'entrée en vigueur de la nouvelle loi d'orientation sur l'éducation nationale, qui coïncide avec la dernière année des réformes engagées depuis 2003, trace la nouvelle stratégie pour le futur du système éducatif qui se résume en :

- Suppression de l'école fondamentale et retour à l'ancien système d'organisation (primaire, moyen, secondaire) ;
- Promouvoir la langue tamazight et étendre son enseignement ;
- Possibilité de création d'établissements d'éducation et d'enseignement privés.¹⁰

2.1.5. Système éducatif algérien actuel :

Le système éducatif algérien est divisé en plusieurs niveaux : préparatoire, fondamental (primaire, et moyen), secondaire, professionnel et enfin l'enseignement supérieur. La construction des écoles, leurs équipements, leurs entretiens, leur gardiennage et leur sécurité sont à la charge de la commune, dirigée

¹⁰ Source : thesis.univ-biskra.dz/2707/6/Chapitre%204.pdf (ARCHITECTURE SCOLAIRE)

par un directeur¹¹. La loi n° 08-04 du 23 janvier 2008 portant loi d'orientation sur l'éducation nationale consacre, à travers les articles 10, 11, 12, 13 et 14, la garantie du droit à l'enseignement :

- **Enseignement préparatoire :**

L'éducation préparatoire au sens de la loi d'orientation correspond au stade final de l'éducation préscolaire ; elle prépare les enfants âgés de cinq à six ans à l'accès à l'enseignement primaire. La loi prévoit la généralisation progressive de l'éducation préparatoire avec le concours des institutions d'administrations et d'établissements publics, des associations ainsi que du secteur privé¹².

- **Enseignement fondamental :**

L'enseignement fondamental d'une durée de 9 ans constitue une éducation de base commune à tous les élèves ; il est assuré par l'école primaire de 5 ans, et par le collège d'enseignement moyen de 4 ans¹³.

- a. Enseignement primaire :**

D'une durée de cinq (05) ans, il est dispensé dans des écoles primaires. L'âge d'entrée à l'école primaire est fixé à six (6) ans révolus. La fin de la scolarité dans l'enseignement primaire est sanctionnée par un examen final ouvrant droit à la délivrance d'une attestation de succès¹⁴.

- b. Enseignement moyen :**

L'enseignement moyen est caractérisé par quatre années d'études, il constitue la dernière phase de l'enseignement fondamental, avec ses propres finalités et des compétences bien définies. Celles-ci assurent pour chaque élève un socle de compétences incompressibles d'éducation, de culture et de qualification lui permettant de poursuivre des études et des formations post-obligatoires ou de s'intégrer dans la vie active. L'enseignement moyen se déroule dans les collèges d'enseignement moyen.¹⁵

- **Enseignement secondaire général et technologique :**

L'enseignement secondaire général et technologique constitue la voie académique en aval de l'enseignement fondamental obligatoire, d'une durée de trois (03) ans, est dispensé dans des lycées. Il peut être dispensé dans des établissements privés d'éducation et d'enseignement agréés. Il est organisé en filières (trunks communs en première année et en filières à compter de la deuxième année).¹⁶

En analysant le système éducatif algérien et ceux des autres pays (développés en annexe1) on constate que parmi les facteurs relatifs à l'efficacité des systèmes éducatifs on distingue des facteurs liés à la politique éducative (méthodes pédagogiques ; programmes scolaires ...) ; des facteurs liés aux écoliers (assiduité, motivation...) et des facteurs liés à l'environnement scolaire (milieu scolaire, qualité des bâtiments éducatifs, qualité et suffisance du matériel et mobilier pédagogique...).

¹¹ Algérie, données mondiales de l'éducation, 7ème édition 2010/2011. Version révisée mai 2012

¹² <http://allinschool.org>

¹³ <http://www.education.gov.dz>

¹⁴ <https://www.joradp.dz>

¹⁵ Source : <http://www.education.gov.dz>

¹⁶ Source : <http://www.elmouwatin.dz>

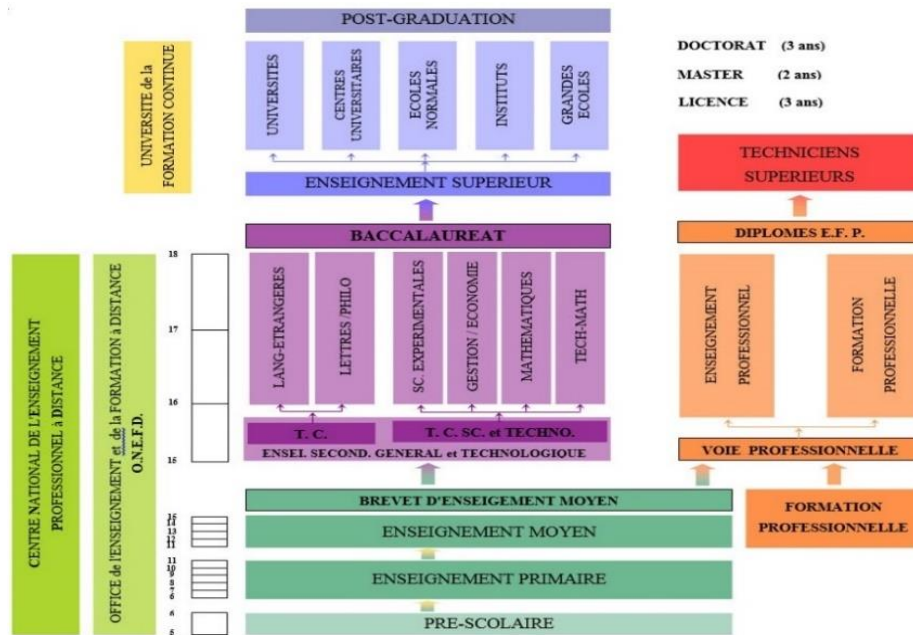


Figure 2: système éducatif algérien

Source : site officiel du ministère de l'éducation

2.2.ARCHITECTURE SCOLAIRE :

2.2.1. Établissement scolaire : ¹⁷

- **École** : Une école est un établissement où l'on accueille des individus appelés « écoliers » afin que des professeurs leur dispensent un enseignement de façon collective. Le mot école vient du latin schola, signifiant « loisir consacré à l'étude », lui-même provenant du grec scholè (« le loisir »), lequel constituait un idéal souvent exprimé par les philosophes et une catégorie socialement valorisée opposée à la sphère des tâches productives.
- **Collège** : Le collège est l'établissement de niveau moyen qui, à l'issue de l'école élémentaire, accueille tous les enfants scolarisés. Ils y suivent quatre années de scolarité : la première, la deuxième, la troisième et la quatrième année moyenne.
- **Lycée** : Etablissement d'enseignement accueillant les études secondaires, de la seconde à la terminale

2.2.2. Architecture des bâtiments scolaires en Algérie :

Dans le souci de mettre fin à la disparité qui caractérisait l'architecture des établissements scolaires au niveau national, de point de vue configuration et taille, le Ministère de l'Education Nationale a élaboré trois guides définissant les programmes et les normes à respecter pour la conception des constructions scolaires. Considérés comme les documents de base depuis 1982, les directives érigées par ces guides se résument comme suit : ¹⁸

¹⁷ Source : www.education.gouv.fr

¹⁸ Ministère de l'éducation nationale, 1982.

A. La programmation :

Le programme d'une construction scolaire a pour finalité de transcrire le plus fidèlement possible les besoins des utilisateurs pour l'exercice des différentes activités pédagogiques. Les principaux critères retenus pour déterminer la taille et les programmes techniques de ces établissements sont :

- ✓ La population scolarisable dans l'aire de recrutement considérée.
- ✓ Le cursus scolaire.
- ✓ L'organisation pédagogique de l'établissement.
- ✓ Le taux d'occupation des locaux.

B. La capacité d'accueil des établissements scolaires et leur classification :

Pour les écoles fondamentales du premier et deuxième cycle (écoles primaires) la typologie suivante :

- ✓ Ecole fondamentale type A avec 03 salles de cours pour une capacité d'accueil de 120 élèves.
- ✓ Ecole fondamentale type B avec 06 salles de cours pour une capacité d'accueil de 240 élèves.
- ✓ Ecole fondamentale type C avec 09 salles de cours pour une capacité d'accueil de 360 élèves.
- ✓ Ecole fondamentale type D avec 12 salles de cours pour une capacité d'accueil de 480 élèves.

En remarquant que la programmation des établissements scolaires en Algérie est fondée sur le critère quantitatif tout en négligeant l'aspect qualitatif d'enseignement.

2.2.3. La conception du bâtiment scolaire en Algérie :

Les recommandations émises par le ministère de l'éducation Algérien en matière de conception architecturale des établissements scolaires sont principalement les suivantes :

➤ Implantation :

Le guide des constructions scolaires recommande que le bâtiment soit construit au centre de la zone la plus peuplée. Le terrain d'implantation doit être constructible, libre de mitoyennetés et de servitudes. Il doit être aussi éloigné des voies à grande circulation, des sources de pollutions et de bruits afin de garantir les meilleures conditions de sécurité et d'hygiène.

➤ Flexibilité :

La flexibilité dans la conception architecturale du bâtiment scolaire vise à le rendre évolutif. La recherche de la flexibilité s'exerce dans trois domaines :

- ✓ **L'extension** : dans la phase de l'esquisse, l'architecte doit prévoir un agrandissement de 20 à 30 % de la surface définie au programme et de réserver le terrain nécessaire à cet effet. Seuls les types A.B.C sont susceptibles de subir une extension.
- ✓ **La polyvalence** : la conception des locaux doit permettre d'accueillir des activités diverses sans entraîner des modifications dans la construction.
- ✓ **La reconversion** : les transformations intérieures (construction ou suppression des cloisons...etc.) ne doivent pas remettre en cause la structure du bâtiment.

➤ Densité du plan de masse :

D'après le guide des constructions scolaires, l'implantation dispersée des bâtiments n'est pas compatible ni avec l'intérêt pédagogique, ni avec le souci de l'économie. Il faut rechercher la concentration des locaux en vue d'obtenir une structure ramassée sans pour autant que cela nuise aux aspects fonctionnels.

➤ **Orientation :**

L'orientation des bâtiments doit tenir compte :

- ✓ Des effets d'ensoleillement.
- ✓ Des vents dominants, de leur force, de leur fréquence.
- ✓ De la topographie du terrain.
- ✓ De l'altitude.
- ✓ Des dispositifs de ventilation naturelle des locaux ;
- ✓ De la protection à chercher par rapport aux sources de bruit.

En générale, les locaux d'enseignement seront orientés Nord-Sud. Cette disposition permet de diminuer les effets de l'ensoleillement en saison chaude. Toutefois, compte tenu des facteurs cités ci-dessus, d'autres orientations allant du Sud-Est au Sud peuvent à la rigueur être acceptées à condition de prévoir des protections solaires mobiles et une ventilation efficace.

➤ **Hauteur des bâtiments :**

Pour des raisons de sécurité, facilité et bon fonctionnement, la hauteur des bâtiments ne dépassera pas deux niveaux (R+1). Cependant, cette hauteur n'est pas limitative, elle peut dans les zones fortement urbanisées atteindre trois niveaux (R+2).

2.3.ARCHITECTURE SCOLAIRE ET L'AUTISME :

2.3.1. Autisme :

Selon la classification internationale des maladies de (CIM), l'autisme est un trouble envahissant du développement qui affecte les fonctions cérébrales.

Différentes terminologies sont utilisées : Autisme, Trouble autistique, spectre autistique, TED (Troubles envahissants du développement), TSA (Troubles du Spectre Autistique) et ASD (Autism Spectre Disorders).

L'autisme est un trouble sévère et précoce du développement de l'enfant apparaissant avant l'âge de 3ans. Il est caractérisé par un isolement, une perturbation des interactions sociales, des troubles du langage, de la communication non verbale et des activités stéréotypées avec restriction des intérêts.¹⁹

2.3.2. Principales caractéristiques d'un enfant atteint d'autisme²⁰

Le spectre autistique est large et hétérogène mais nombre de ces traits sont communs aux enfants atteints d'autisme ou de troubles autistiques :

a) Déficience prononcée dans l'établissement des rapports sociaux :

Inconscience de l'existence des sentiments d'autrui : il se comporte souvent comme si les autres n'étaient pas là :

- ✓ Apparaître désintéressé par les autres ou par ce qui se passe autour de lui ;
- ✓ Ne pas savoir comment entrer en relation avec les autres, jouer ou se faire des amis
Préférer ne pas être touché ;

¹⁹ www.vaincrelautisme.org

²⁰ PRATIQUES PÉDAGOGIQUES EFFICACES
POUR LES ÉLÈVES ATTEINTS DE
TROUBLES DU SPECTRE AUTISTIQUE

- ✓ Ne pas être capable de faire des jeux de "faire semblant" participer à des jeux de groupe, imiter les autres, ou utiliser des jouets de façon créative
- ✓ Avoir du mal à comprendre ou parler de ses sentiments

b) Déficience marquée dans la communication verbale et non verbale :

Difficulté à se servir du langage tant verbal que non verbal pour comprendre les autres et pour communiquer avec eux :

- ✓ Absence totale du langage parlé ou retard dans le développement sans compensation par les gestes ou mimiques
- ✓ Absence de réponse aux tentatives de communication des autres (pas de réaction par exemple à l'appel de son nom)
- ✓ Incapacité relative à débiter ou soutenir une conversation
- ✓ Utilisation stéréotypée et répétitive du langage (écholalies)
- ✓ Inversion des pronoms (parle à la 3ème personne)

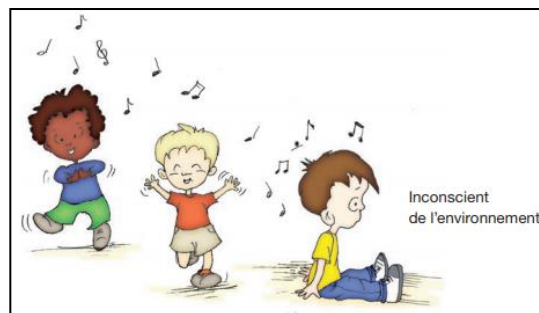


Figure 3: Jardin d'enfant (Farming Kindergarten)
Source : www.autisme.qc.ca

c) Comportements particuliers :

• Mouvements corporels stéréotypés :

Fait des mouvements inhabituels et répétitifs l'empêchant de se concentrer suffisamment sur ses activités (agite les mains, claque des doigts, tape les mains, se berce, fait des grimaces...). Ces comportements, difficiles à restreindre sans une action ciblée sont renforcés tant qu'un comportement adapté ne les remplace pas.

• Les troubles associés à l'autisme :

Les anomalies, troubles associées à l'autisme sont fréquents, ils doivent être recherchés systématiquement :

- ✓ Le retard mental : Dans une majorité de cas (environ 70%), l'autisme s'accompagne d'un retard mental plus ou moins sévère. Les autres 30% sont appelés « autistes de haut niveau ». Cette répartition est parfois contestée.
- ✓ Les déficits sensoriels, auditifs ou visuels sont beaucoup plus importants que dans la population générale
- ✓ L'épilepsie : environ 1/3 des personnes autistes présentent des manifestations épileptiques plus ou moins graves
- ✓ Des syndromes génétiques

2.3.3. Prise en charge éducative de l'enfant autiste :

Plusieurs programmes sont développés par des sociologues et psycho-pédiatres on cite ici les trois programmes les plus reconnus :²¹

²¹ Source : www.autisme.qc.ca

- **Le programme TEACCH :**

Le programme TEACCH (The Treatment and Education of Autistic and related Communication Handicapped Children)²².

C'est une approche cognitivo-comportementale a pour but de développer l'autonomie de l'enfant en aménageant son environnement. Afin de viser cet objectif, ce programme tient en compte le développement de l'autiste, de l'interaction entre les parents et les professionnels et de la structuration de l'enseignement.

- **Le programme A.B.A :**

L'ABA (Applied Behavior Analysis) est une approche comportementale qui a été perfectionnée par Lovaas²³. Dans les années 60, il a étudié les comportements des personnes pratiquant l'automutilation. Il propose alors « d'ignorer les comportements considérés comme nuisibles et de fournir une quantité importante de renforcements positifs pour chaque comportement alternatif approprié ».

- **Le programme PECS :**

Les PECS (The Picture Exchange Communication System) sont un moyen de communiquer par l'échange d'images. Ils sont souvent utilisés par des personnes atteintes d'autisme ayant un langage limité voire inexistant. Ce programme a été élaboré par Bondy et Frost dans les années 80. L'enfant apprend à s'initier à la communication puisqu'il va être amené à échanger avec l'intervenant le pictogramme correspondant à ce qu'il désire ou dont il est question. Ces pictogrammes peuvent représenter des objets, des actions, une idée.

2.3.4. Scolarisation des élèves avec autisme :

- **Scolarisation individuelle en milieu ordinaire :**

Pour certains jeunes, une scolarité en milieu ordinaire est envisageable moyennant des aménagements et surtout un accompagnement par une personne en charge de l'aide humaine à temps plein ou à temps partiel et le suivi par un service d'éducation spécialisée et de soins à domicile, ou un enseignant spécialisé.

Les jeunes présentant un syndrome d'Asperger peuvent réussir leur parcours scolaire en milieu ordinaire de l'école élémentaire à la terminale et jusqu'à l'enseignement supérieur pour certains.

- **Scolarisation dans un dispositif collectif d'intégration :**

Pour être admis dans un dispositif collectif de scolarisation, les jeunes autistes doivent être capables d'assumer les contraintes et les exigences de la vie en collectivité et de communiquer avec les autres.

Selon les possibilités locales, les élèves autistes sont accueillis dans des dispositifs spécifiques à l'autisme ou bien avec des élèves présentant des troubles des fonctions cognitives.

En unité localisée pour l'inclusion scolaire au niveau élémentaire puis en collège ou lycée, les élèves autistes suivent les cours d'un enseignant spécialisé et sont inclus plusieurs heures en classe avec leurs camarades valides.

²² Traitement et éducation d'enfants atteints d'autisme et de troubles apparentés de la communication

²³ Ole Ivar Løvaas est un psychologue norvégien

• **Gestion de l'enseignement en classe de l'enfant autiste :**

- ✓ Dès le début de l'année, organiser une rencontre avec les parents, l'élève et les spécialistes concernés pour déterminer les besoins particuliers de l'élève. Avoir des attentes réalistes.
- ✓ Le cheminement de l'élève sera meilleur s'il évolue au sein d'une même structure à la maison et à l'école.
- ✓ Développer un plan d'intervention personnalisé pour assurer un apprentissage efficace.
- ✓ Les élèves souffrant d'autisme peuvent paniquer devant les changements de routines. Donner à l'élève suffisamment de temps pour se familiariser avec les nouvelles routines et les nouveaux environnements et les maintenir avec le moins de changements possible.
- ✓ Comprendre que l'élève autiste a un style d'apprentissage unique et apprendre à adapter vos stratégies pour cet élève ; par exemple, augmenter les limites de temps pour permettre à l'élève de traiter l'information. Aider l'élève à se concentrer sur l'activité d'apprentissage (pré-enseignement, enseignement et post-enseignement).
- ✓ Choisir des méthodes d'apprentissage qui reposent sur des activités concrètes, tangibles et qui font appel à du matériel visuel. Comme le traitement des notions abstraites est souvent difficile, enseigner d'un point de vue fonctionnel, pratique.

2.3.5. Architecture spéciale pour les enfants autistes :

a) Stimulation sensorielle :

Les sens à stimuler :

- ✓ Le sens vestibulaire : qui affecte l'équilibre
- ✓ Le mouvement, doit également être développé et l'architecture doit offrir des opportunités pour courir, ramper, sauter, se balancer, grimper, etc., mais également pour se reposer.
- ✓ Le toucher est également l'un des sens les plus importants à développer. Il est considéré comme le sens le plus critique chez l'enfant autiste, mais également comme étant le sens le plus fiable.

Il permet ainsi de mieux comprendre le monde qui nous entoure. C'est pourquoi l'expérience tactile est primordiale au développement de l'enfant. Pour les hypo-sensibles, il est donc essentiel d'utiliser des textures stimulantes variées et contrastantes sur les surfaces près des enfants comme le plancher ou le bas des murs²⁴.



Figure 4: Utilisation de textures au sol, Fawood Children Center

Source : <http://www.alsoparchitects.com>

Les matériaux naturels et vivants, tels que le bois, la brique et la pierre, sont souvent les plus appréciés, car ce sont des matériaux irréguliers. Ils sont à la fois stimulants chaleureux et apportent un sentiment de confort rappelant la maison. Des textures douces, confortables et réconfortantes sont souvent utilisées pour apaiser l'enfant hypersensible.

²⁴ www.autisme.qc.ca



Figure 6: Utilisation de matériaux naturels,
Hazel Wood School
Source : <http://www.topboxdesign.com>



Figure 5: Utilisation de textures au mur,
Anansi Playground Building
Source : <http://www.muldersvandenberk.nl>

b) Nouvelles techniques et technologies de stimulation sensorielle :

Au cours des dernières années, plusieurs approches de stimulation sensorielle ont été développées, notamment les salles Snoezelen un exemple des environnements multisensoriels. Ces univers relaxants permettent de développer les capacités de l'enfant par l'éveil sensoriel et l'interaction avec différents types d'éléments dans un environnement adapté²⁵.

2.3.6. Enjeux pour un milieu contient des enfants autistes :

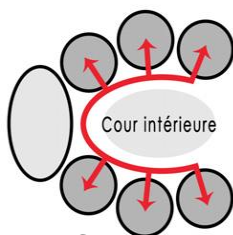
2.3.6.1. Simplicité des lieux :

A. Un plan clair qui limite le niveau de détails :

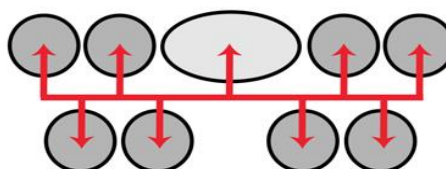
Selon Alice Yardley (1973), professeur et auteur, dans tout environnement conçu pour les enfants, la simplicité est essentielle afin de favoriser la compréhension de l'espace, mais également pour stimuler l'imaginaire de l'enfant.

Les bâtiments ayant une typologie « cour centrale » ou en « C », en « L » ou en « U » permettent une vue d'ensemble du bâtiment, mais souvent à partir de l'extérieur, de la cour centrale. Il est donc important de créer une zone commune intérieure qui permettra également de bien comprendre l'ensemble du bâtiment.

La typologie sous forme de « rue intérieure » est un peu moins lisible, puisque le corridor, tout dépendant de sa largeur, permet difficilement d'avoir une vue générale et ainsi de bien comprendre l'espace.



Typologie « en C »



Typologie « rue intérieure »



Figure 7: Exemple de salle Snoezelen
Source : La Pratique SNOEZELEN
Conférence AURA 77 27 novembre 2014

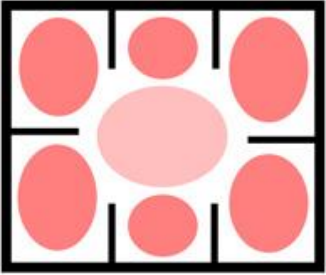
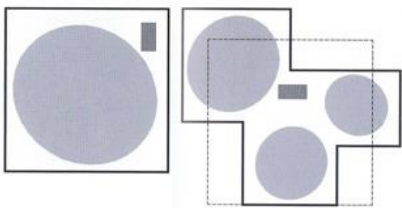
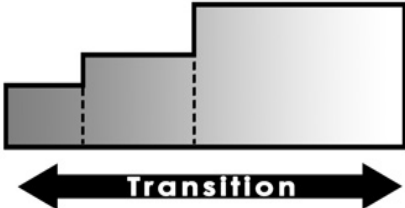


Figure 8: Réduction du
niveau de détails de la fenêtre
Source : Humphreys,

²⁵ Épanouissement sensoriel : La diversité architecturale du milieu de garde inclusif intégrant des enfants atteints de troubles envahissants du développement.

B. Un environnement prévisible qui intègre des points de repère et des zones de transition

Comme les changements peuvent être déstabilisants chez l'enfant autiste, il est essentiel de favoriser un environnement facilement prévisible afin d'assurer un sentiment de sécurité

La création d'une séquence spatiale, par la compartimentation et la création de zones définies, facilite le repérage de l'enfant dans l'espace	 Figure 9: Compartimentation de l'espace, Multiplicité des zones d'activités
La classe articulée en plusieurs centres offre plus de possibilités d'activités et permet ainsi de mieux répondre aux besoins de chacun	 Figure 10: Classe Standard vs classe articulée, multiplicité des centres Source : Hertzberger, 2008 ; 24-25
L'utilisation de zones de transition entre les fonctions de nature différente permet de mieux appréhender l'espace, ce qui réduit le niveau de stress et favorise le bien-être chez l'enfant	 Figure 11: Zone de transition entre les espaces de nature différente

C. Les courbes et les formes organiques, plus « friendly » :

Plusieurs auteurs dénotent la préférence des lignes courbes et des formes organiques chez l'enfant (Mesmin, 1973) En effet, les formes organiques et les lignes courbes représentent davantage la **vie**, la **nature**, le **changement** et seraient plus appropriées pour les enfants qui sont constamment en **mouvement**.

Christopher Beaver (architecte) abonde en ce sens en mentionnant que les formes courbes, plus «friendly», sont davantage appréciées des enfants autistes pour leur **caractère informel**. De plus l'utilisation de murs courbes est plus **sécuritaire**, car elle permet d'éviter les coins aigus ou à angle droit

Forme rigide / forme souple, espace fixe / espace changeant.



Figure 12: les courbes et les formes organiques plus friendly

Source : <http://www.hollandbloorview.ca>

2.3.6.2. Variété et la qualité des ambiances :

➤ Espaces de groupe/espaces individuels :

Étant donné l'étendue et la diversité des besoins des enfants autiste, il s'avère essentiel de créer une variété d'ambiances à l'intérieur du milieu de garde afin de favoriser les besoins de tous. Cela implique à la fois des espaces communs et des espaces privés, car l'enfant doit avoir le choix d'être seul et de s'isoler dans un espace privé, d'être en petit groupe de deux ou trois, ou encore d'être en grand groupe, dans un espace commun²⁶. Idéalement, l'environnement devrait prévoir dans un même endroit, des lieux de retrait adjacents aux lieux communs.

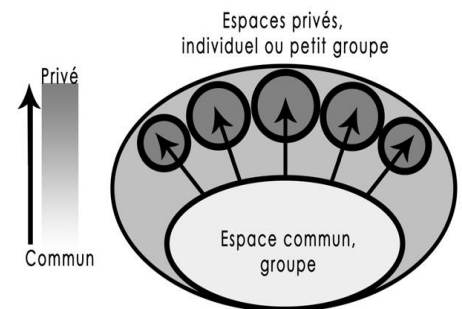


Figure 13: Choix d'espace privé ou d'espace commun

Source : Épanouissement sensoriel

➤ Espaces stimulants/espaces non stimulants :

Les espaces **de retrait** le sont tout autant pour permettre à l'enfant de se retirer lorsqu'il en ressent le besoin et ainsi d'éviter une surcharge de stress et d'anxiété²⁷.

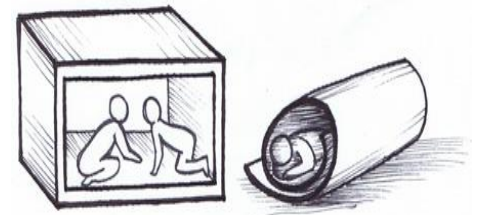


Figure 14: Alcôve, espace de retrait, milieu enveloppant

Source : Épanouissement sensoriel

➤ Petits ou grands espaces :

Selon *Christopher Henry* (2011), consultant pour la conception de milieux adaptés aux besoins particuliers, il existe un débat en ce qui a trait à la dimension favorable de l'environnement pour les enfants autistes. Certains sont d'avis que les espaces doivent être maintenus dans de plus petites proportions. Par exemple, selon la firme d'ingénierie et d'architecture *Fletcher Thompson*, il est favorable de conserver un plafond bas, de petits volumes et des zones d'apprentissage intimement proportionnées.



Figure 15: Une variété de formes, d'ambiances et d'espaces pour combler tous les besoins

Source : Épanouissement sensoriel

➤ Variété et flexibilité :

Plusieurs architectes ont donc tenté de résoudre ce problème d'échelle en créant des lieux de dimensions variées dans leurs projets, soit un mélange de petits et de grands espaces (Henry, 2011). Il y a également une tendance à la flexibilité des espaces, soit le fait de créer des environnements multifonctionnels qui s'adaptent selon les besoins²⁸. Par exemple, l'architecte *Christopher Beaver* (2010) amène l'idée d'un grand espace qui peut être subdivisé, permettant ainsi d'avoir plusieurs petits espaces selon les besoins. *Christopher Henry* (2011) rappelle toutefois qu'il ne faut pas pousser le principe de flexibilité trop loin. Effectivement, l'espace doit répondre à tous les besoins des enfants autistes et il y a un juste milieu à atteindre en termes de flexibilité.

²⁶ Selon l'Institut de l'enfance et de la famille, 1991; Scott, 2009; Henry, 2011

²⁷ Selon (Khare et Mullick, 2009; Beaver, 2010).

²⁸ Selon (Institut de l'enfance et de la famille, 1991; Woodcock, 2006; Rousseau, 2008; Khare et Mullick, 2009)

2.3.6.3. Contrôle des ambiances physiques :

Comme l'enfant autiste est très sensible à son environnement, celui-ci doit lui procurer un maximum de confort, et ce principalement en ce qui a trait à la lumière, au contrôle de la température, de la ventilation et surtout au point de vue de l'acoustique.

- **Lumière :**

Il y a certains types d'éclairage à éviter, en particulier l'éclairage fluorescent qui est à proscrire puisque certains enfants seront très sensibles au vacillement produit par cet éclairage (Beaver, 2010; Moffitt, 2011).

La plupart des recherches faites sur le sujet tendent à démontrer que l'éclairage naturel est bénéfique au bien-être des occupants et favorise l'apprentissage chez l'enfant (Woodcock, 2006; Beaver, 2006, 2010; Day, 2007; Humphrey, 2011).²⁹ Par exemple, l'utilisation de puits de lumière est une bonne façon d'apporter une bonne quantité d'éclairage naturel.



Figure 17: Exemple d'éclairage naturel contrôlé avec éclairage d'appoint artificiel, Netley School Autistic Resource Base
Source : <http://www.archdaily.com>



Figure 18: Exemple d'éclairage naturel contrôlé, Baldufka Kindergarten
Source : <http://www.archdaily.com>



Figure 16: Exemple de puits de lumière, Hestia
Source : <http://www.archdaily.com>

- **Chauffage :**

Les enfants sont majoritairement très près du sol, un chauffage, de type radiant, intégré dans le plancher est plus favorable que l'utilisation de radiateurs

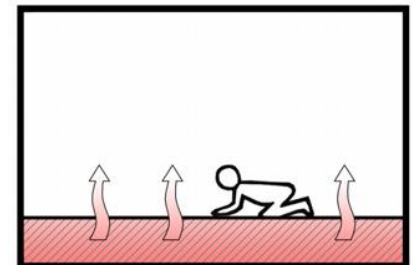


Figure 19: Chauffage radian, mieux adapté aux enfants près du sol
Source : <http://www.hollandbloorview.ca>

2.4. ARCHITECTURE DURABLE DES ETABLISSEMENT SCOLAIRE :

L'architecture d'aujourd'hui favorise la démarche environnementale associe le confort et la santé des êtres humains prendre les mesures qui s'impose pour assurer la qualité de vie des futures générations. Cette démarche de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture fonctionnelle et respectueuse l'environnement.³⁰

²⁹Épanouissement sensoriel : La diversité architecturale du milieu de garde inclusif intégrant des enfants atteints de troubles envahissants du développement.

³⁰ Livre Dominique Gauzin-Muller « architecture écologique » 2001.

2.4.1. DEFINITION DES CONCEPTS LIES A LA DURABILITE :

2.4.1.1.Développement durable en architecture :

Le développement durable indique une façon réfléchie de concevoir le présent en tenant compte des effets à long terme, tant au niveau économique, environnemental et social.

En architecture, cette ligne de penser devient de plus en plus importante et reconnue comme étant la marche à suivre pour améliorer le sort des générations futures. En effet, on estime actuellement que la démolition et la construction de bâtiments est responsable de près de 35% des gaz à effet de serre. Il est donc important que les acteurs principaux, notamment les architectes, posent des gestes concrets pour être plus respectueux de l'environnement et offrir de meilleures perspectives d'avenir.³¹

2.4.1.2.Architecture et l'environnement :

Elle est définie comme le mode de conception architecturale qui recherche la meilleure adéquation possible entre le climat, le bâtiment et le confort de l'occupant, elle permet :

- De participer au confort et à la santé des usagers.
- De réduire les besoins énergétiques en s'adaptant au climat environnant.³²

2.4.1.3.Architecture durable :

L'architecture durable est un système de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse de l'environnement et de l'écologie. C'est une science qui sert à mieux gérer notre milieu physique et naturelle, c'est en quelque sorte de concevoir et construire en harmonie avec la nature ; vise à satisfaire trois exigences complémentaires³³ :

- ✓ Préserver : les ressources naturelles en optimisant leurs usages.
- ✓ Créer : une bonne conception en harmonie avec son environnement.
- ✓ Maîtriser : les impacts des constructions sur l'environnement.

a) L'Objectif d'Architecture Durable :

- ✓ Promotion de l'équilibre.
- ✓ Amélioration de notre bien-être,
- ✓ Durabilité de nos ressources naturelles.
- ✓ Protection de la santé et de tous les habitants de la planète

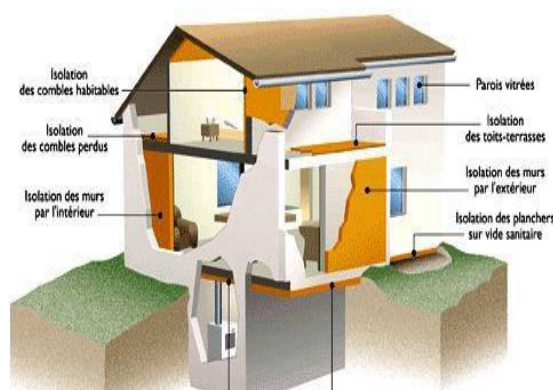


Figure 20: Isolation du Bâti au But de Réduire les Pertes Énergétiques

Source : <http://www.demain-ma-maison.com>

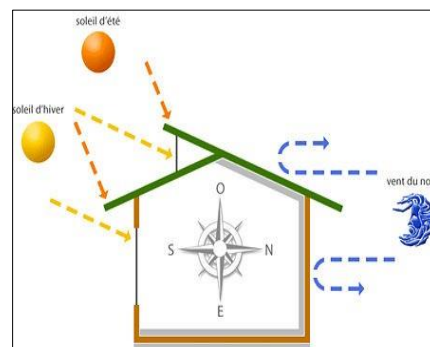


Figure 21: l'effet d'Orientation du Maximiser les Apports d'Énergies Naturels

Source : <http://www.demain-ma-maison.com>

³¹ www.groupeleclerc.ca

³² site : <http://www.urcaue-idf.archi.fr>

³³ (www.architecture_écologique.com)

b) L'Enjeu Clé de l'Architecture Durable :³⁴

Orientation du Bâtiment :

La conception judicieuse d'un bâtiment en fonction des conditions du terrain (ensoleillement, présence de zones boisées, surfaces exposées aux vents...) permet de maximiser les apports d'énergies naturels et de minimiser les pertes d'énergies.

La Forme du Bâtiment :

La surface totale exposée à l'extérieur est un facteur de déperdition d'énergie, un bâtiment présentant une surface extérieure étendue aura tendance à perdre plus de chaleur.

La Végétation :

Planter des arbres à feuilles caduques est également une solution écologique pour favoriser la régulation de l'ensoleillement tout en améliorant la qualité de l'air par la photosynthèse naturelle.

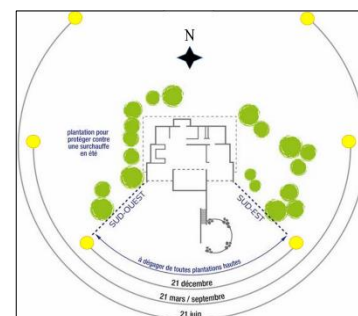


Figure 22: Rôle de Végétations dans la Conception Durable
Source : [http:// www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

La Gestion de l'Eau, de l'Air et des Déchets :

Un poste ou de nombreux gaspils énergétiques peuvent être épargnés. L'énergie perdue lors de l'évacuation des déchets et eaux usées peut être récupérée et réinjectée dans le bâtiment par des systèmes qui permettent de chauffer l'eau ou l'air propre, comme des pompes à chaleur.



Figure 23: Recyclage des Déchets
Source : <http://www.bassinpompey.fr>

La Production d'Energie :

Pour compenser leur consommation d'énergie, les immeubles produisent leur propre énergie à partir de sources renouvelables. Énergie solaire, biomasse, géothermie... les meilleures sources sont identifiées selon la localisation et l'environnement de chaque projet. (Green Office, s.d.)

L'Isolation Thermique :

Élément le plus efficace et le moins coûteux pour réduire les pertes énergétiques, une bonne isolation thermique est une des clés de la construction durable.

La Récupération de Chaleur :

La récupération de chaleur permet nous de minimiser la consommation d'énergie.



Figure 24: Exemple d'un Bâtiment à Énergie Positive (Green Office Meudon)
Source : <http://www.connaissancedesenergies.org>

³⁴ Architecte de Bâtiments, mars 2017

2.4.2. QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES :

2.4.2.1.Le choix du site :

La localisation des établissements scolaires doit favoriser l'accès à l'éducation. Les sites retenus pour la réalisation de bâtiments et de groupes scolaires doivent être choisis en fonction d'un certain nombre de critères de qualité, dans le but d'assurer le bien-être des enfants et du corps enseignant et de permettre le bon déroulement des activités pédagogiques.

- ✓ La compatibilité du terrain proposé avec les exigences de la planification des activités scolaires existantes et futures ;
- ✓ Les possibilités d'accès et la proximité des arrêts de transports publics ;
- ✓ Les distances à parcourir par les élèves et les mesures prises pour éviter les dangers de la circulation ;
- ✓ Le terrain doit bénéficier d'un bon ensoleillement. Il devrait être à l'écart des sources de bruit et de pollution de toute nature, ainsi qu'à l'abri des vents violents ;
- ✓ L'orientation est fonction des conditions climatiques, des vues, de l'ensoleillement, de l'éclairage. Elle doit correspondre à la conformation architecturale et à l'affectation des salles (classes normales, classes spéciales, services) ;
- ✓ Les implantations de bâtiments engendrant des perturbations réciproques (bruit, relations visuelles directes gênantes, etc.) doivent être évitées.

2.4.2.2.La conception architecturale :

La conception de l'école devrait pouvoir fournir un environnement éducatif approprié pour apprendre. Ainsi le rapport des différents éléments de l'école devrait être clairement défini. La conception d'école est la conséquence de l'organisation de ces éléments sur un emplacement donné selon le type du rapport entre les différents éléments. Un bon environnement éducatif peut être obtenu par une bonne organisation organique de l'espace.

Les principaux éléments conceptuels sont :

- ✓ L'organisation spatiale.
- ✓ L'insertion du projet dans son environnement.
- ✓ Le choix de partie architecturale.
- ✓ L'orientation des constructions.
- ✓ La flexibilité des espaces.

2.4.2.3.Le choix des matériaux et procédés de construction :

Le choix des systèmes constructifs et matériaux de construction fait habituellement appel à des critères architecturaux : fonctionnels, techniques, esthétiques, de durabilité ou de coût.

Pour optimiser la qualité des matériaux de construction. Le choix rationnel doit être effectué selon une critériologie conforme aux exigences du confort des occupants et de leur santé, du prix, du respect de l'environnement, des normes et règlements incendie de l'esthétique et bien sûr de la maintenance.

2.4.2.4. Conforts :

a) Confort visuel :

Le confort visuel, est une condition très importante pour un établissement d'enseignement, est à prendre en compte dès l'amont du projet, son principal objectif est de fournir des conditions d'éclairage suffisantes pour exercer les activités scolaires, tout en offrant un environnement lumineux confortable, stimulant et attrayant. Bien que l'éclairage naturel procure une meilleure qualité de lumière, tant au niveau physiologique que psychologique, qu'un éclairage artificiel, l'utilisation de la lumière naturelle combinée à un éclairage artificiel performant sont les bases pour une utilisation rationnelle de l'énergie électrique. L'éclairage artificiel doit donc être considéré comme le complément de la lumière naturelle.

Critères d'exigences pour l'éclairage des locaux scolaires³⁵

TYPE DE TÂCHE OU D'ACTIVITÉ	ÉCLAIREMENT MOYEN À MAINTENIR, EN LUX	UNIFORMITÉ U_0	LIMITATION ÉBLOUISSEMENT UGR	INDICE DE RENDU DES COULEURS R_a
Salle de jeux	300	0,6	19	80
Crèche	300	0,6	19	80
Salle de travaux manuels	300	0,6	19	80
Salle de classe primaire et secondaire	300	0,6	19	80
Salle de classe – cours du soir et d'adultes	500	0,6	19	80
Salle de conférences	500	0,6	19	80
Tableau noir	500	0,7	19	80
Salle de dessin industriel	750	0,7	16	80
Salle de travaux manuels	500	0,6	19	80
Salle informatique	300	0,6	19	80
Laboratoire de langues	300	0,6	19	80
Hall d'entrée	200	0,4	22	80
Circulation, couloir	100	0,4	25	80
Escaliers	150	0,4	25	80
Salle des professeurs	300	0,6	19	80
Bibliothèque, salle de lecture	500	0,6	19	80
Hall de sport, gymnase, piscine – NF EN 12193	300	0,6	22	80
Cantine scolaire	200	0,4	22	80
Cuisine	500	0,6	22	80

Tableau 1 : Critères d'exigences pour l'éclairage des locaux scolaires

• Rendu des couleurs :

Le rendu des couleurs est la capacité d'une source de lumière à reproduire de façon aussi fidèle que possible les couleurs des surfaces (8 couleurs test de R1 à R8) par rapport à une source de lumière de référence. Cette propriété est caractérisée par l'indice de rendu des couleurs R_a . (En anglais : Colour Rendering Index CRI). Le meilleur rendu des couleurs correspond à l'indice $R_a = 100$.

Les sources de lumière sont classées en différents niveaux de rendu des couleurs :

- ✓ $R_a > 90$ très bon rendu des couleurs
- ✓ $R_a > 80$ bon rendu des couleurs

Un rendu des couleurs inférieur à 80 ne doit pas être sélectionné pour les postes de travail.

³⁵ Dossier Lumières et enfance ; LUX N° 259 SEPTEMBRE/OCTOBRE 2010

Si, exceptionnellement, des sources de lumière avec un indice de rendu des couleurs inférieur à 80 sont utilisées, il faut veiller à ce que les couleurs de sécurité puissent être identifiées sans problème.

Les couleurs de test saturées de R9 à R14 sont parfois également utilisées pour déterminer les propriétés spécifiques d'une source de lumière. Le rendu de ces couleurs est spécifié séparément.

R ₁ Vieux		R ₅ Bleu turquoise	
R ₂ Jaune moutarde		R ₆ Bleu ciel	
R ₃ Vert		R ₇ Violet	
R ₄ Vert		R ₈ Lila	
R ₉ Rouge		R ₁₂ Bleu	
R ₁₀ Jaune		R ₁₃ Couleur chair	
R ₁₁ Vert		R ₁₄ Vert feuille	

Figure 25: rendu des couleurs

Source Manuel pratique de l'éclairage ; 4e édition Avril 2018

b) Le confort acoustique :

Le confort acoustique a une forte influence sur la qualité de vie des utilisateurs, dans certains cas, il ne s'agit plus de confort, mais tout simplement de santé. Pour les établissements d'enseignement, il est indispensable de prendre en considération la sonorité du local dans lequel se trouve l'utilisateur : une salle de classe doit être correctement isolée de la classe voisine, mais sa sonorité propre doit être telle que l'enseignant puisse se faire entendre de ses élèves sans forcer constamment la voix et les élèves doivent percevoir un message non brouillé par de multiples échos provoqués par une trop grande réverbération des parois.

Une perturbation dans la qualité de l'environnement sonore peut alors réduire l'efficacité de la tâche d'apprentissage. Il est important de mentionner que les niveaux sonores, au maximum admis au voisinage immédiat d'établissement d'enseignement d'une façon générale est de 45 dB en période diurne (de 6 heure à 22 heure) et de 40 dB en période nocturne. Le niveau de 65 dB(A) (le jour) est souvent considéré comme seuil de gêne et de fatigue.

Pour répondre favorablement aux meilleures conditions de confort acoustique à l'intérieur des espaces d'enseignement l'architecte doit apporter toute son attention aux différentes nuisances dues aux bruits pouvant provenir :

- ✓ Des bruits aériens intérieurs.
- ✓ Des bruits aériens extérieurs.
- ✓ Des bruits d'impacts sur les parois.
- ✓ Des bruits d'équipements.

Pour obtenir un confort acoustique de qualité, le maître de l'œuvre doit :

- ✓ Eloigner, autant que possible, les établissements scolaires des sources de bruit comme les voies à grande circulation, les aéroports et les installations industrielles.
- ✓ Etudier l'implantation, l'orientation et la configuration des bâtiments en fonction des sources de bruits repérées.
- ✓ Prévoir éventuellement des écrans antibruit.
- ✓ Renforcer l'isolation acoustique au niveau des murs et des planchers.
- ✓ Utiliser des matériaux assurant une correction acoustique performante.

c) Le confort hygrothermique :

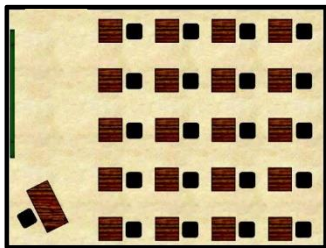
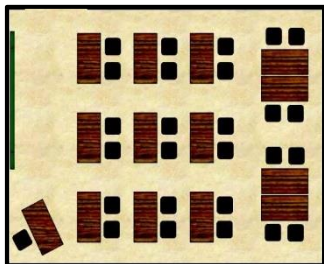
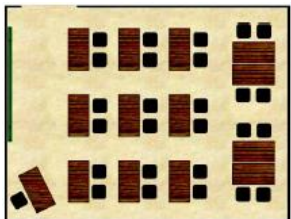
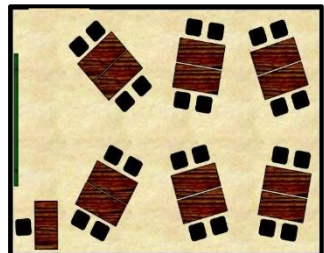
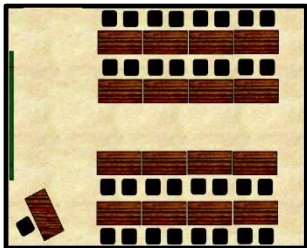
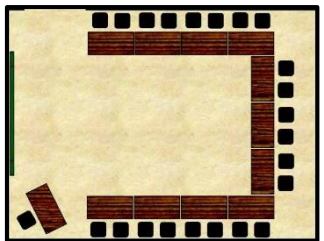
Le confort hygrothermique se caractérise par la sensation que ressent l'individu par rapport à la température et à l'humidité ambiante du local où il se trouve.

Un confort thermique de haute qualité résulte d'interventions à de multiples niveaux tels que :

- ✓ L'implantation des bâtiments : utilisation des particularités locales : climat, vents dominants, relief, ensoleillement, végétation....
- ✓ L'isolation thermique.
- ✓ L'inertie thermique.
- ✓ La réduction de la surface des parois d'échange de chaleur.
- ✓ La ventilation naturelle.
- ✓ Protections solaires.

d) Le confort psycho-spatial :

Le confort psycho-spatial perçu par les utilisateurs des établissements scolaires est inclus dans la notion d'ambiance architecturale qui fait appel à des phénomènes subjectifs. Il est notamment question de sentiments, d'émotions ressenties par les usagers. L'espace éducatif n'est jamais neutre. Son aménagement, sa forme, son esthétique, ses couleurs, la qualité des équipements qui s'y trouvent et de leur disposition, sont les principaux facteurs qui influent sur la perception des individus.³⁶

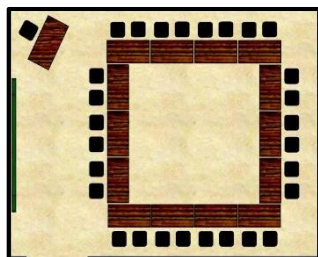
Les différentes dispositions des tables	
La disposition frontale avec des tables individuelles. Chaque élève dispose d'une table individuelle, face au tableau. Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : l'évaluation écrite individuelle. 	La disposition frontale avec des tables doubles. Les élèves sont par deux, face au tableau. Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : exercices individuels ou par deux. 
La disposition frontale avec des tables doubles et quelques tables de groupes. Les élèves sont face au tableau et peuvent participer de temps en temps à des travaux de groupes. Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : exercices individuels et groupes en activité de différenciation. 	La disposition en groupes. La classe est composée de plusieurs tables de groupes. Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : activité de recherche en groupes. 
La disposition face à face, en débat. Deux rangées de tables se font face, de part et d'autre d'une allée centrale. Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : débat argumentatif. 	La disposition en U. Les élèves sont disposés en U, certains face au tableau, d'autres sur le côté. Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : présentation orale. 

³⁶ Source : CAPACCHI, Françoise Maria. « La salle de classe, ressource pour apprendre », Cahiers pédagogiques. 461 (03/2008), p.61-62

La disposition en carré (ou en cercle).

Les élèves sont placés dans un cercle fermé. Ils peuvent tous se voir.

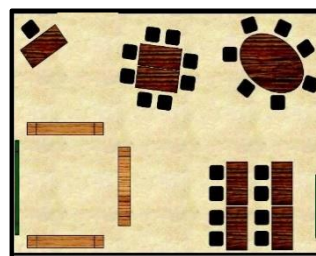
Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : conseil d'élèves.



La disposition en ateliers et en frontal, avec coin regroupement.

La classe est organisée avec des tables groupées, des tables face au tableau, un espace pour se regrouper.

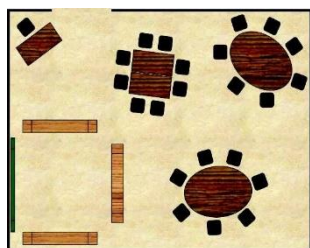
Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : écriture et activités en ateliers.



La disposition en ateliers avec coin regroupement.

La classe s'organise avec des tables groupées et un espace pour se regrouper.

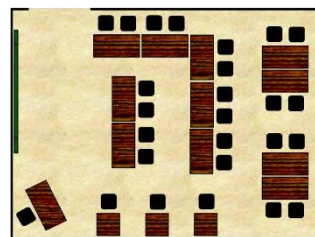
Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : activités en ateliers.



La disposition multiple.

La classe comporte à la fois des tables en face du tableau, des tables individuelles, des tables de groupes, etc.

Exemple d'une situation d'apprentissage adaptée à cette disposition : activités et ateliers autonomes.



e) Le confort olfactif et la qualité de l'air :

L'amélioration de la qualité de l'air dans les locaux à usage d'enseignement résulte de deux séries de mesures, à savoir :

- La limitation des polluants à la source :
 - ✓ Choix des matériaux de construction ;
 - ✓ Choix des produits d'entretien ;
 - ✓ Disposition et conception des locaux de déchets ;
 - ✓ Traitement de l'air neuf.
- La conception d'une ventilation adaptée à l'usage des locaux :
 - ✓ Débits de renouvellement d'air suffisants ; (un renouvellement d'air d'environ 15 m³ par heure et par personne est nécessaire dans les salles de classe)
 - ✓ Implantation des bouches d'entrée d'air.

2.4.2.5. La sécurité :

Les bâtiments scolaires doivent être conçus de façon à fournir à l'apprentissage une sécurité satisfaisante, et dont les principaux axes doivent porter sur les points suivants :

- ✓ Assurer la sécurité des établissements scolaires selon une approche multirisques (Incendie, séisme, inondation, cyclone ...etc.).
- ✓ Établir des normes minimales de sécurité, susceptibles d'être respectées pour orienter la conception des infrastructures scolaires nouvelles.
- ✓ Eviter d'implanter les établissements sur des terrains instables et à haut risques.
- ✓ Eviter l'implantation des établissements scolaires, à proximité du périmètre immédiat d'équipements sources de nuisances.

2.4.2.6. Mobilier scolaire :

Le mobilier scolaire et le matériel pédagogique en général, sont des éléments fondamentaux de l'ambiance intérieur par leur nombre, leurs formes, leurs matières, leurs couleurs, leurs encombrements, leurs possibilités d'évolution, leurs mobilités...etc. Ils doivent répondre au mieux à toutes les fonctions pour lesquelles ils ont été conçus et choisis. La conception du mobilier doit être adaptée aux besoins des élèves.

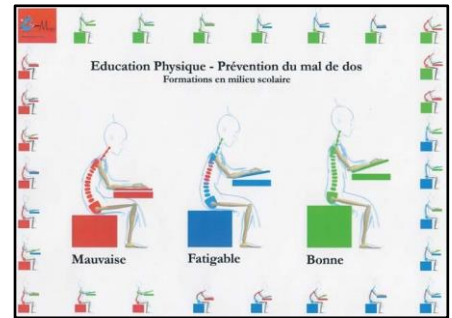


Figure 26: Mobilier scolaire ergonomique

2.4.2.7. Consommation énergétique :

La gestion de l'énergie est un paramètre très important de la politique énergétique des établissements scolaires. Elle concerne à la fois le chauffage, la climatisation, la ventilation, l'éclairage et les équipements (informatiques et audiovisuels). Il ne s'agit pas d'économie des consommations et de l'amélioration de la qualité énergétique uniquement, mais aussi d'adopter les technologies énergétiques performantes dans les projets de construction d'écoles et d'encourager le recours aux énergies renouvelables et favorables à l'environnement : (l'hydraulique, l'éolien, le solaire thermique, la géothermie, la biomasse, le biogaz).

2.4.2.8. Gestion des déchets :

La gestion des déchets au niveau des établissements scolaires est une forte préoccupation de l'approche environnementale, son objectif est d'en réduire la production, limiter la nocivité, et prévoir leur recyclage éventuel.

- ✓ Les déchets de papier, carton, plastiques, verre etc. ;
- ✓ Les déchets végétaux ;
- ✓ Les déchets organiques ;
- ✓ Les déchets alimentaires provenant des réfectoires ;
- ✓ Les déchets chimiques émanant des laboratoires.

2.4.2.9. Gestion de l'eau :

L'approche qualité environnementale des établissements scolaires en matière de gestion des ressources en eau, vise à assurer une eau potable de qualité et en quantité suffisante, et d'assurer, de façon permanente :

- Une gestion efficace de l'eau s'appuie sur :
 - ✓ L'économie de l'eau potable
 - ✓ Limiter les fuites ;
 - ✓ Eviter le gaspillage ;
 - ❖ Réserver son utilisation uniquement aux usages pour lesquels elle est indispensable (pour boire, préparer les aliments, laver la vaisselle et pour l'entretien corporel).
 - ❖ Récupération et recyclage des eaux pluviales et eaux grises (lavabos et douches), pour l'arrosage, le nettoyage et l'alimentation des chasses d'eau

SYNTHESE DE CHAPITRE :

Cette recherche thématique a ciblé les notions relatives à l'éducation et à la durabilité. La particularité de la structure scolaire à concevoir nous a poussé à approfondir nos connaissances sur les enfants autistes et les conditions de leur scolarisation. Notre choix est porté sur une école primaire qui assure la scolarisation de cette catégorie dans un milieu scolaire ordinaire donc l'enfant autiste aura la chance de suivre ses études dans la même école que l'enfant normal.

Pour assurer cette mission les espaces composants cette école doivent être flexibles et intégrer des sections réservées uniquement aux enfants autistes tel que les salles Snoezelens.

Ainsi que la durabilité des bâtiments nous conduit à adopter une démarche durable environnementale qui permet au projet de tirer profit des potentiels du contexte afin d'assurer le confort des usagers. L'architecture durable des établissements scolaires est une conception qui met en avant le respect de l'environnement et de l'écologie.

3. Chapitre analytique



INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous allons analyser quatre exemples pour comprendre la conception des groupements scolaires (école maternelle, école primaire) et l'utilisation des techniques d'architecture durable dans les zones à climat froid et semi-aride.

3.1.CHOIX DES EXEMPLES :

Exemples	Climat	Programme	Technique de durabilité
01) jardine d'enfant	Tropicale	Similaire avec notre programme	Jardin éducatif
02) Groupe scolaire à Saint-Denis	méditerranéen	Similaire avec notre programme	Jardin éducatif
03) un foyer pour les enfants autiste	océanique	Similaire avec notre programme	/
04) académique énergie Europe	méditerranéen	Domaine éducation	Atrium

Tableau 2 : critères du choix des exemples

3.2.EXEMPLE 01 : JARDIN D'ENFANT (FARMINGKINDERGARTEN):

3.2.1. Fiche De Présentation Du Projet :

Emplacement : Biên Hòa, Dong Nai, Vietnam

Année du projet : 2013

Architects: Architects Vo Trong Nghia

Surface: 3800,0 m²

Gabarit : R+1

Capacité d'accueil : 500 enfants

L'État : en fonction

Le Climat : Tropical, (Les températures moyennes annuelles de 22 à 27°C) beaucoup de pluie et d'humidité.

Le jardin a été conçu par l'entreprise vietnamienne **Vo Trong Nghia Architects** comme un prototype de conception d'école durable, dans laquelle les enfants peuvent apprendre à cultiver leur propre nourriture. Il est destiné à 500 enfants d'âge préscolaire, est un prototype d'espaces d'éducation durables dans les climats tropicaux.



Figure 27: Jardin d'enfant (Farming Kindergarten)
Source : archdaily



Figure 28 : Jardin d'enfant (Farming Kindergarten)
Source : archdaily

3.2.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

3.2.2.1. Plan de Situation :

Le jardin d'enfant est situé à Dong Nai, juste à l'extérieur de la ville d'Ho Chi Min (Sud-Ouest de Vietnam). Avec des installations pouvant accueillir jusqu'à 500 élèves.

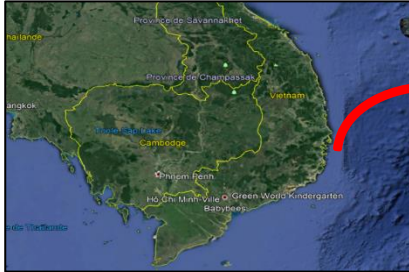


Figure 29 : Vue aérienne sur la ville de vietnam



Figure 30 : plan de situation de jardin d'enfant (Farming Kindergarten)



3.2.2.2. Plan de masse :

L'école Jardin d'enfant est délimitée en nord-est par une voie mécanique, et deux vois piéton sud-ouest, les entrées principales dans les voies piéton, de R+1 de gabarit.

Voisinage :

Côté nord : forêt

Côté est : terrain vide et Habitat Individuel

Côté sud : usine

Côté ouest : stade et la forêt

Les voies :

La voie mécanique ■

La voie piétonne ■

Les accès :

Accès principaux dans la voie piétonne

Accès secondaire dans la voie piétonne



Occupation de la parcelle :

- Espace bâti = 40%
- Espace non bâti = 60%

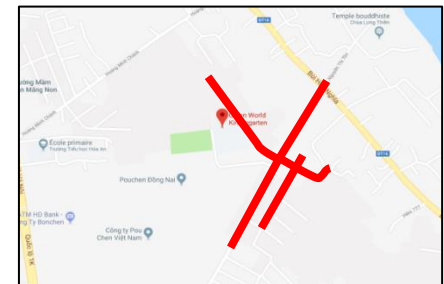
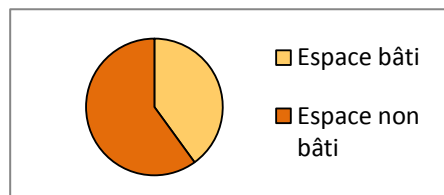


Figure 31 : plan de situation

Source : Google Earth et traite par l'auteur

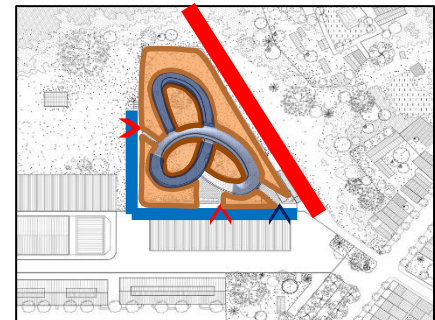


Figure 32: Plan de situation

Source : Arch Daily et traite par l'auteur

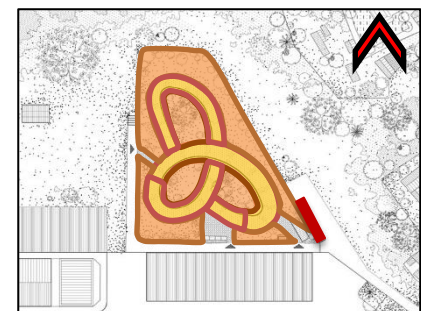


Figure 33 : bâti et non bâti de projet jardin d'enfant

Source : archdaily et traite par l'auteur

3.2.2.3. Nature formelle du projet :

- Le Jardin d'enfant est de forme compacte (fluide et dynamique) percée par trois cours.
- Le toit a une surface continue qui boucle (pour encadrer les contours de trois cours de la cour. Il est en pente douce et culmine sur deux étages, ce qui permet aux enfants et à leurs enseignants d'accéder facilement au potager.
- L'entrée principale est marquée par l'incluse de la toiture.



Figure 34 : Volumétrie de projet
Source : archidaily



Figure 35 : Vues représente les entrées de projet
Source : archidaily.com et traite par l'auteur



3.2.2.4. Organisation des espaces :

❖ Lecture des plans :

	Entrée		Classe
	Classe infantile		Cour
	Atelier d'art		Sanitaire
	Pré classe		Cuisine
	Gymnase		Bureaux
	Salle des professeurs		

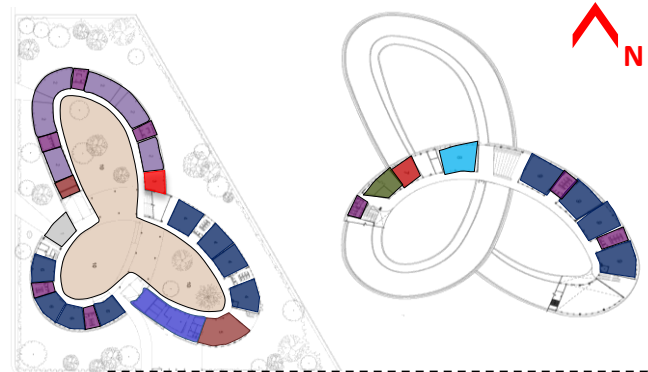


Figure 36 : Plan RDC et plan 1er Etage
Source : archidaily.com et traite par l'auteur

Les entrées mènent directement à la cour principale.

- Les salles sont organisées autour des cours (organisation centrale).
- La rampe de pente : 5%.

❖ Circulation horizontale et verticale :

- La circulation verticale assurée par la rampe de toiture et les escaliers.
- La circulation Horizontale aussi par la rampe et les couloirs.

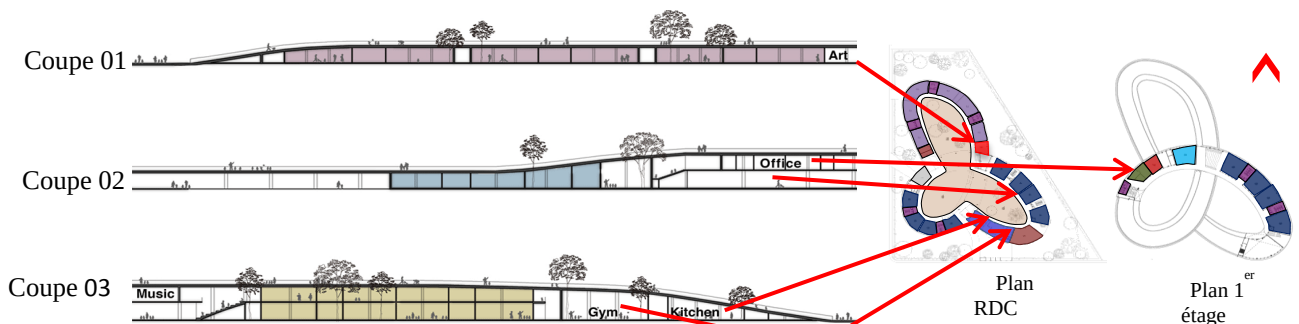


Figure 37 : Les coupes du projet jardin d'enfant
Source : archidaily.com et traite par l'auteur

3.2.2.5. ANALYSE DES FAÇADES :

- La répétition du rythme
- Façades linéaires
- Les éléments verticaux pour donner un aspect vertical aux façades
- Rapport plein et vide : plein = vide.
- Couleur : blanc
- plantes intégrées sur la façade.
- Toit végétalisé et incliné.
- Forme des ouvertures : carré et rectangulaire.



Figure 38 : Vue de la façade intérieure et extérieure
Source : archidaily.com



Figure 39: Façade Principale SUD et façade Est
Source : archidaily.com

3.2.3. Les Aspects de la durabilité :

- **Implantation** : le projet intégré dans un terrain Natural (foret)
- **Orientation** : orienté Nord-est / Sud-ouest
- **Forme** : forme fluide pour évite les vents dominants et capter les rayons solaires tout le long de la journée.
- **Système constructif** : poteau /poutre
- **Matériaux de construction** : béton armé, verre
- **Conforts** :

a) Confort thermique :

- **La toiture végétalisée** permet de réduire les échanges thermiques à travers le toit. (Gain et perte thermique).
- Le toit vert a permis de réduire la chaleur totale qui pénètre dans le bâtiment durant le jour de plus de 85 % et celle qui s'échappe du bâtiment la nuit d'environ 70 %.



Figure 40 : Plan de situation
Source : Google earth et traité par l'auteur



Figure 41 : Vue représenté le toit végétalisé
Source : archidayli.com

- Les murs extérieurs sont ombragés par des persiennes en béton qui favorisent la croissance des plantes grimpantes. (Protection solaire)



Persienne avec des

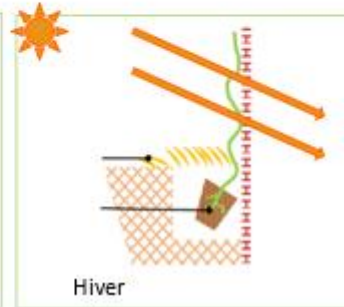
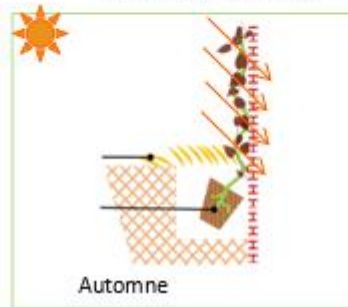
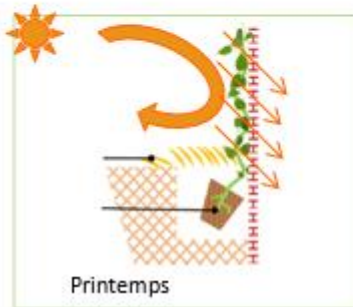


Figure 42 : Schéma en coupe d'une persienne avec plante grimpante
Source : archdaily.com

a) Confort Visuel :

Les ouvertures : leur position est bilatérale (continuité Visuelle entre l'extérieur et l'intérieur)

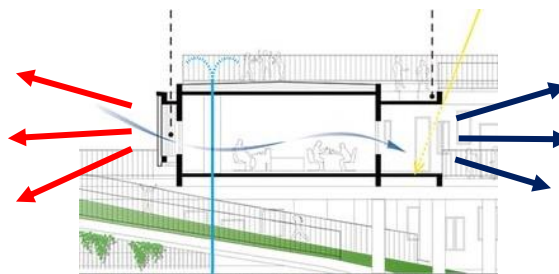
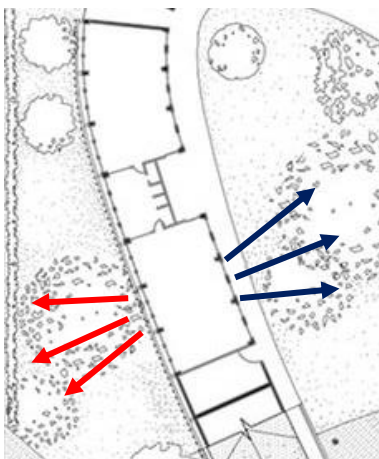
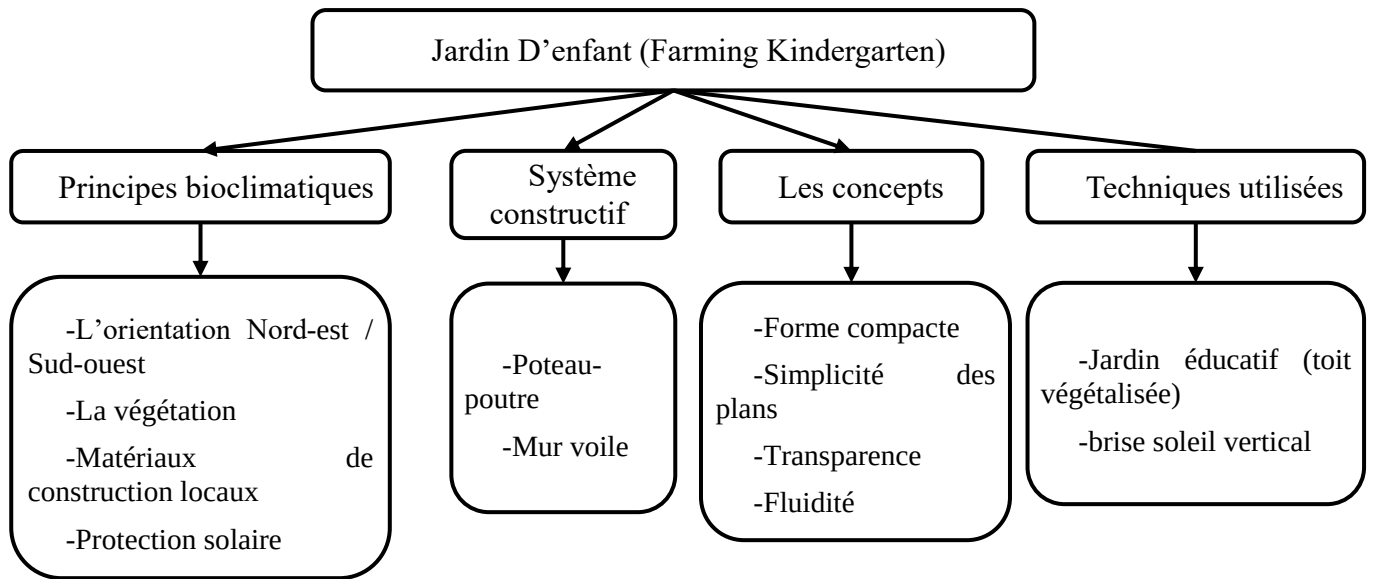


Figure 43 : continuité visuelle vers l'extérieur et l'intérieur
Source : archdaily.com et traite par l'auteur



3.3.EXEMPLE 2 : GROUPE SCOLAIRE A SAINT-DENIS

3.3.1. Fiche De Présentation Du Projet :

Projet : Groupe scolaire à Saint-Denis

Situation : 1 chemin des petits cailloux, 93210 Saint-Denis France

Typologie : éducation

Architecte : Paul le Quernec

Superficie : 4500 m²

L'année du projet : 2015

Climat : tropicale



Figure 44 : Groupe scolaire à Saint-Denis
Source : ArchDaily

L'établissement de 4500 m² comprend une école maternelle de huit classes, une école élémentaire de onze classes.

3.3.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

3.3.2.1. Plan de situation :

Le groupe scolaire est situé dans le Côté nord- de la ville de paris

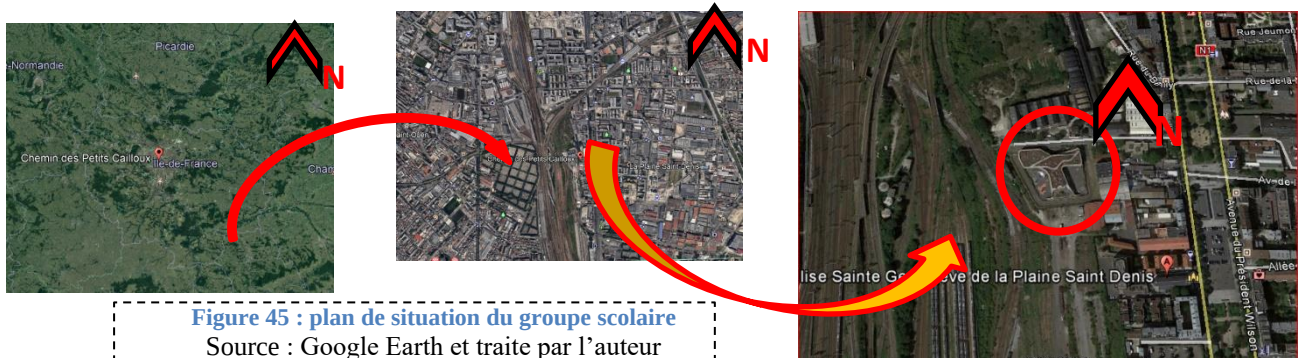


Figure 45 : plan de situation du groupe scolaire
Source : Google Earth et traite par l'auteur

3.3.2.2. Plan de masse :

Le groupe scolaire est délimité en nord par une voie mécanique, et chemin de fer dans le côté ouest, l'entrée principale donne sur la voie mécanique, de gabarit R+3

❖ Voisinage :

Côté Nord : complexe sportif

Côté est : habitat (RDC - R+4)

Côté sud : voie mécanique secondaire

Côté ouest : chemin de fer

❖ Accessibilité :

-  Voie mécanique principale
-  Voie mécanique secondaire
-  Chemin de fer

❖ Les accès :

-  Accès principal dans la voie principale
-  Deux Accès secondaire dans la voie secondaire
-  Deux Accès de service

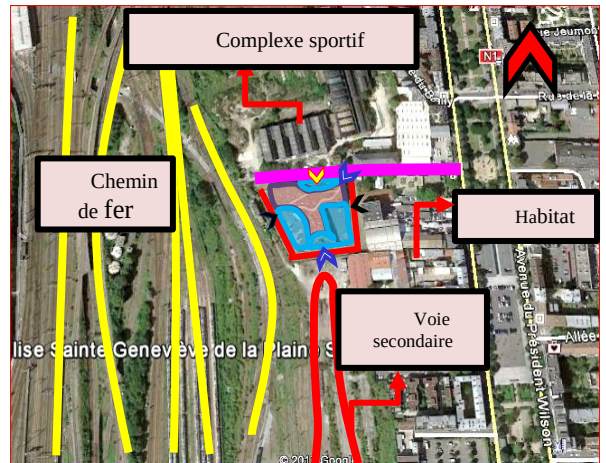


Figure 46 : plan de masse du groupe scolaire
Source : Google Earth et traite par l'auteur



Figure 47 : Vue 3d Groupe scolaire à Saint-Denis
Source : ArchDaily

3.3.2.3. Nature formelle du projet :

Le projet est un bâtiment monobloc de forme Trèfle et de gabarit de R+3.

❖ Occupation de la parcelle :

Espace bâti = 60%

Espace non bâti = 40%

L'espace non bâti est protégé par l'espace bâti

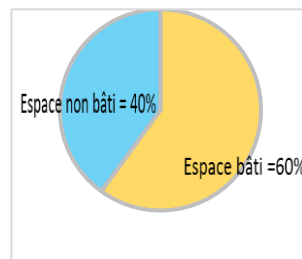


Figure 48: Plante de trèfle

3.3.2.4. Organisation des espaces :

▪ Lecture des plans :

L'idée de conception des plans : Forme dynamique avec symétrie la forme est inspirée de cerveau humain Gabarit R+2

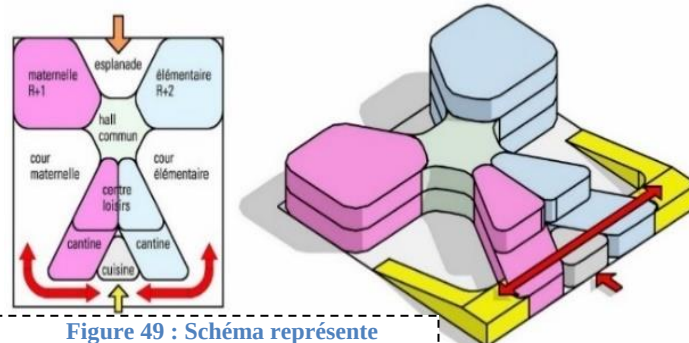
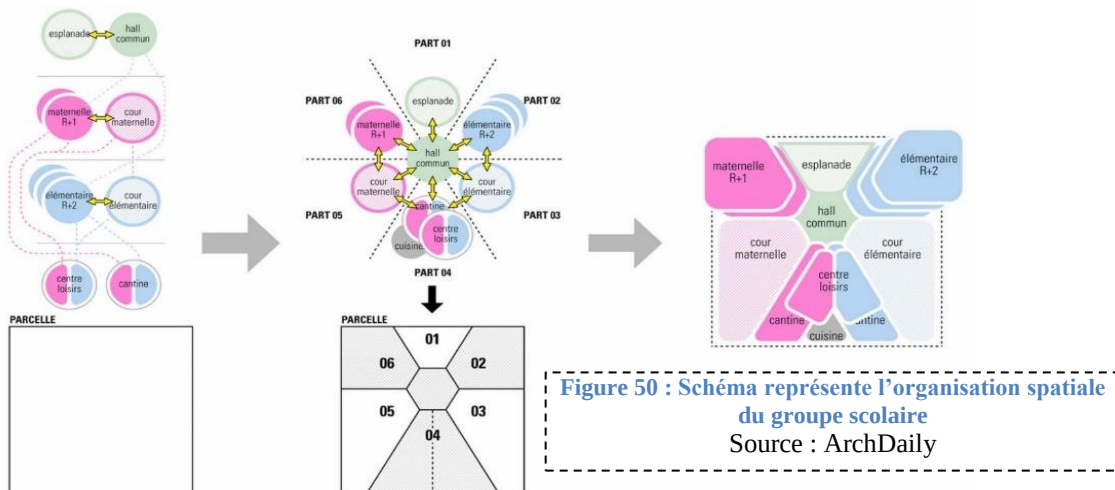
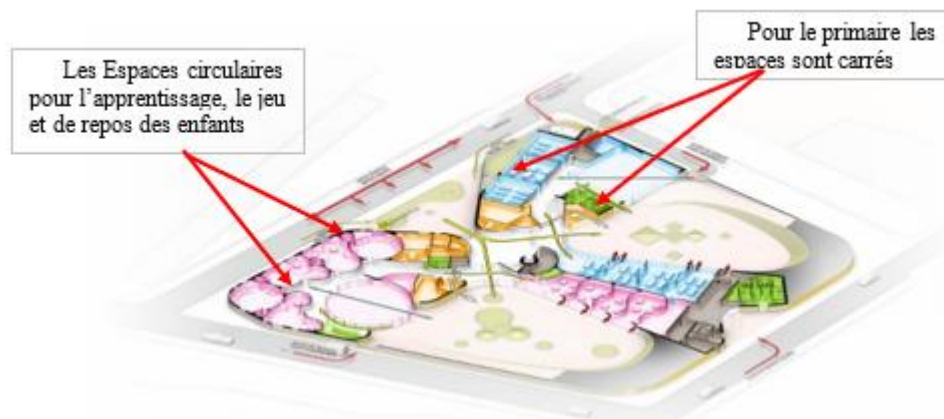


Figure 49 : Schéma représente l'organisation spatiale et du groupe scolaire
Source : ArchDaily



Le groupe scolaire II est composée de 3 établissements (école maternelle, école primaire, centre de loisir)



❖ Plan RDC :

Le plan RDC contient : 2 parties

 **Partie élémentaire** : 3 classes, salle des enseignants, salle polyvalente ; salle de jeux, salle à manger, et cour.

 **Partie maternelle** : 2 salles de sieste, 2 salles de jeux, salle de lecture et salle à manger et cour.

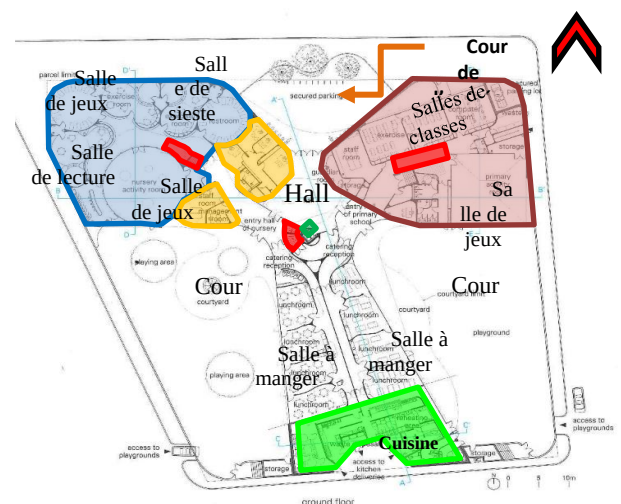
 Espace administration.

Espace commun : hall d'entrée.

La circulation verticale est présentée sous forme des escaliers : escalier pour l'élémentaire ; escalier pour la maternelle et autre sis dans le hall commun et un ascenseur

 Escalier

 Ascenseur



ORGANISATION SPATIALE DU RDC :

-Dès l'entrée, la structure en forme de trèfle du projet permet de voir directement les deux terrains de jeux. Une fois dans le hall, trois accès convergent depuis la crèche sur la droite, l'école primaire sur la gauche et le centre de loisirs à l'avant par le grand escalier entourant l'ascenseur.

- Le hall traverse toute la hauteur du bâtiment et est éclairé par un plafonnier.

-La circulation horizontale assurée par des halls et des couloirs larges

-On remarque la présence de la **Hiérarchisation des espaces** (élémentaire et maternelle)

-L'existence de la cuisine à proximité de deux salles à manger.

❖ Plan 1^{er} étage :

Le plan 1^{er} étage contient : 4 parties

Partie élémentaire : 5 classes, 2 salles d'exercice ; salle d'activité

Partie maternelle : salle de sieste, 3salles d'exercice, salle de lecture et salle d'activité

Espace de loisir : 2 salles d'activité pour l'élémentaire et 2 salles d'activité pour le maternel

Jardin éducatif

-La circulation verticale est présente sous forme des escaliers : escalier pour l'élémentaire ; escalier pour la maternelle et autre au hall commun et ascenseur

Escalier

Ascenseur

ORGANISATION SPATIALE 1^{er} ETAGE :

La circulation horizontale assurée par des halls et couloirs vastes

On remarque la présence de la Hiérarchisation des espaces (élémentaire et maternelle)

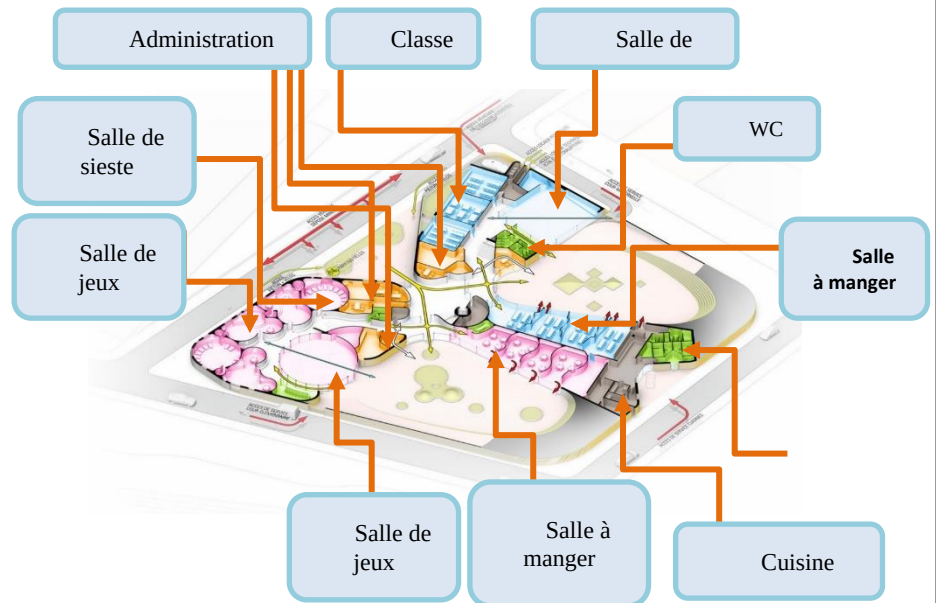


Figure 53 : Vue 3d intérieure représente l'organisation spatiale de RDC
Source : ArchDaily et traite par l'auteur

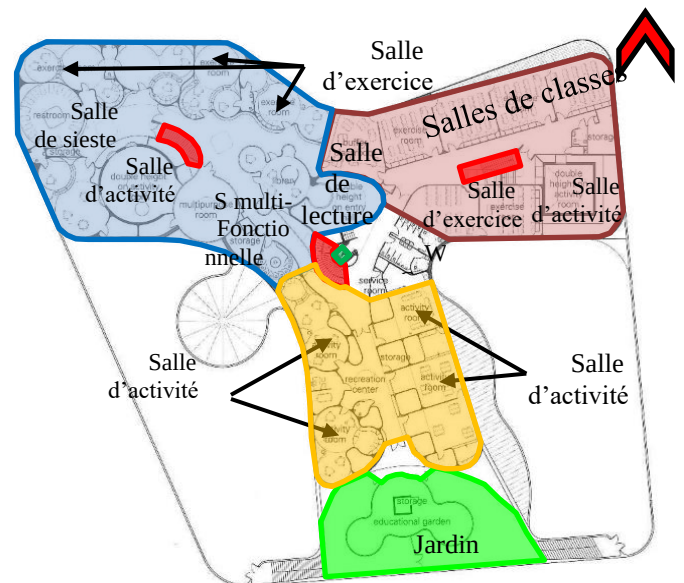


Figure 54 : Plan 1^{er} étage
Source : Source : ArchDaily et traite par l'auteur

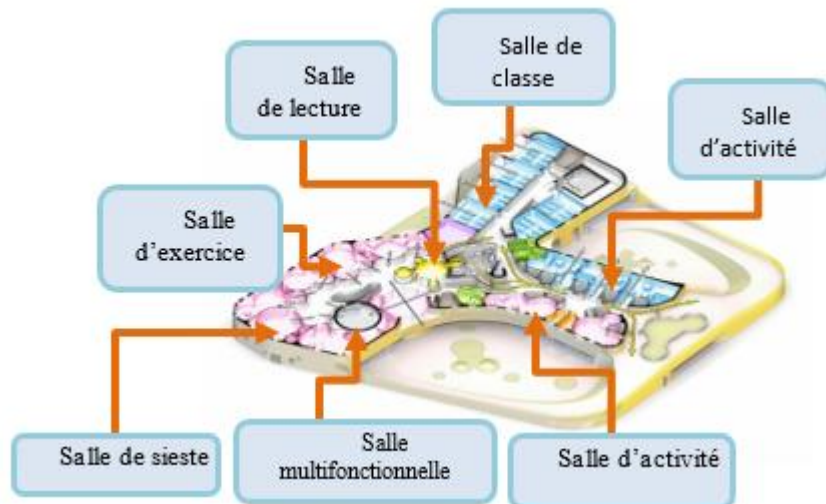


Figure 55 : Vue 3d intérieur représente l'organisation spatiale 1^{er} étage
Source : ArchDaily et traite par l'auteur

❖ Plan 2ème étage :

Le plan 2ème étage contient :

Une salle polyvalente, deux salles d'entraînement et bibliothèque.

3.3.2.5. Analyse des façades :

Façade linière :

Les façades du bâtiment sont animées par un effet optique.

Des tasseaux en bois de 5 cm de section hachurent les parois extérieures suivant un angle à 45 degrés. « En vue frontale, ces tasseaux ont l'air neutres et sages, mais de biais on découvre qu'ils sont avec leurs facettes lasurées en vert pomme d'un côté et en orange de l'autre ». En se déplaçant autour de l'édifice, on a une perception toujours changeante.

La façade est – ouest : utilise une grande ouverture de forme fluide visée directement dans la cour

Le couleur : vert – marron – blanc.

Rapport Plein et vide : plein 60% vide 40%.

Toit courbé dans l'étage le plus haut (R+2) et plat dans le 1er étage.

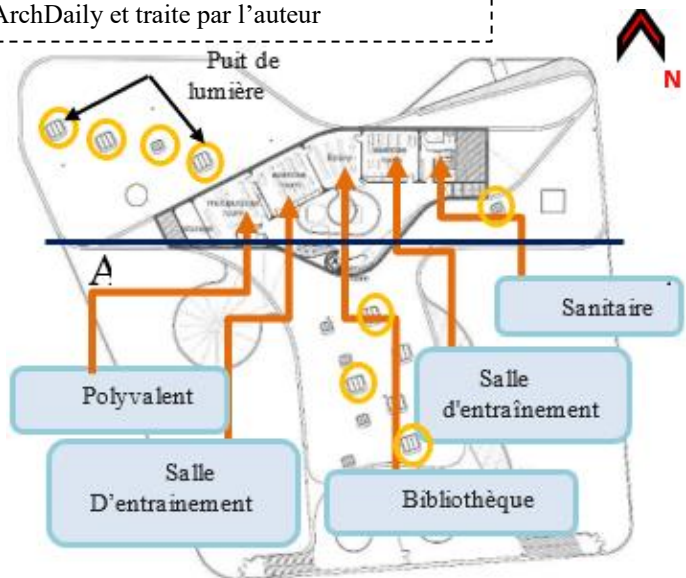


Figure 56 : Plan 2^{ème} étage
Source : ArchDaily et traite par l'auteur

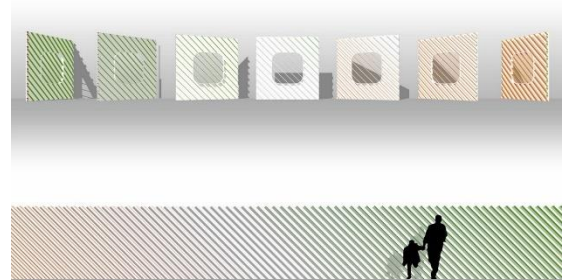


Figure 57 : tasseaux en bois de 5 cm
Source : ArchDaily



Figure 58 : Façade principale Côté Nord
Source : ArchDaily

Type des ouvertures : carré et rectangulaire.



Figure 59 : Façade Sud



Figure 60 : Façade Est

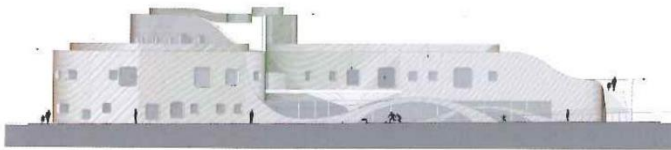


Figure 61 : Façade Ouest



Figure 62 : Utilisation du bois

Source : ArchDaily

3.3.3. Aspects liés à la durabilité :

Implantation : le projet intégré dans un milieu urbain

Orientation : orienté selon axe est-ouest

Orientation des façades les plus longues nord/sud pour capter le maximum des rayons solaire

La forme : forme fluide pour éviter les vents dominants

Et capté les rayons solaires tout le long de la journée.

3.3.3.1. Système constructif et matériaux :

Structure de bâtiment est métallique avec l'utilisation des matériaux locaux (bois dans le revêtement des façades)



Figure 63 : Vue 3d Groupe scolaire à Saint-Denis

Source : ArchDaily et traité par l'auteur



Figure 64 : Structure métallique

Source : ArchDaily



Figure 65 : matériaux de construction : Parpaing plein – Béton armé – Bois

Source : ArchDaily

3.3.3.2. Le confort :

3.3.3.3. Confort thermique :

La toiture végétalisée permet de réduire les échanges thermiques à travers le toit.

Le toit vert a permis de réduire la chaleur totale qui pénètre dans le bâtiment durant le jour de plus de 85 % et celle qui s'échappe du bâtiment la nuit d'environ 70 %.



Figure 66 : Vue 3d présent le toit végétalisé
Source : ArchDaily

3.3.3.4. Confort Visuel :

Le hall perce toute la hauteur du bâtiment est éclairé par des ballons suspendue permet de voir directement les cours.

Pour l'éclairage naturel on remarque l'utilisation des puits de lumière



Source : ArchDaily

D'après la coupe AA on remarque l'utilisation des puits de lumière pour favoriser l'éclairage naturel

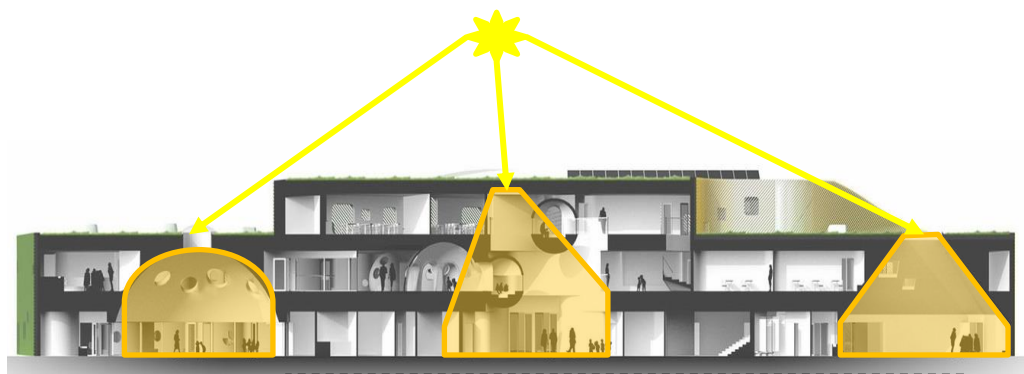


Figure 68 : Coupe AA représente l'effet des puits de lumière
Source : ArchDaily et traite par l'auteur

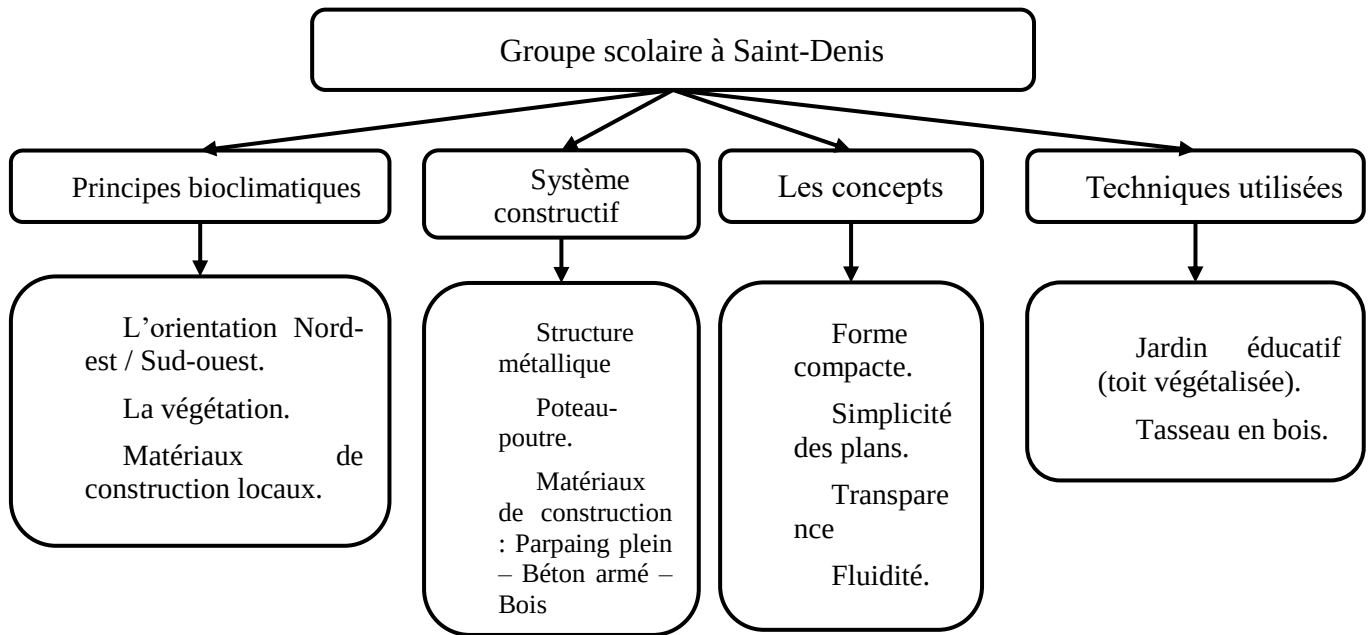
Utilisation des couleurs claires



Figure 69 : Différents couleurs claires dans les espaces intérieurs

Source : ArchDaily

Synthèse exemple 02 :



3.4.EXEMPLE 3 : ENERGY ACADEMY EUROPE

3.4.1. Fiche De Présentation Du Projet :

Architectes : Broekbakema, De Unie Architecten

Emplacement : Nijenborgh 6, 9747 Groningue, Pays-Bas

Architectes principaux : Aldo Vos, Paul van Bussel

Surface : 12676,0 m²

Année du projet : 2016



Figure 70 : Energy Academy Europe
Source: ArchDaily

Energy Academy Europe est un établissement éducatif contient un espace pour l'éducation ; espace pour la recherche et espace pour l'innovation ; il est classé par le label BREEAM.

3.4.2. Aspects liés à la durabilité :

3.4.2.1. Palmes en bois de mélèze :

Energy Academy Europe possède un revêtement extérieur unique qui contribue à créer un climat intérieur optimal. Le revêtement garde la chaleur et la fraîcheur à l'intérieur, tout en repoussant la lumière du soleil lorsque cela est nécessaire. Les façades sont recouvertes d'ailerons en bois de mélèze certifié FSC. Ces ailerons en bois créent une ombre douce, éliminant le besoin de stores supplémentaires



Figure 71: Palmes en bois de mélèze
Source : ArchDaily

3.4.2.2. Utilisation des ressources naturelles :

Energy Academy Europe a de faibles besoins en énergie. Elle nécessite peu de technologie car elle utilise les éléments que la nature peut offrir :

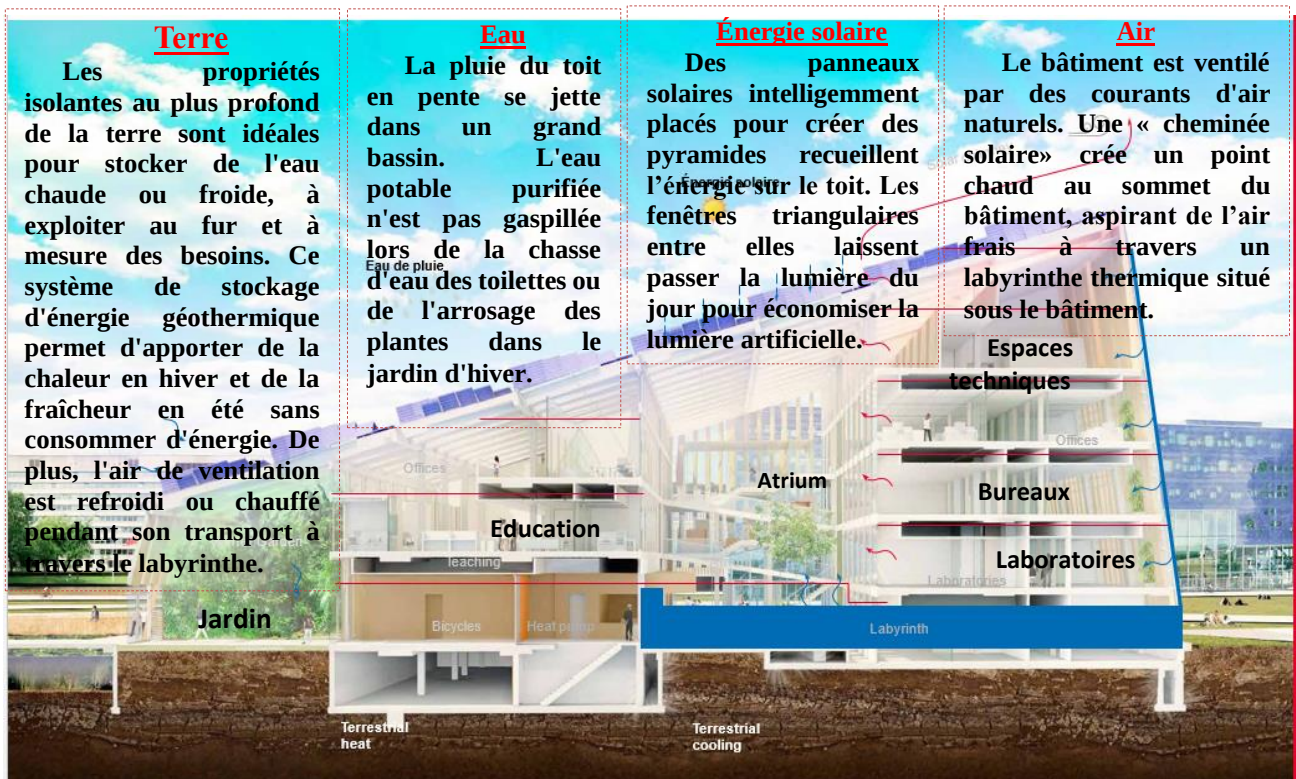


Figure 72 : coupe représente les techniques durables utilisée dans le projet
Source : ArchDaily et traite par l'auteur

3.4.2.3. Fonctionnement de l'approche LOW-TECH :

La consommation d'énergie est limitée en raison de l'utilisation optimale du climat naturel. Les éléments qui en sont responsables sont :

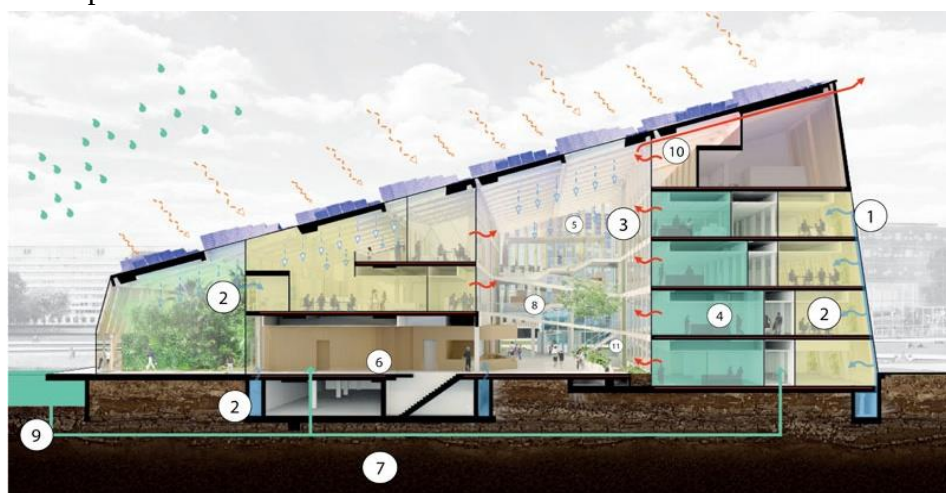


Figure 73 : schéma explique fonctionnement d'approche LOW-TECH
Source : ArchDaily

- ✓ 1. Excellente isolation de la coque extérieure, il garde la chaleur et le froid à l'extérieur et prévient la lumière du soleil si nécessaire

- ✓ 2. Ventilation naturelle par des fenêtres pouvant être ouvertes, par un labyrinthe qui réchauffe ou rafraîchit l'air extérieur et par un jardin d'hiver
- ✓ 3. Air frais : la détection de CO2 actionne le système de ventilation, le flux naturel à travers les grandes bouches d'aération, les couloirs et l'atrium
- ✓ 4. Systèmes d'éclairage optimaux, détection de l'éclairage fonctionnant selon la présence et les niveaux d'éclairage
- ✓ 5. Ailettes en façade : éclairent la journée et protègent de la chaleur solaire
- ✓ 6. Activation du noyau en béton pour une température constante, possibilité de régler avec de l'air de ventilation
- ✓ 7. Accumulation de chaleur et de froid : utilisation de la température de la terre actuelle
- ✓ 8. Niveaux avec pentes : utilisation minimale de l'ascenseur
- ✓ 9. Collecte d'eau de pluie pour le rinçage des toilettes, entre autres utilisations
- ✓ 10. Balcon PV pour la recherche et l'éducation
- ✓ 11. Tableau central de prestation d'énergie

3.4.2.4.Énergie solaire :

Energy Academy Europe utilise au mieux la lumière du soleil pour l'éclairage et la production d'énergie. Le toit en pente orienté au sud aurait pu être entièrement recouvert de 1 600 panneaux One Solar. Mais grâce à ce paysage intelligent de 133 triangles, une énergie stupéfiante de 37% plus est générée. Ils laissent également de la place aux puits de lumière, qui fournissent un éclairage naturel. Par conséquent, l'éclairage LED à basse consommation d'énergie n'est pas toujours nécessaire.



Figure 74 : paysage de 133 triangles
Source : ArchDaily

3.4.2.5.La cheminée solaire alimente la ventilation naturelle :

Ventilation verte :

Une « cheminée solaire » noire a été installée au point le plus élevé du côté nord du bâtiment. Pendant la journée, la surface noire de la cheminée est chauffée par le soleil, réchauffant l'air à l'intérieur. Cela crée un flux d'air ascendant à l'intérieur du bâtiment et aspire de l'air froid. De cette façon, solaire

La chaleur (aidée par le vent) assure la ventilation. L'air vicié quitte également le bâtiment par la cheminée solaire.

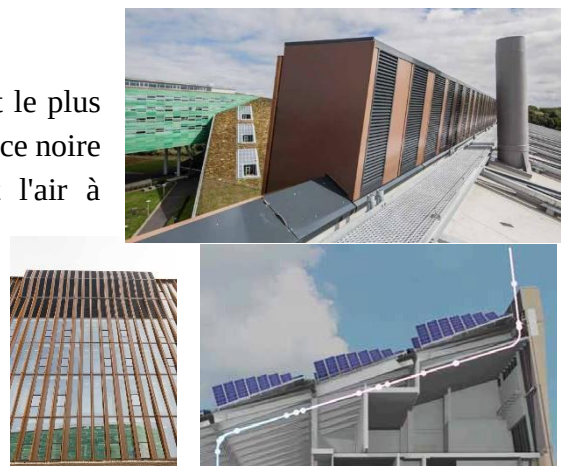


Figure 75 : ventilation naturelle par la cheminée solaire
Source : Source : ArchDaily

3.5.EXEMPLE 4 : FOYER POUR ENFANTS AUTISTES PRES DE COPENHAGUE :

3.5.1. Fiche De Présentation Du Projet :

Situation: Copenhagen

Les Architects: creo architect a/s, jaja architect

Date de construction : 2018

Ingénieurs structurels : ISC Radgivende Ingeniore A / S

Surface : 1500.0 m²

« ce projet crée une atmosphère invitante et intime qui donne l'impression d'être à la maison ... Elle répond à toutes nos aspirations en créant un modèle de future maison pour enfants avec des besoins spéciaux", a commenté le jury



Figure 76: foyer pour enfants autistes près de Copenhague
Source : ArchDaily

3.5.2. Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

a) Plan de masse :

Situé à l'extérieur de périmètre urbain à proximité d'une forêt

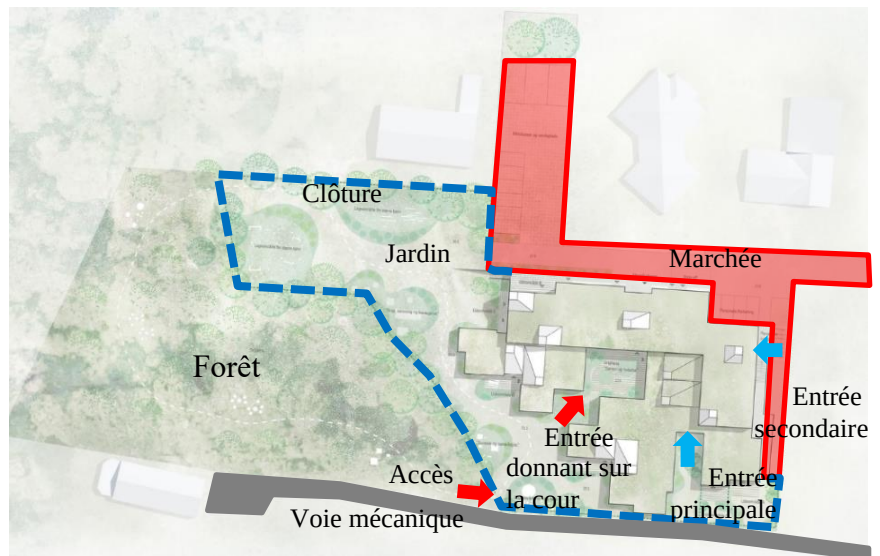


Figure 77 : plan de masse

Source : archdaily et traite par l'auteur

b) Nature formelle du projet :

La forme du projet et la composition des formes simples (parallélépipède)

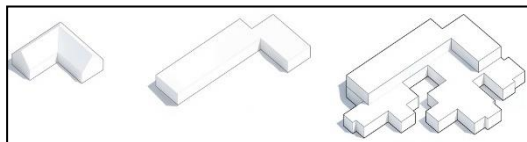


Figure 78: vue 3d du projet
Source : archdaily



3.5.2.1. Organisation des espaces :

▪ Lectures des plans :

Plan RDC :

- 1-cour
- 2-chambre d'enfants de 13ans-18ans
- 3-chambre aux enfants de 6 à 13ans
- 4- chambre d'enfant à partir de quelque mois jusqu'à 6ans
- 5-atelier de jeux
- 6-direction
- 9-jardain
- 10-patio
- 11-accueil

Plan 1^{er} étage :

- 7- salles à manger
- 8- Cuisine
- 12- bureau du chef de centre
- 13- salle de repos
- 14-salle de réunion
- 15-biberonnerie
- 16-salle de dessin

Quelques vues d'intérieur :

La partie inférieure est définie comme un bâtiment plus poreux et polygonal qui maximise la façade en relation étroite avec l'environnement verdoyant. Ici, le corps principal des unités de logement est placé de manière à former un certain nombre de niches et de coins adoucissant la transition entre l'intérieur et l'extérieur.



Figure 81 : 3d intérieure avec quelques vues

Source : archdaily

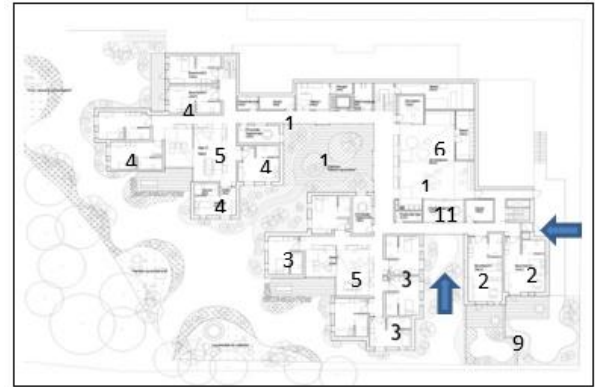


Figure 79 : plan RDC

Source : archdaily et traite par l'auteur

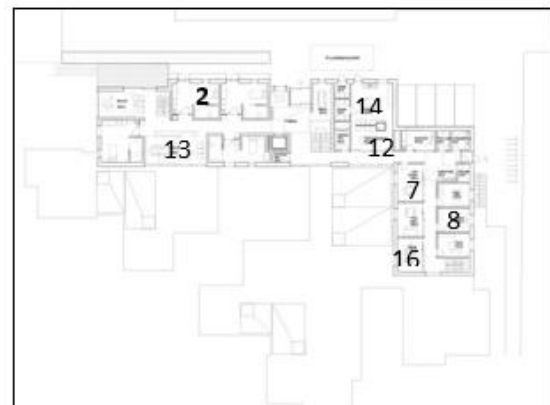


Figure 80 : plan 1er étage

Source : archdaily et traite par l'auteur

L'étage supérieur offre une vue généreuse sur la forêt. Pour créer une belle transition du premier plan à l'arrière-plan, un toit de sedum en fleurs est aménagé afin que le toit devienne partie intégrante du paysage lorsque vous regardez à l'étage supérieur. De plus, le sedum gère le drainage de l'eau de pluie et constitue un toit durable et vert.

▪ Les façades :

La simplicité de forme des ouvertures

Les matériaux : naturels (le bois)

Rapport plein et vide : 45% vide ; 55% plein



Figure 82 : vue de l'intérieur de la cour
Source : archdaily



Figure 83 : les façades
Source : archdaily

Les coupes



Figure 84 : les coupes
Source : archdaily

SYNTHESE DE CHAPITRE :

Après l'analyse des exemples on a conclu que le projet doit comprendre Plusieurs caractéristiques environnementales et fonctionnelles. Sur le plan fonctionnel l'école doit être conçu de telle manière à assurer le bon déroulement de l'apprentissage des enfants et avoir un programme d'espace riche qui permet aux deux catégories d'enfants de développer leur capacité intellectuelle.

De point de vue conceptuel le bâtiment doit être conçu selon une démarche durable qui permet d'assurer l'économie de l'énergie, le confort des usagers et respect de l'environnement dans le contexte et le confort thermique devient une des contraintes majeures de toute construction. Donc l'analyse des projets conçu dans un contexte similaire nous a permet de ressortir les recommandations suivantes :

➤ Espace non bâti

Utilisation d'une trame bleue et verte eu côté sud pour créer un microclimat.

Utilisation des arbres comme suivante :

- Arbres à feuilles caduques au Sud.
- Arbres à feuilles persistantes au Nord.

Diminuer l'albédo par l'utilisation de la végétation.

Protéger les parcours par la végétation et l'utilisation des parcours couverts.

Dégager l'espace devant les façades sud pour capter les rayons solaires en hiver

Utilisation des patios pour capter la lumière naturelle et pour ventiler les espaces.

➤ Espace bâti :

Orientation :

Le projet doit être orienté de façon à tirer le maximum de profit des apports solaires et en même temps éviter l'effet des vents chauds (orientation nord/sud).

Volumétrie :

La forme compacte pour minimiser les déperditions thermiques.

Utilisation des formes curvilignes pour dévier les vents et réduire les surfaces exposées à l'ensoleillement.

Façades :

Façades transparentes au nord pour optimiser l'éclairage naturel.

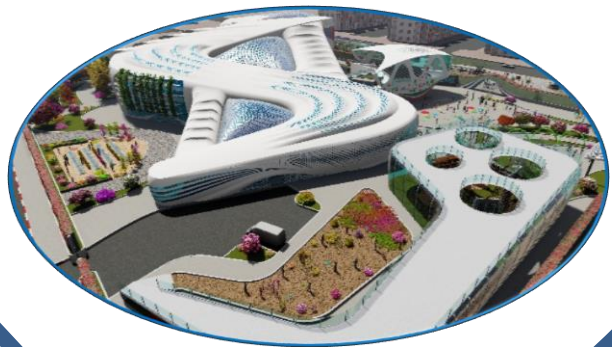
Utilisation des brises soleil pour protéger les façades et éviter l'éblouissement.

Utilisation de type de vitrage performant.

➤ Matériaux.

Utilisation des matériaux écologique qui ont à la fois une capacité thermique importante et un faible impact négatif sur l'environnement.

4. Chapitre Contextuel



INTRODUCTION

Nous allons consacrer ce chapitre à la présentation de la ville de Djelfa et l'analyse de site d'intervention, qui constitue un important facteur dans la conception et l'organisation de l'espace. Les facteurs physiques que ce soit, le climat, le vent, et même la température, ont tous une importante influence sur l'organisation spatiale.

4.1.PRESENTATION GENERALE DE LA VILLE DJELFA :

4.1.1. 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 dont le chef-lieu de Wilaya est 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 Erigée au rang de Wilaya à la faveur du découpage administratif de 1974, cette partie du territoire d'une superficie totale de 32.194,01 km² représentant 1,36% de la superficie totale du pays.



Figure 85: Situation de la wilaya Djelfa
Source : édition cartographique CUD2007

4.1.2. Limites de la ville :

La ville de Djelfa est limitée :

- Hassi Bahbah au Nord.
- Ain ELBLE et zacar au Sud.
- Moudjbarah a l'Est.
- Zaafran a l'Ouest.

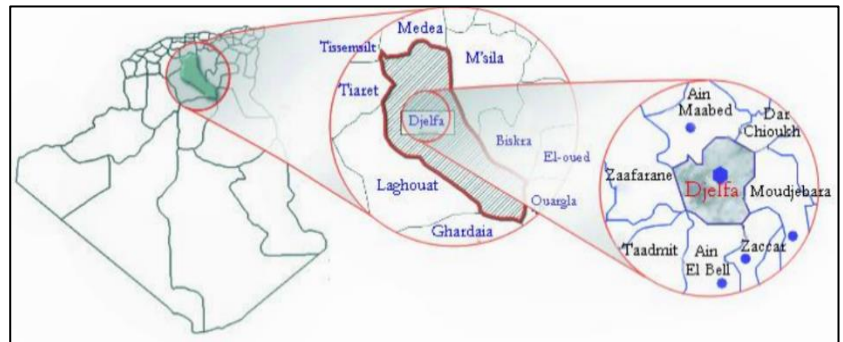


Figure 86: Carte de localisation de la wilaya et de la commune de Djelfa
Source : http://encyclopedie-afn.org/_Ville

4.1.3. Accessibilité et structure de la ville de Djelfa :

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

-  La route nationale 1 (RN1) : reliant Alger au sud du pays passant par Djelfa.
-  La R.N 46 : reliant Djelfa à Boussaâda, Biskra au Sud-Est, Sétif au Nord-Est et Tiaret à l'Ouest.
-  C.W 189 : reliant Djelfa à Moudjbara au Sud-Est et Djelfa à Bahrara au Nord –est.
-  Les voies d'évitement.
-  Les boulevards & des voies importantes.

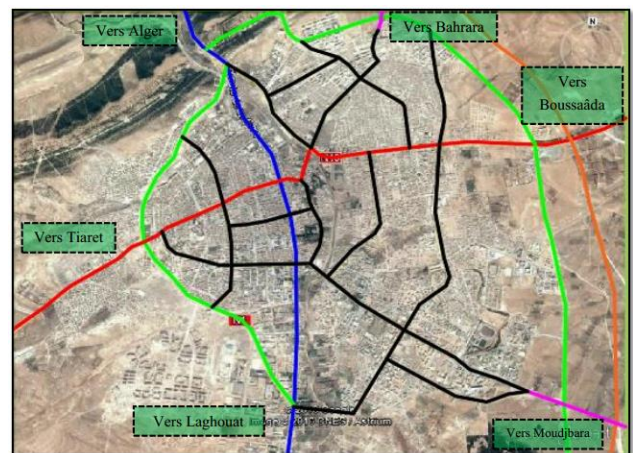


Figure 87: Réseau voirie de la ville de Djelfa

La nouvelle voie ferrée en cours de réalisation Djelfa- Laghouat /Djelfa –Bougazoul

4.2.DIFFERENTES PHASES DE DEVELOPPEMENT DE LA VILLE :

4.2.1. Période précoloniale :

Cette période se caractérise par le passage des tribus de Ouled Nail utilisant la région comme un point de transit : Nord-sud, Est-Ouest sous forme de marché.



Figure 88: Site de la Ville de Djelfa
Source : plan cadastral de la ville de Djelfa

4.2.2. Tissu urbain de la ville Avant 1850 :

Il n'y avait à Djelfa une auberge routière desservant la piste Boughari -Laghouat pour contrôler ce passage, l'édification du 1^{er} 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 îlots.

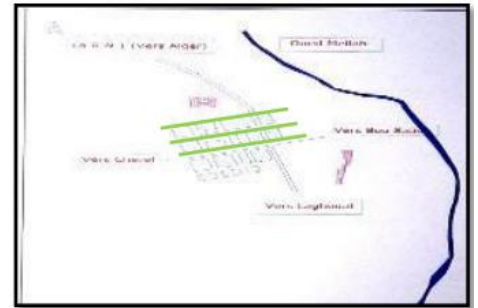


Figure 89: 1er tissu urbain de la Ville de Djelfa
Source : plan cadastral de la ville de Djelfa

4.2.3. 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, porte de Laghouat, porte de Boussaâda et porte de Charef. Réalisation de plusieurs maisons pour les colonisateurs et pour les commerçants.

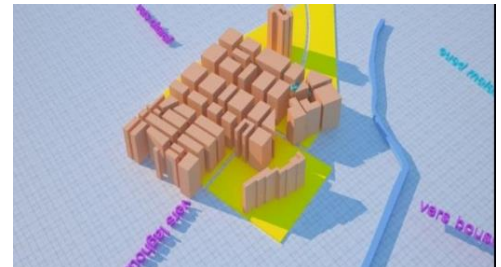


Figure 90: Tissu urbain de la ville en 1883

4.2.4. 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.

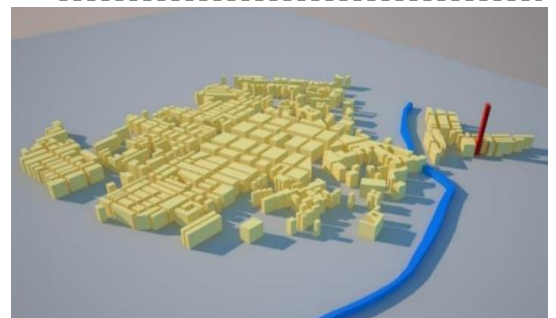


Figure 91: Tissu urbain de la ville en 1974

4.2.5. Tissu urbain actuel :

Ces dernières décennies la ville de Djelfa a connu une extension, plusieurs pôles sont créés en allant vers le Nord, sud, est et Ouest. Tel que nouveau pôle urbain de Berbih.

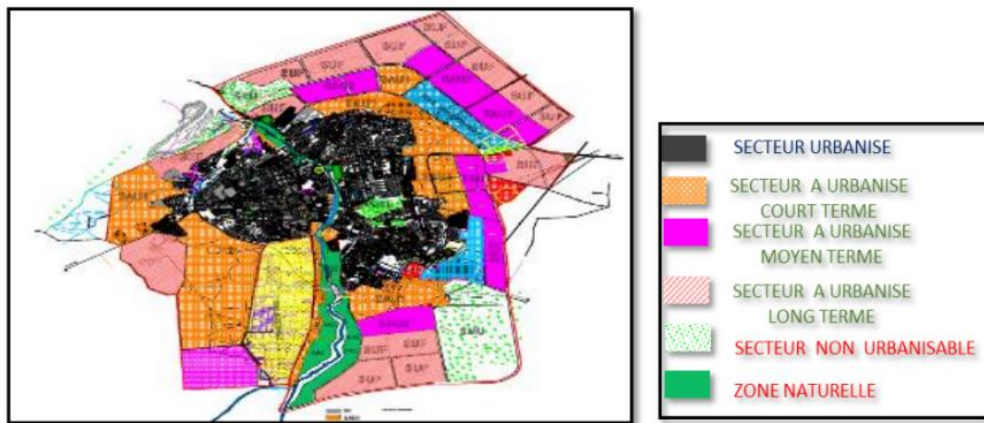


Figure 92: PDAU de la Ville de Djelfa

Source : U.R.B.T TIARET direction de la wilaya de Djelfa

4.3.ANALYSE CLIMATIQUE :

4.3.1. 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 saharien et l'atlas tellien. 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 froid (**DTR 2013**).

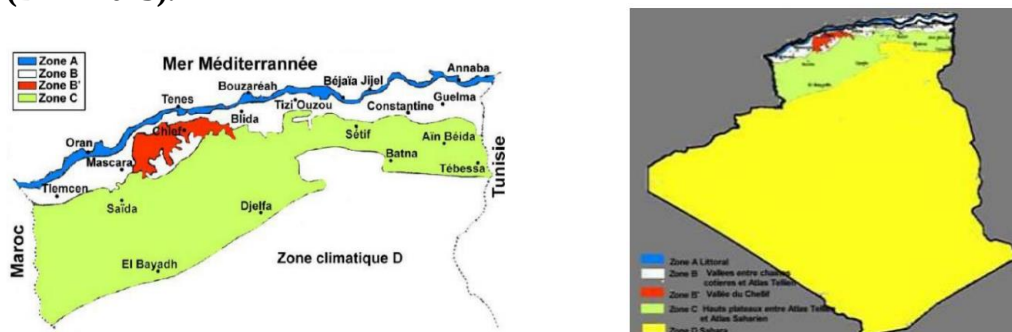


Figure 93: découpage des zones climatiques

Source : www.mem-algeria.org

4.3.2. Climatologie de la ville de Djelfa :

L'analyse est basée sur les renseignements fournis par le site météo Blue de la ville de Djelfa pour l'année 2017

❖ Température et humidité :

Les températures sont caractérisées par les grands écarts thermique inter saisonnier. Avec une chute considérable de la température, Un hiver rigoureux, accompagné souvent par des chutes de neige, la température moyenne enregistrée de 4,8°C et un été chaud et sec avec une température moyenne de 27.4°C.

L'humidité élève en hiver avec un maximum de (82.56%), obtenu au mois de Janvier d'une part, d'autre

part, l'humidité ne dépasse pas (40%) durant la saison sèche (Juin- Août), avec un minimum pouvant atteindre (32.78%) au mois de juillet.

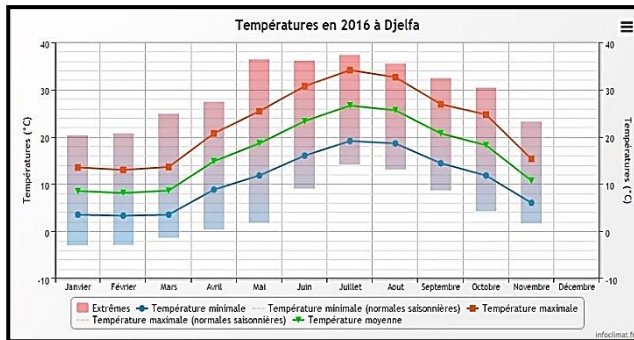


Figure 95 : Les variations de température mensuelles pour l'année 2017
Source : meteoblue.com



Figure 94 : Les variations d'humidité mensuelles pour l'année 2017
Source : meteoblue.com

Dans ce cas le confort souhaité, c'est bientôt confort d'hiver, ce qui oblige de prévoir des solutions passives ou bien actives pour l'assurer à travers une enveloppe isolée, de forte inertie, afin de minimiser les pertes d'énergie et capter l'énergie solaire en hiver par des baies vitrées qui seront protégées pendant la période estivale.

❖ L'ensoleillement :

Les fortes valeurs d'insolation sont observées pendant la saison sèche avec un maximum de (321.70 heures) au mois de juillet, tandis que durant la saison pluvieuse, l'insolation atteint un minimum de 168.87 heures en décembre.

❖ La neige :

Généralement, Les enneigements, saisonniers et variables, enregistrés au niveau de la wilaya varient en moyenne de 4 à 13 jours par an et tombent essentiellement sur la partie centrale de la wilaya.

❖ 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.

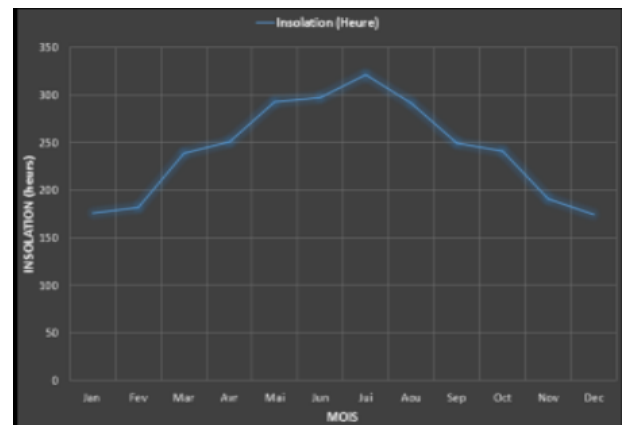


Figure 96 : insolation de Djelfa en 2016

Source : insolation de Djelfa en 2016

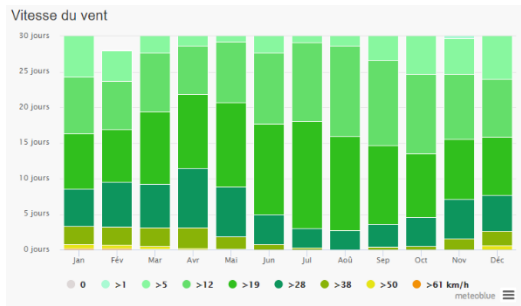


Figure 98 : La vitesse des vents mensuels pour l'année 2017
Source : meteoblue.com

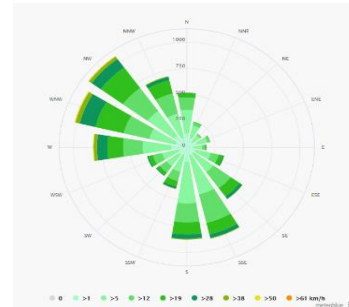


Figure 97 : rose des vents mensuels pour l'année 2017
Source : meteoblue.com

4.3.3. Diagramme Psychométrique

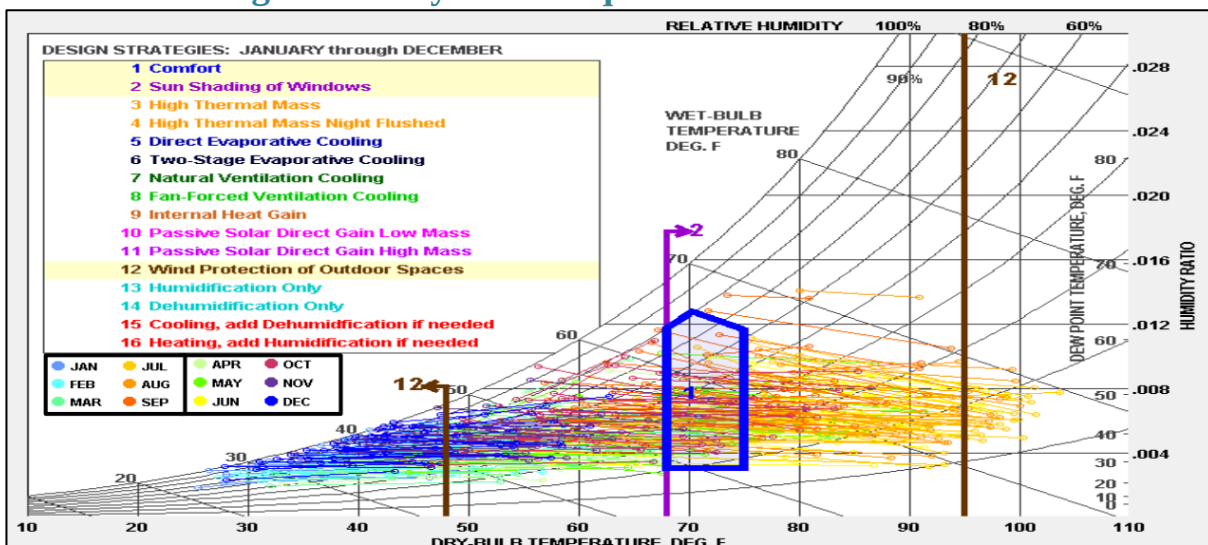


Figure 99 : Le diagramme stéréographique de la région de Djelfa par mois
Source : programme climate consultant 6.0

Après L'analyse de diagramme psychométrique de la région de Djelfa on conclut que :

- Les mois Mai, Juin et septembre sont inclus dans la zone du confort 1
- La durée la plus longue de l'année (octobre jusqu'en avril) période hivernale on constate une sou-chauffe donc pour assurer les conditions de confort aux occupants on doit chauffer, par la combinaison des systèmes passifs et des systèmes actifs durables.
- Pendant les deux mois juillet et août le confort est atteint avec une simple ventilation naturelle tout en renforçant la protection solaire ce qui résoudre le problème de surchauffe.

4.4.ANALYSE DE SITE D'INTERVENTION :

4.4.1. Motivation du choix de site :

Le choix s'est porté sur le POS 27 dans la ville, ce POS forme la nouvelle extension de la ville (sud-ouest), il a été programmé pour accueillir un ensemble d'habitats collectif, des équipements éducatifs, sanitaires et administratifs...etc.

Le site est :

- Situé dans un milieu urbain.

- Bonne accessibilité.
- Flux de transport important.
- Situé dans une zone calme.

4.4.2. Situation de site :

Le site se situe dans la partie sud-ouest de la ville dans une zone résidentielle et dans le tissu nouveau, Le site est déjà proposé pour accueillir une école primaire selon le rapport écrit du nouveau **POS 27**.

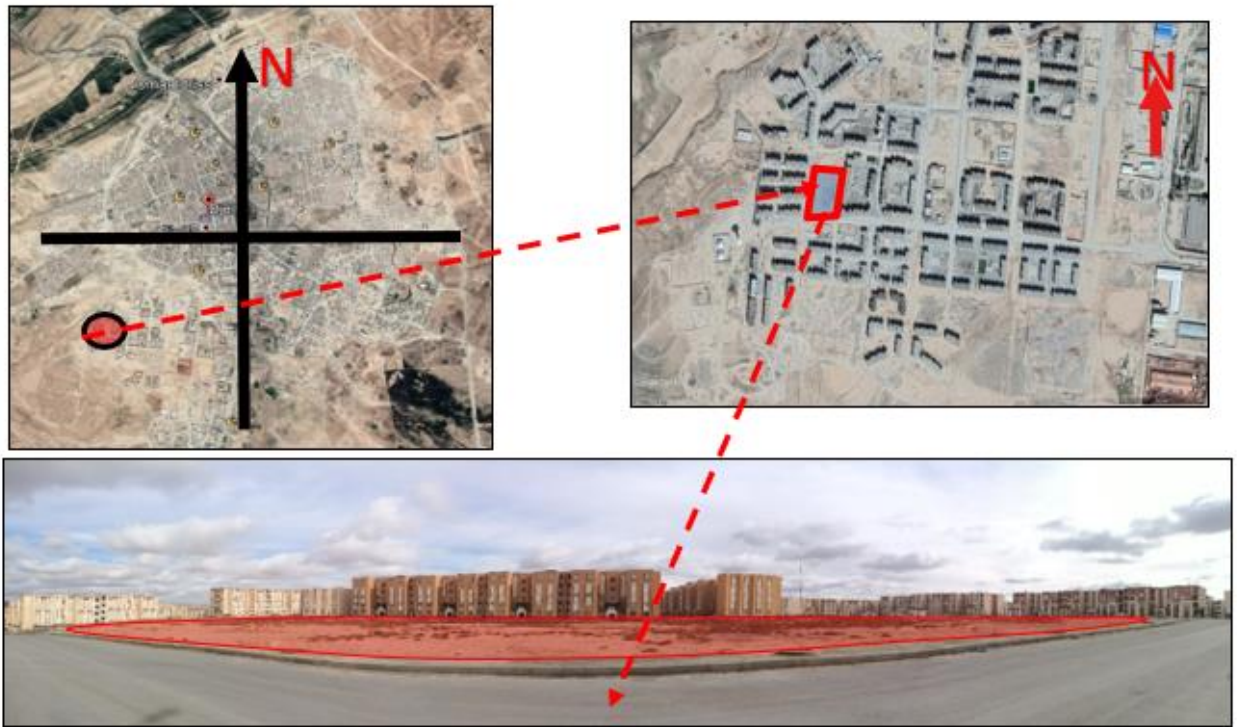


Figure 100: situation de pos27 dans la ville de Djelfa

Source : Google Earth traité par l'auteur

Le site qu'été réservé pour **école primaire** :

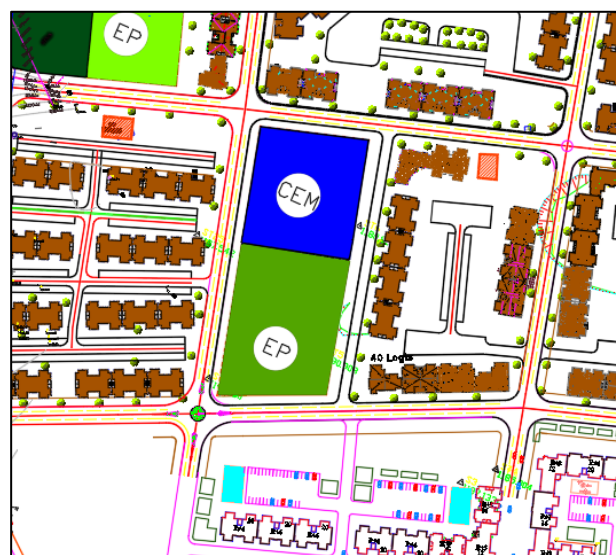


Figure 101 : aménagement proposé par le pos.

Source : URBATIA de Djelfa

4.4.3. Accessibilité et flux :

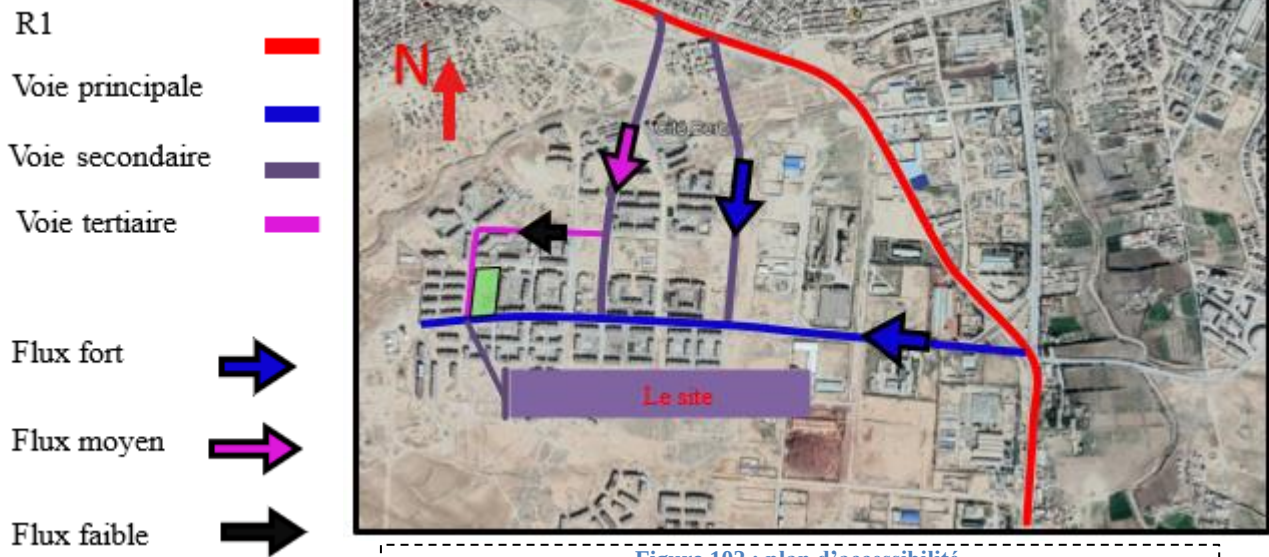


Figure 102 : plan d'accessibilité.

Source : Google Earth traité par l'auteur

4.4.4. Environnement immédiat du site et gabarits :

Le site est entouré par un ensemble des habitations collectives, placette et aire de jeux. Le site est situé dans le nouveau pôle attractif de la ville.

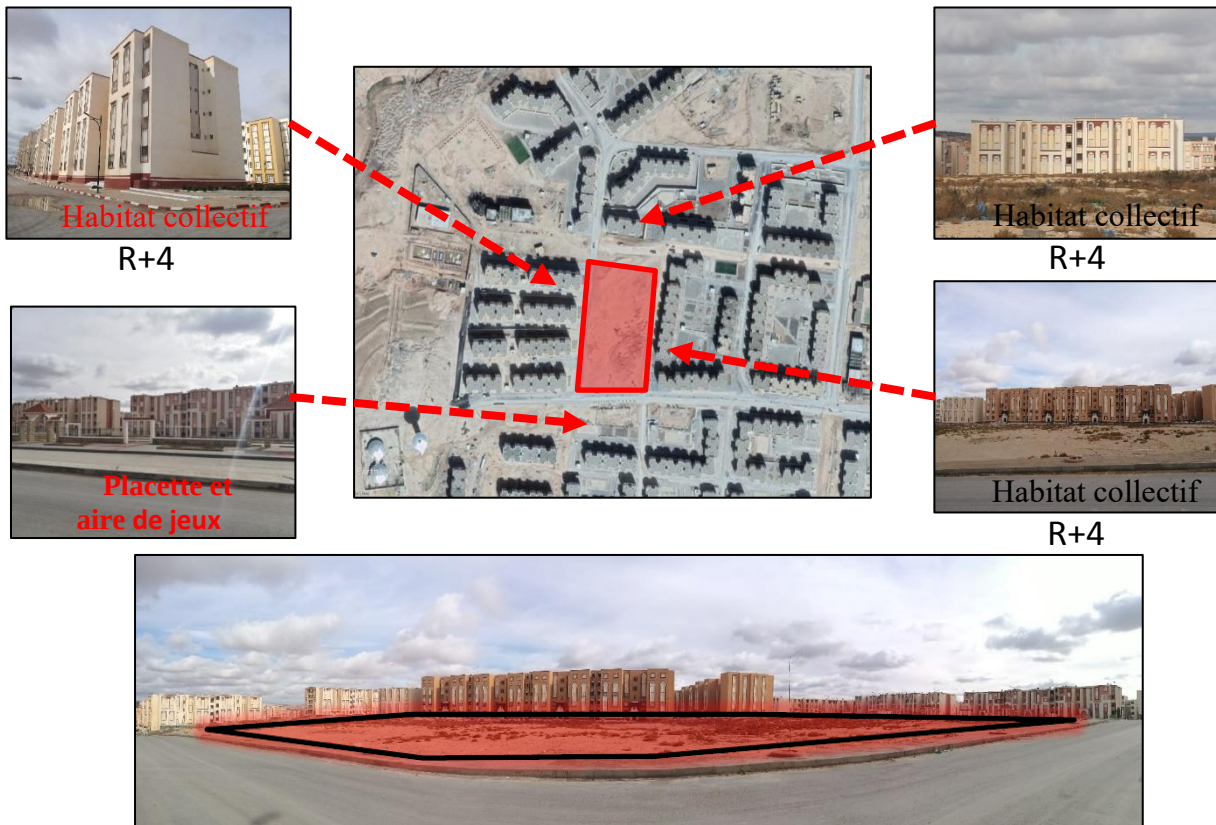


Figure 103: environnement immédiat

4.4.5. Morphologie du site :

Le site est d'une forme Trapézoïdale et d'une surface de : 30000m²

Le terrain presque plat.



Figure 105 : courbe des niveaux et dimension de site

Source : google earth traité par l'auteur

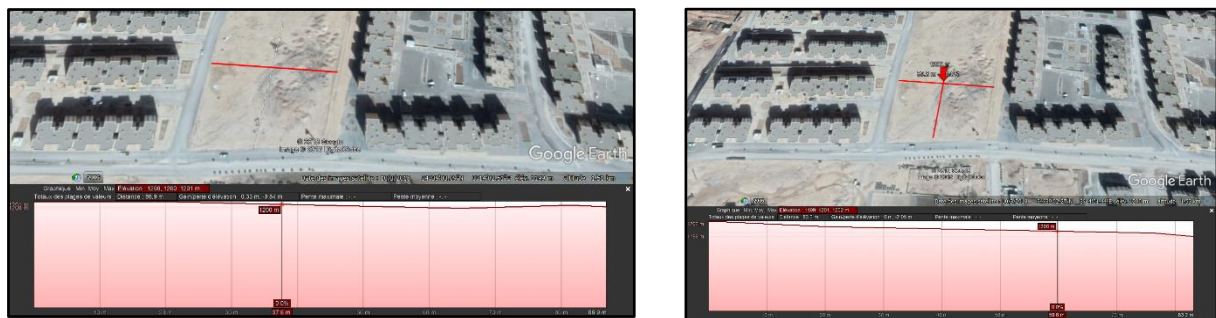


Figure 104: Profil d'élévation

Source : google earth

4.4.6. Aspect climatique du site :

Le terrain est dominé par des vents froids au côté nord-ouest et des vents secs et chauds soufflant au sud-est.

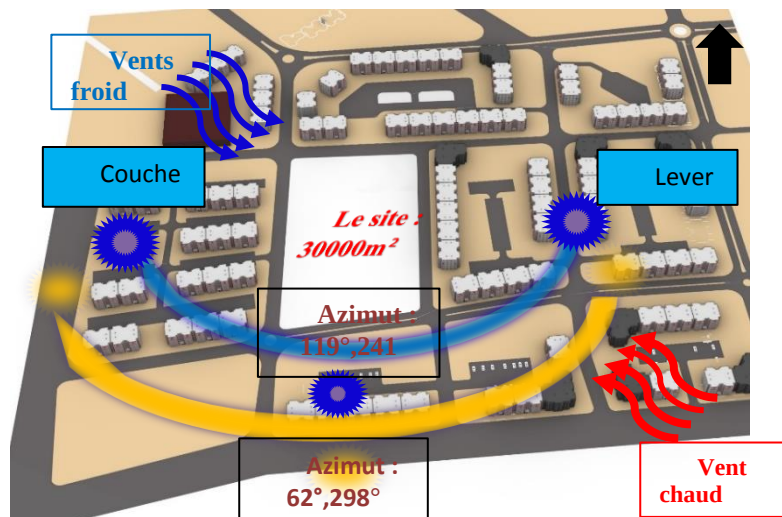


Figure 106 : les vents et ensoleillement de site

Source : auteur

Ensoleillement :

Le site est bien ensoleillé et exposé à toutes les conditions climatiques donc l'exploitation le maximum aux rayons solaires et à la lumière uniforme est un atout pour le site, ainsi la figure au-dessous indique l'absence d'effet de l'ombrage par rapport au voisinage.

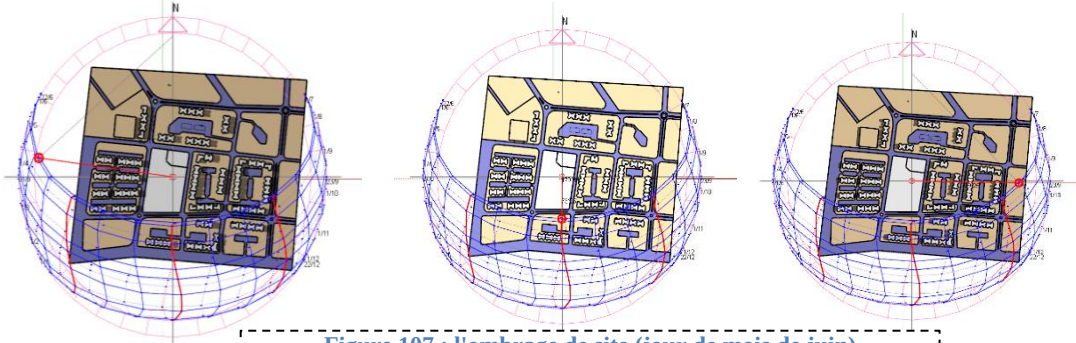


Figure 107 : l'ombrage de site (jour de mois de juin)

Source : logiciel sketch up 2015

SYNTHESE CHAPITRE CONTEXTUEL :

Le chapitre contextuel nous permettra, concrètement, d'extraire les potentialités du site afin de les traduire ultérieurement dans notre projet qui tentera L'insertion à l'échelle de la zone et dans son environnement immédiat.

Atouts du site :

L'assiette d'un équipement scolaire durable est importante vu sa position et sa situation

A proximité des transports urbains [Facilement accessible pour les élèves et leurs parents surtout les autistes qui viennent de différents quartiers de la ville].

Accès facile, proximité d'une zone résidentielle.

Offre une bonne visibilité.

L'implantation :

L'accès principale vers la voie secondaire afin d'assurer la sécurité des enfants avec l'aménagement des espaces verts à l'extérieur.

Le bâtiment sera implanté selon l'axe climatique Est/Ouest pour bénéficier des apports solaires en hiver.

Les matériaux :

L'utilisation des matériaux isolant à cause des fortes amplitudes entre l'hiver et l'été.

L'utilisation des couleurs claires.

Les systèmes passifs :

Selon l'analyse contextuelle le site se caractérise par des potentialités naturelles qu'elles font profiter des vents dominants, de l'ensoleillement pour la production de l'énergie solaire et le chauffage solaire.

5.Chapitre 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 quantitatifs de la conception architecturale.

Dans ce chapitre on va élaborer le programme qualitatif et quantitatif de notre projet qu'est une école primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes à la ville de Djelfa.

On va commencer avec la description des locaux éducatif dans notre projet et leurs exigences selon les normes et l'élaboration du tableau du programme tout en essayons d'améliorant leur exigences.

5.1.PRESENTANT DU PROJET :

Le projet est une école primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes est un établissement éducatif contient : une école maternelle et école primaire et des espaces pour les enfants autistes dans l'objectif de favoriser l'intégration de l'enfant autiste en milieu scolaire ordinaire et offrir une meilleure qualité d'apprentissage à l'enfant.

5.2.OBJECTIFS DU PROJET :

- ✓ Intégrer les enfants autistes au milieu scolaire ordinaire
- ✓ Améliorer la qualité architecturale et environnementale des espaces éducatifs
- ✓ Introduire la notion de la durabilité à l'éducation des enfants (éducation environnementale)
- ✓ Viser une meilleure réussite scolaire grâce à une pédagogie efficace et active

5.3.MISSIONS DU PROJET :

- ❖ Utiliser de stratégies éducatives qui favorisent l'intégration des enfants autistes
- ❖ Introduire les principes de la durabilité dans l'apprentissage des enfants
- ❖ Établir des espaces flexibles adaptés avec les besoins des enfants autistes
- ❖ Minimiser les nombres des élèves par classe

5.4.PROGRAMME QUANTITATIF :

5.4.1. Procédure de calcul de capacité :

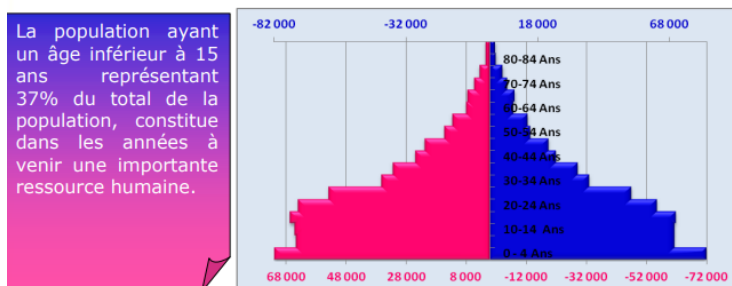


Figure 109 : population de la ville de Djelfa
Source : DPAT Djelfa

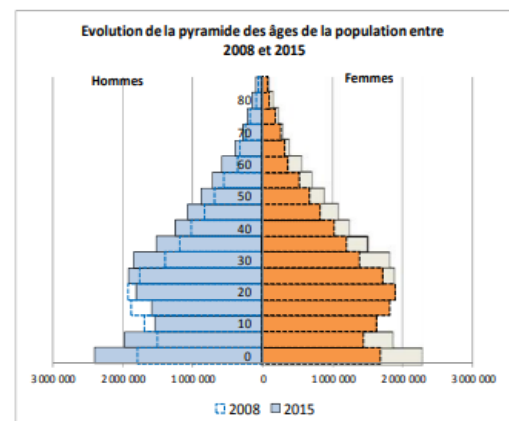


Figure 108 : évolution de la pyramide des âges de la population entre 2008/2015

Pourcentage 0 à 5 ans : 12 %

Pourcentage 5 à 10 ans : 10 %

• R1 : 250
m ; école maternelle

Pourcentage 0 à 4 ans : 13 %

Pourcentage 5 à 10 ans : 10%

Logement : 280

Population : 1690

CHAPITRE PROGRAMMATIQUE : programme quantitatif et qualitatif du projet

Nombre des enfants 3 à 5 ans : 100

- R2 : 500 m ; école primaire

Logement : 616

Population : 4312

Nombre des enfants 5 à 6 ans : 180

Capacité d'accueil de notre groupe scolaire : 280 élèves

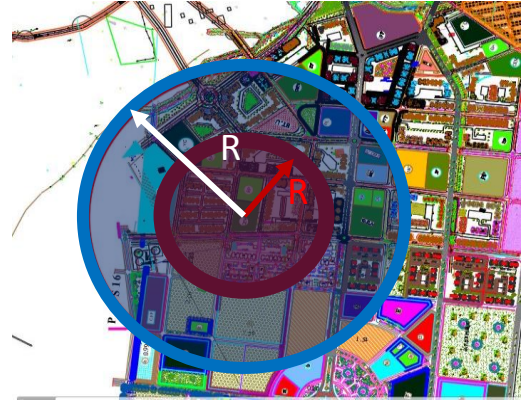


Figure 110: rayon d'influence d'une école primaire et école maternelle

Source : PDAU de la ville de Djelfa traité par l'auteur

5.4.2. Tableaux des surfaces :

Accueil				
Espace	Usagers	Surface (U) m²	Nombre	Surface (T) m²
Hall d'accueil (les élèves)	Les élèves	100 à 120	1	100 à 120
Hall d'accueil (l'administration)	Les enseignants + l'admin	30 à 50	1	30 à 50
Sous-total		130 à 170		
Entité pédagogique				
Espace	Usagers	Surface (U) m²	Nombre	Surface (T) m²
Salle de classe primaire	Les élèves + les enseignants	50 à 70	10	500 à 700
Salle de classe maternelle	Les élèves + les enseignants	50 à 70	6	500 à 700
Bibliothèque	Les enseignants	60 à 80	1	60 à 80
Bibliothèque	Les élèves	120 à 140	1	120 à 140
Atelier	Les élèves (primaire) + les enseignants	60 à 70	1	60 à 70
Atelier	Les élèves (préscolaires) + les enseignants	60 à 70	1	60 à 70
Sous-total		1300 à 1760		
Entité de loisir				
Espace	Usagers	Surface (U) m²	Nombre	Surface (T) m²
Salle de sieste	Les élèves (maternelle)	50 à 60	2	100 à 120
Salle de sports	Les élèves	150 à 180	1	150 à 180
Salle de jeux	Les élèves	60 à 80	1	60 à 80
Cour de récréation	Les élèves (maternelle)	500 à 600	1	500 à 600
Cour de récréation	Les élèves (primaire)	700 à 900	1	700 à 900
Club de dessin	Les élevés + enseignants	40 à 50	1	40 à 50
Club de musique	Les élevés + enseignants	60 à 70	1	60 à 70
Club de jeux	Les élevés + enseignants	60 à 70	1	60 à 70
Club d'astronomie	Les élevés + enseignants	60 à 70	1	60 à 70
Club de protection de l'environnement	Les élevés + enseignants	50 à 60	1	50 à 60
Sous-total		1780 à 2220		

CHAPITRE PROGRAMMATIQUE : programme quantitatif et qualitatif du projet

Entité de service				
Espace	Usagers	Surface (U) m²	Nombre	Surface (T) m²
Salle de service	Les surveillants + Les élèves	15 à 20	1	15 à 20
Cuisine	Les surveillants	150 à 180	1	150 à 180
Salle à manger	Les élèves (maternelle)	1 m² par place assise	1	100 à 120
Salle à manger	Les élèves (primaire)	1 m² par place assise	1	150 à 200
Stockage intérieur	Les surveillants	40 à 50	1	40 à 50
Salle de soin	Médecin + infirmiers + les occupants	40 à 50	1	40 à 50
Sanitaire	Les élèves (G+F) (maternelle)	1 par 12 élèves = 1.5	8	15
Sanitaire	Les élèves (G+F) (primaire)	1 classe * 4.5	16	40
Sanitaire	Adultes (H+F)	8 m² pour 1 unité	18	32
Local entretien	Les surveillants	90 à 100	1	90 à 100
Dépôt de stockage	Les surveillants	50 à 60	1	50 à 60
Local technique	Les surveillants	120 à 150	1	120 à 150
Sous-total		842 à 1017		

Entité administrative				
Espace	Usagers	Surface (U) m²	Nombre	Surface (T) m²
Salles des enseignants	Les enseignants	40 à 50	1	40 à 50
Bureau de directeur	Directeur	20 à 25	1	20 à 25
Bureau de secrétaire	Secrétaire	20 à 25	1	20 à 25
Stockage/archives	Administration	15 à 25	1	15 à 25
Bureau de gestionnaire	Gestionnaire	20 à 25	1	20 à 25
Bureau de conseillère pédagogique	Conseillère pédagogique + les parents + admin	20 à 25	1	20 à 25
Salle de réunion	Directeur + enseignants	30 à 40	1	30 à 40
Salle polyvalente	Elèves + enseignants	150 à 200	1	150 à 200
Salle des parents	Parents + enseignants + directeur	20 à 30	1	20 à 30
Sous-total		204 à 270		

Circulation horizontale	
Circulation des locaux communs	Environ 10% de la surface dédiée aux locaux communs.
Circulations de la partie maternelle	Environ 10 % de la surface dédiée à la partie maternelle

CHAPITRE PROGRAMMATIQUE : programme quantitatif et qualitatif du projet

Espaces pour les enfants autistes				
Espace	Usagers	Surface (U) m ²	Nombre	Surface (T) m ²
Salle Snoezelen	Les enfants autistes + professionnels	12 à 15	1 chambre pour 1 classe =16	192 à 240
Espace médicale	Médecin	80 à 100	1	80 à 100
	Psychologue			
	Orthophoniste			
	Psychomotricien			
Salle d'observation	Superviseur	25 à 30	1	25 à 30
Salle de dépistage	Professionnels	30 à 40	1	30 à 40
Espace pour les activités bénévoles	Membres des associations + les enfants	50 à 60	1	50 à 60
Sous-total		377 à 470		

Espaces extérieurs				
Espace	Usagers	Surface (U) m ²	Nombre	Surface (T) m ²
Air de regroupement	Les élèves	320	1	320
Parking	Les parents	12.5	1 places par classe = 16	200
Parking service	Service	12.5	5	62.5
Sous-total		582.5		

Espaces pour l'éducation durable				
Espace	Usagers	Surface (U) m ²	Nombre	Surface (T) m ²
Serre	Les élèves + les enseignants	120 à 140	2	240 à 280

5.5.PROGRAMME QUALITATIF :

N°	Locaux	Préscolaire	1 ^{er} et 2 ^{ème} cycle	3 ^{ème} cycle
1	Entrée- Accueil	1	1	1
2	Salle de classe	2-3	6	3
3	Sanitaire pour élèves	1	1	1
4	Sanitaire pour adultes	1	1	1
5	Bureau de direction	1	1	1
6	Dépôt pour le rangement du matériel	1	1	1
7	Local de matériel d'entretien	1	1	1
8	Guérite	1	1	1
9	Vestiaire (espace de rangement, sacs a dos, boites a lunch)	1	non	non
10	Espace de repos	1	non	non
11	Espace de service	1	non	non
12	Coin gouter	1	non	non
13	Préau couvert	1	optionnel	optionnel
14	Bureau du censeur	non	selon les besoins	1
15	Salle des professeurs	non	non	1
16	Salle informatique	non	non	1
17	Salle de bibliothèque	non	optionnel	1
18	Salle d'infirmerie	non	optionnel	1
19	Secrétariat	non	selon les besoins	1
20	Logement de gardien	optionnel	optionnel	1
21	Salle de sciences (Laboratoire biologie/physique/chimie)	non	non	optionnel
22	Accès à l'eau (adduction + citerne + fontaine à eau potable + espace lave-mains)	oui	oui	oui
23	Eclairage artificiel (réseau, batteries photovoltaïque, groupe électrogène)	optionnel	optionnel	oui
24	Clôture	oui	oui	oui
25	Cour de récréation aménagée	oui	oui	oui
26	Mini terrain de sport	non	optionnel	oui
27	Mât porte drapeau	oui	oui	oui
28	Jardin pédagogique	optionnel	optionnel	optionnel
29	Cantine scolaire (cuisine + réfectoire + dépôt de nourriture)	selon les besoins	selon les besoins	selon les besoins
30	Logement de directeur/ professeurs	selon les besoins	selon les besoins	selon les besoins

Tableau 3 : Composition d'une école fondamentale à cycle complet³⁷.

5.5.1. Répartition d'établissement scolaire selon les activités :

accueil	Entité pédagogique	Entité administratif	Entité servitude	Entité de loisir	Logement de fonction
✓ Hall d'accueil (les élèves) ✓ Hall d'accueil (l'administration)	✓ Salles da classe primaire ✓ Salle se classe maternel ✓ Bibliothèque ✓ Atelier (avec vestiaire)	✓ Salles des enseignants ✓ Bureau de directeur ✓ Bureau de secrétaire ✓ Stockage/archives ✓ Bureau de gestionnaire ✓ Bureau de conseillère pédagogique ✓ Salle de réunion ✓ Salle de conférence ✓ Salle des parents	✓ Salle de service ✓ Cuisine ✓ Salle à manger ✓ Stockage intérieur ✓ Salle de soin ✓ Local entretien ✓ Sanitaire (les élèves ;les enseignant ;l'administration)	✓ Espace de jeux en plein aire (cour de récréation) ✓ Salle de sieste ✓ Salle de jeux ✓ Salle de sports	✓ 4 log F4 ✓ Parking ✓ Espace de jeux

5.5.1.1.Entité pédagogique :

A. École primaire :

❖ Salles de classe pour l'enseignement fondamental :

La salle de classe est le lieu le plus important dans une école primaire puisque c'est là que les élèves passent le plus de temps pendant toute l'année scolaire, et où se déroule la plus grande partie de leurs activités.

³⁷ Source : normes de construction des bâtiments scolaires 2013

Selon Neufert (2002), les salles de classe sont ordinairement rectangulaires mais elles peuvent être de forme carrée.

Elles requièrent une surface minimale allant de 65 à 70 m², soit 2 à 2,2 m²/élève (ratio pour chaque élève). Le devant de la salle de classe, est aménagé pour l'emplacement d'un tableau mural et coulissant avec des panneaux pliables et un espace pour projection. La salle de classe est rarement de forme circulaire, en forme de T ou de croix.

La salle de classe peut adopter une forme carrée, rectangulaire ou une forme 'L' et chaque forme peut avoir plusieurs configurations.

Orientation : Éclairage naturel à privilégier. L'orientation plein sud est déconseillée si aucun système de protection du rayonnement direct n'est prévu

a) Ouvertures :

Les portes : l'entrée de la salle de cours se situera de préférence du côté du tableau, la porte doit être pleine avec un seul vantail (2mx 0.9m), s'ouvrant vers l'extérieur.

Les fenêtres : afin de concilier les contraintes climatiques et les exigences de l'éclairage, la surface vitrée variera selon les régions de 10 à 15 % du plancher. Toutes les fenêtres seront à doubles vantaux et ouvrantes. L'éclairage unilatéral ne peut être accepté que si la classe ne dépasse pas 7.20 m de profondeur. L'éclairage bilatéral est recommandé, il offre un meilleur éclairement, une bonne répartition de la lumière et une ventilation transversale efficace.

b) Revêtements

Les revêtements du sol doivent être antidérapants, étanches, et résistants aux variations de températures, aux chocs et aux agents chimiques. Les revêtements des murs et des plafonds doivent être choisis de couleurs claires, et ne doivent pas être accrochables aux poussières.

Les plafonds seront plans, unis et sans corniches.

c) Confort visuel dans une classe

Les possibilités d'éclairage naturel déterminent, pour une part considérable, la forme des salles de classe :

- Un éclairage unilatéral permet une profondeur pouvant atteindre au maximum 7m.
- Un éclairage mixte comportant un apport principal de lumière depuis la gauche et un apport supplémentaire provenant de la paroi arrière ou zénithal permet une profondeur pouvant atteindre 8 m au maximum.
- Un éclairage mixte autorise la construction de salles de forme carrée ou rectangulaire.
- Les baies vitrées principales se situent à gauche par rapport à la position normale des élèves.

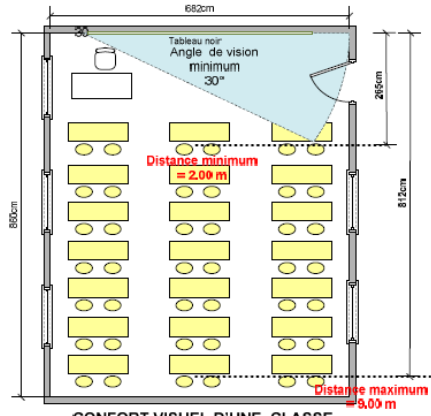


Figure 112: confort visuel d'une classe avec trois table-bancs frontaux

Source : Normes de construction des bâtiments scolaires 2013

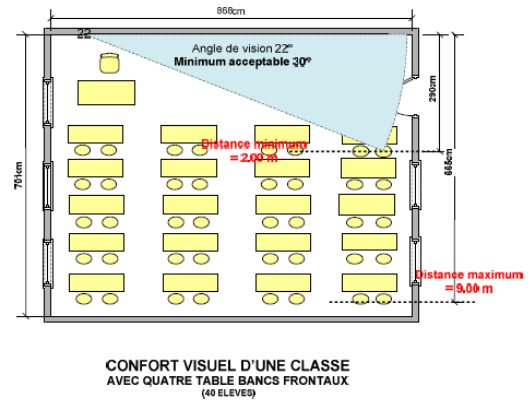


Figure 111: confort visuel d'une classe avec quatre table-bancs frontaux

Source : Normes de construction des bâtiments scolaires 2013

Principes de conception des salles de classe flexibles :

➤ Le prolongement de la salle de classe :

L'aire d'activité commune constitue le prolongement de la salle de classe pour un travail de groupe ou individuel et un espace de partage de ressources.

➤ L'aire de circulation, aire d'apprentissage complémentaire

Un espace propice pour le déroulement d'autres d'activités et un lieu de vie et de distraction pour les enfants.



Figure 113: Aire d'activité commune à l'école Douglas Park

Source : Arch Daily



Figure 114: L'aire centrale de circulation et d'apprentissage

Source : Arch Daily

➤ La connexion visuelle entre les espaces d'apprentissage

L'idée est de promouvoir un espace d'apprentissage avec des niveaux élevés de visibilité et la création de perceptions visuelles en créant une ambiance conviviale ainsi que des micro-milieus pour les élèves tout en les gardant sous la surveillance de leur maître.

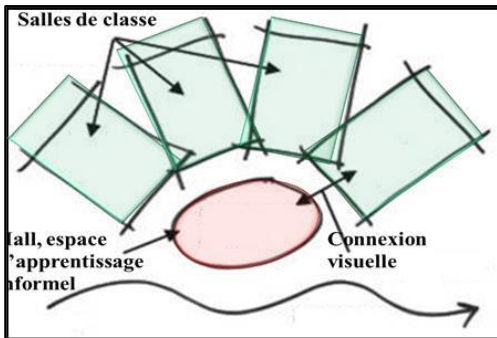


Figure 116 : Le principe de connexion visuelle entre les salles de classe et le hall

Source : <http://www.lcieducation.com>



Figure 115: connexion visuelle entre les deux zones d'apprentissage dans l'école Booker T. Washington

Source : Arch Daily

Le mobilier flexible, peut configurer la classe selon les besoins du maître et des élèves de manière à accroître l'interactivité.

La norme internationale de normalisation AFNOR (« Mobilier pour enfants », 2008) a conçu un recueil inédit de normes pour le mobilier d'enfants, y compris le mobilier scolaire qui constitue.

La table d'élève est à hauteur réglable et la chaise dynamique accorde aux élèves la liberté de mouvement qui est absolument indispensable pour un développement sain et une concentration soutenue.



Figure 117: Une salle de classe aménagée avec un mobilier flexible et amovible.

Source : Arch Daily



Figure 118: Des meubles pour une grande flexibilité

Source : Arch Daily

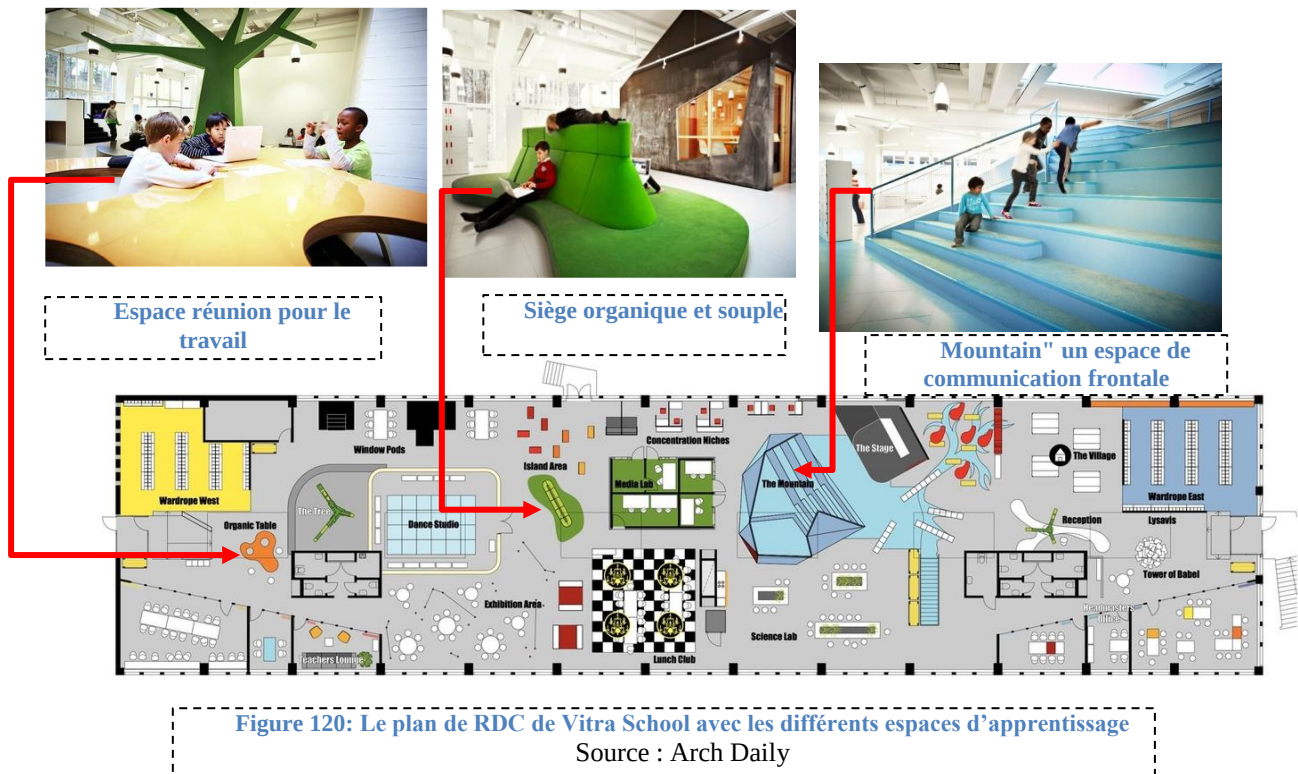


Figure 119: table et chaise réglables

Source : Arch Daily

➤ Le design comme une nouvelle démarche d'innovation

L'innovation en éducation se matérialise sous plusieurs formes : cela peut être dû à l'introduction des nouveaux outils technologiques, le recours à de nouvelles méthodes d'enseignement dans la façon d'interagir avec l'environnement pédagogique. L'innovation peut également se manifester dans la manière de concevoir l'espace d'apprentissage dans son architecture et dans son fonctionnement.



École maternelle :

❖ Les salles de classe :

La salle de classe est un espace d'enseignement devant être flexible, pour faciliter l'organisation d'activités diverses. C'est également un lieu de repère, un « petit chez soi » pour les différents groupes d'élèves. Une classe de préscolaire doit pouvoir être aménagée librement par la maîtresse qui peut y créer différents « coins » (jeux, activités manuelles, peinture, lieu de rassemblement, marionnettes, etc.).



Figure 121: Un espace ouvert
Source : Arch Daily

La superficie minimale de la salle est de 40m² et les services afférents (espace accueil, vestiaires, toilettes, coin goûter, coin repos, local de matériel, salle de service doivent être à proximité.

Ces locaux peuvent accueillir les élèves de l'éducation préscolaire 3 et/ou 4 ans et 5 ans. On retrouve de 25 élèves par groupe de préscolaire.

Localisation : Il est très souhaitable que la partie maternelle soit organisée de plain-pied.

Pour toutes les classes, liaison directe souhaitée avec les vestiaires, liaison très proche ou directe avec les sanitaires.

Les fenêtres : doivent occuper 1/4 du mur de la salle et se situer à au moins 1m du sol. Ces normes peuvent être adaptées selon la situation climatique de la région.

La couleur des salles de classe doit être claire (blanche, rose, crème...).

L'équipement de base se compose du mobilier (armoires, tables et chaises adaptées à la taille des petits) ainsi que du matériel nécessaire pour les différentes activités éducatives (activités d'expérimentation, de construction, de peinture...).

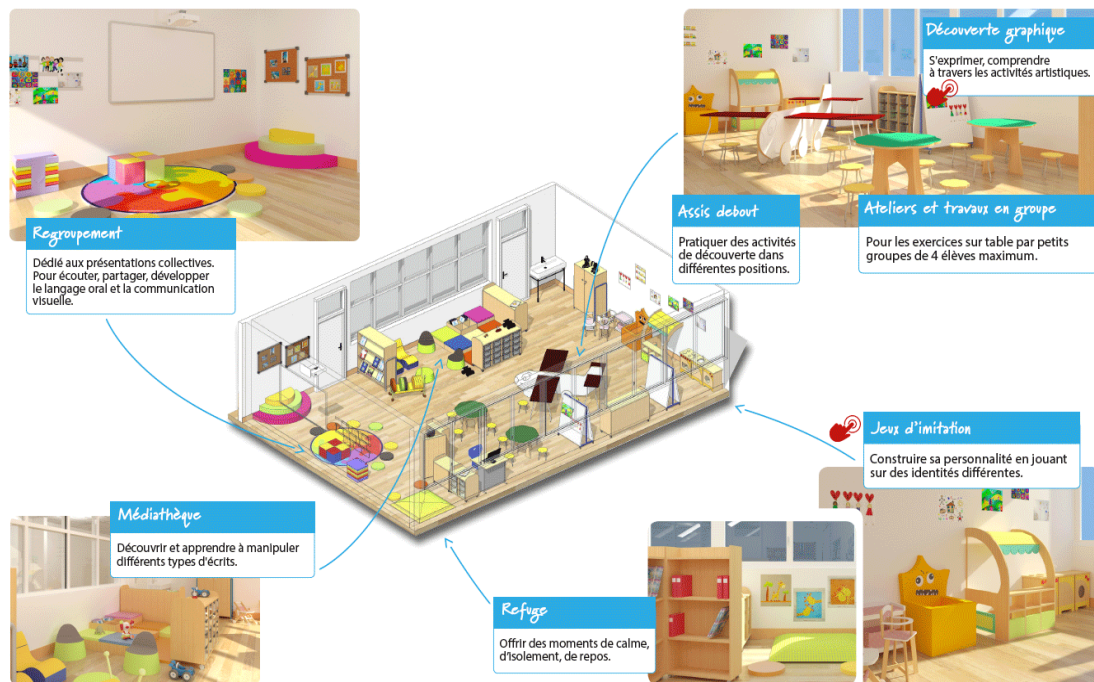


Figure 122 : Plan 3D d'une salle de classe en école maternelle

Source : www.manutan-collectivites.fr

5.5.1.2. Les espaces pour les enfants autistes :

❖ La salle snoezelen :³⁸

Le système visuel : L'utilisation la plus commune d'une salle multisensorielle Snoezelen est pour la stimulation visuelle. Elle peut être utilisée afin de sensibiliser la personne à la lumière, au suivi du regard, et à d'autres exemples de compétences visuelles. Pour cela, les tubes à bulles peuvent être utilisés pour le suivi du regard et les fibres optiques peuvent être utilisées pour sensibiliser à la lumière.



Figure 123 : exemple d'aménagement chambre snoezelen

Source : La pratique snoezelen, conférence AURA 77, 27 Novembre 2014

Le système tactile : Le Snoezelen offre de multiples expériences tactiles. Avec ses différentes textures utilisées sur des panneaux, des produits telles des balles, des éponges et des brosses, ainsi que des tapis vibrants et masseurs, offrent des possibilités de stimulation tactile de la tête aux pieds.

Le système olfactif : Une ambiance tranquille peut être mise en place, avec des kits d'aromathérapie ou des objets réels telles les oranges, les pommes, ou des fleurs fraîches.

Le système auditif : L'utilisation de la musique, des instruments, ou même de vidéos à travers un projecteur pour une expérience sonore. Le déplacement des outils et matériels utilisés - que ce soit un

³⁸ La pratique snoezelen, conférence AURA 77, 27 Novembre 2014

lecteur CD, une chaîne stéréo ou un projecteur de vidéo- dans la salle permettra à tous les participants de vivre l'expérience des différences de volume en raison d'un changement de proximité.

Le système Vestibulaire et proprioception : La marche sur un sol couvert de tapis, dans une salle multisensorielle Snoezelen, permet d'intégrer, à la fois, les sens vestibulaires, et proprioceptifs. Le mobilier de la salle Snoezelen est le meilleur moyen pour aider les participants à l'expérience de ces sens: telles les chaises, les poufs, etc.



Figure 124: Les colonnes à bulles

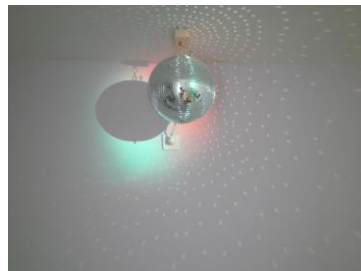


Figure 126: La boule à facettes

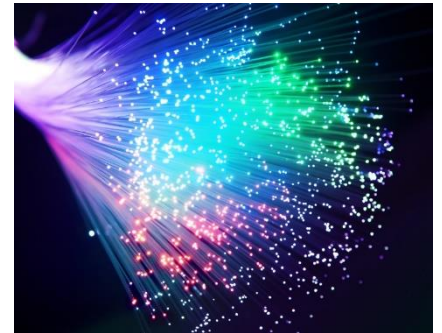


Figure 125: Les fibres optiques



Figure 127: La lampe à ultraviolets



Figure 128: Les plafonds étoilés

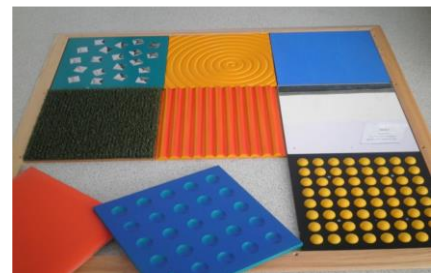


Figure 129: Les dalles tactiles

B. Les locaux à usage

commun (primaire + préscolaire) :

❖ Espace d'accueil :

Surface utile totale : environ 45 m²

Établir pour l'enfant devenant élève un climat transitionnel maison-école sécurisant dans lequel son affect est progressivement orienté vers des capacités scolaires.

Usagers : les élèves (primaire + préscolaire)

Localisation : Son positionnement central permet d'assurer la distribution vers les différentes entités du groupe scolaire

A titre indicatif : 10 m² au minimum, davantage en fonction du nombre d'enfants accueillis. La fonction d'accueil concerne des espaces construits mais également certains espaces extérieurs.

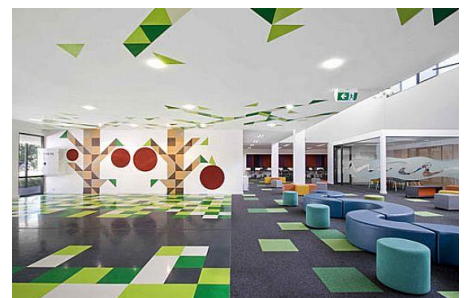


Figure 130 : Hall d'accueil d'une école maternelle

Source : annaserratfotografia.blogspot.com

❖ Bibliothèque :

La bibliothèque est composée d'un espace de rayonnage des volumes et d'un comptoir de prêts.

Les principales activités de bibliothèque :

- ✓ La lecture et le travail individuel des élèves et des enseignants ;
- ✓ Les activités pédagogiques ponctuelles avec des petits groupes d'élèves ;
- ✓ Les prêts, le rangement, l'étiquetage des ouvrages et les réparations des livres ;

Organisation

La bibliothèque comprend plusieurs espaces qui sont

- L'espace de lecture lui-même dont la dimension dépend des effectifs de l'établissement et du nombre d'enseignants ;
- L'espace d'accueil et de prêt des ouvrages et documents qui doivent être organisés pour permettre le contrôle des entrées et sorties
- L'espace de rangement des ouvrages.



Figure 131 : Bibliothèque des enfants
Source : www.karentuiboyes.com

❖ Atelier :

Les ateliers sont utilisés pour les travaux en demi-groupes ne pouvant être réalisés dans la salle d'exercice (expérimentation, peinture, travaux de langage...).

Localisation : L'organisation d'un atelier partagé par deux salles de classes avec une liaison directe permet d'en faciliter l'utilisation.



Figure 132 : Atelier de dessin école primaire
Source: alexalamaternelle.eklablog.com

❖ Vestiaires :

Nombre : 1 pour 2 classes ; **usagers** : les élèves

Les vestiaires constituent un passage obligé entre l'extérieur et l'intérieur de la salle de classe.

Chaque vestiaire dessert 2 classes.

Les enfants y déposent leurs vêtements chauds, et éventuellement leurs chaussures, pour accéder à la classe. Lors des périodes d'intempérie et en hiver, le vestiaire doit permettre d'assurer le séchage rapide des vêtements et des chaussures.

Localisation : Les vestiaires constituent une zone tampon entre les circulations et les salles de classe, ou entre l'extérieur et les salles de classe.

5.5.1.3.Circulations, halls d'accès, escaliers :

❖ Circulations de la partie maternelle

Surface utile : environ 10 % de la surface dédiée à la partie maternelle

Effectif	Unités passage	Largeur (m)
<50	(1)	1,60
50 à 100	(2)	1,60
100 à 200	3	1,80
200 à 300	4	2,40

Tableau 4 : largeur minimale des circulations
Source : Normes de construction des bâtiments scolaires 2013

Cette zone de circulation assure la distribution des espaces de la maternelle.

➤ **Circulations verticales**

Escaliers

Hauteur des marches : Plus 3 ans taille moyenne 145cm 13-15cm

5.5.1.4. Entité de loisir :

❖ **Cour de récréation**

La cour de récréation a une surface de 5 m²/élève

La cour de récréation pour le préscolaire sera évaluée à raison de 8 m² environ par élève ; elle ne pourra toutefois être inférieure à 400 m².

Localisation : En liaison directe avec les espaces majeurs du groupe scolaire.

Une séparation des cours maternelle et élémentaire est souhaitable, du fait du rythme d'évolution différent des enfants (un petit de 3 ans ne se méfiera pas forcément d'un grand de onze ans en pleine course).

Exigences particulières

- Créer différents types d'espaces et d'ambiances, propices à des activités diverses et à des âges différents.
- La surveillance visuelle doit être possible en tout point.
- Les revêtements muraux extérieurs doivent être particulièrement résistants et lavables sur une hauteur de 1,50 m au moins.
- Les 2/3 au moins de la surface doivent être en revêtement dur (type enrobé).
- Le recours à des matériaux innovants est possible ; les finitions devront être soignées, afin que les différentes zones se côtoient
- Harmonieusement et que les cours d'école s'intègrent dans le projet global.
- La préservation d'une zone de type « jardin » est intéressante, comme la création d'un bac à sable (protégé)

Pour les écoles primaires, le préau scolaire doit couvrir une surface totale de 0,80 m² jusqu'à 1 m² par élève scolarisé.

➤ **Aménagement de la cour :**

La cour de récréation fait l'objet d'un petit lifting afin que nos élèves puissent s'épanouir au mieux.

1) L'espace calme :

Espace qui est dédié aux enfants qui désirent être au calme pour prendre le temps de discuter, de se ressourcer, de lire, de manger leur collation, de dessiner, ...



Figure 133 : cour de récréation école primaire

Source:

alexalamaternelle.eklablog.com



Figure 134 : cour de récréation école primaire

Source : www.imageneseducativas.com

2) L'espace ballons

Pour les élèves qui désirent jouer au ballon (football, basket, ...), le terrain de sport à présent sécurisé est mis à leur disposition. Les ballons en mousse sont fournis par l'école et gérés par les instituteurs et surveillants. Pour rappel, les ballons en cuir sont interdits

3) L'espace course

Pour ceux qui veulent bouger un peu plus, « l'espace course » est le lieu idéal pour les élèves qui préfèrent se défouler, courir, danser, le tout dans le respect du règlement de l'école

❖ Salle d'activités sportives :

Cette salle est dédiée à la pratique d'exercices obligatoires au bon développement physique, intellectuel et nerveux des élèves.

Elle peut être occasionnellement utilisée comme espace de rencontre ou de spectacle regroupant toutes les classes (spectacle de fin d'année, autres animations particulières...).

Localisation : la salle d'activités sportives doit être aisément accessible depuis l'accueil.



Figure 135 : Salle de sport école primaire
Source : <http://maternelleservins2012.eklablog.fr>

Un accès direct sur la cour et le préau est souhaité pour favoriser le développement d'activités intérieures et extérieures.

❖ Salle de repos (sieste) :

La salle de repos permet aux enfants qui en ont besoin ou qui le souhaitent de faire une sieste, notamment après le déjeuner.

L'utilisation de lits empilables permet d'utiliser cet espace occasionnellement pour des activités calmes nécessitant un faible

Niveau d'éclairage (projections, contes).

Il est souhaitable que les salles de repos soient situées à proximité des salles de classes maternelles, pour permettre aux enfants qui se réveillent de rejoindre leur classe, mais aussi pour en faciliter la surveillance par un enseignant



Figure 136 : Salle de sieste école primaire
Source : Source : www.wesco.fr

5.5.1.5. Entité de service :

❖ Stockage intérieur de la maternelle :

Lieu de stockage du matériel commun nécessaire au déroulement des activités en maternelle.

Servant principalement de réserve de petit matériel, cet espace peut également recevoir des objets encombrants, créés dans le cadre d'activités manuelles.

Localisation : Proche de la salle de service, une liaison directe paraît d'ailleurs souhaitable.

❖ La restauration :

La partie restauration comprend les locaux suivants :

CHAPITRE PROGRAMMATIQUE : programme quantitatif et qualitatif du projet

- La salle de restauration de 120 places
- La partie cuisine avec deux espaces de préparation (froide et chaude), un espace de lavage/nettoyage de la vaisselle et des ustensiles, les locaux de stockage de la nourriture (denrées périssables et non périssables), les chambres froides et réfrigérateurs, le dépôt des ustensiles et instruments de cuisine, le local des déchets et ordures avec une sortie directe sur l'extérieur, le bureau du personnel de cuisine.
- Les vestiaires-sanitaires du personnel
- Le bloc sanitaire du restaurant.

❖ Sanitaires enfants :

Zone de sanitaires dédiés aux enfants de la maternelle doit être d'accès facile et adapté à la taille des tous petits en vue d'encourager l'autonomie de l'enfant.

Localisation : Ces sanitaires doivent occuper une position centrale par rapport à la zone maternelle.

Ils doivent être facilement accessibles depuis la cour de récréation ; une communication directe avec les vestiaires est également souhaitable.

Nombre de sanitaire par élève

- Filles : 1 WC / 20 élèves
- Garçons : 1 WC / 40 élèves, 1 urinoir / 20 élèves
- Lavabos : 1 jet pour 20 élèves

❖ Infirmerie :

Le rôle de l'infirmerie dans les établissements scolaires se limite aux activités suivantes :

- Les premiers soins à la suite d'un accident, effectués par une personne spécialement formée ;
- Les soins curatifs de faible importance qui s'effectue chaque jour, suivant un horaire précis;
- Les actions préventives telles que les vaccinations ou les contrôles sanitaires des élèves par le corps médical extérieur à l'établissement.

Les dispositions spécifiques à l'infirmerie sont :

- Le niveau d'hygiène à prévoir (revêtements lavables, protection contre la poussière avec l'étanchéité des ouvertures et la protection contre les insectes par des moustiquaires) ;

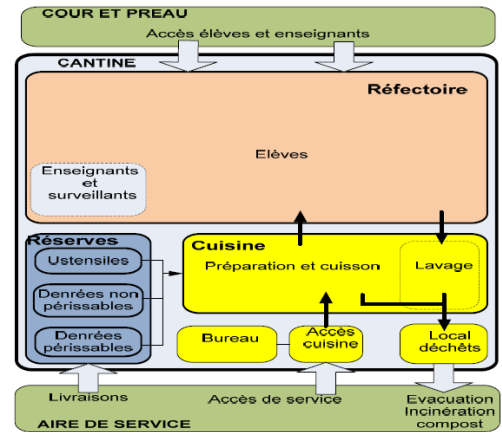


Figure 137: schéma fonctionnel de la restauration

Source : Normes de construction des bâtiments scolaires 2013

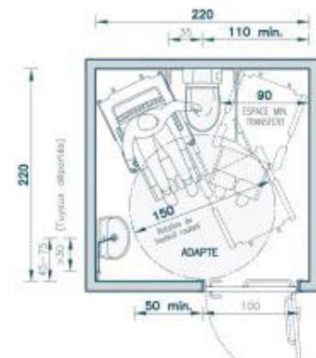


Figure 138: WC adapté

Source : Normes de construction des bâtiments scolaires 2013

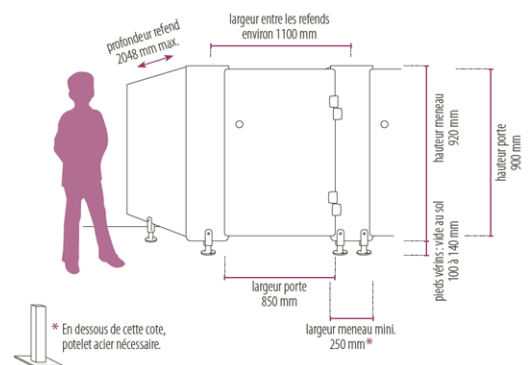


Figure 139: la cabine Petite enfance

Source : Normes de construction des bâtiments scolaires 2013



Figure 140: infirmerie

Source : www.pinterest.fr

- La sécurité contre les vols (médicaments et équipements) avec une bonne visibilité du bâtiment, la limitation à une seule entrée du bâtiment, l'installation d'une serrure de sûreté sur la porte, la protection des fenêtres avec des grilles et l'utilisation de placards fermés à clé
- Le confort visuel avec une luminosité bien contrôlée afin d'offrir un éclairage suffisant pour les consultations et les préparations tout en permettant une atténuation de la lumière pour le repos des patients.

5.5.1.6. Entité administrative :

❖ Locaux d'administration

Activités : Les locaux d'administration des établissements scolaires ont quatre principales fonctions:

- Les travaux administratifs et de gestion ;
- Les réunions et rencontres entre les différents interlocuteurs en charge de l'éducation et de la gestion de l'établissement (enseignants, personnel administratif et de service, élèves, parents, personnes extérieures) ;
- Le stockage des fournitures destinées à l'administration et aux cours ;
- L'archivage des documents de l'établissement (dossier des élèves, courrier, documents administratifs...).

Organisation : Il a été décidé de ne pas moduler le nombre de locaux et les surfaces des locaux en fonction de la taille de l'établissement afin de simplifier les futures extensions. La taille du bâtiment d'administration reste donc sensiblement la même pour tous les établissements du même niveau :

- Les bureaux comprennent 5 ou 6 unités qui sont destinés au Directeur (ou Principal), au surveillant général, aux surveillants et/ou répétiteurs et au secrétariat ;
- Une salle des enseignants ;
- Une réserve pour les équipements, le matériel et les fournitures ;
- Un local d'archives (et reproduction)

5.5.1.7. Les espaces extérieurs :

❖ Parkings et abords :

Ils comprennent une zone de stationnement, des voiries d'accès et de service, l'organisation des cheminements piétons entre le parking et les différents accès au(x) bâtiment(s).

Les accès publics au bâtiment principal devront faire l'objet d'un traitement spécifique marquant un parvis.

❖ Rangements extérieurs :

Surface utile : 20 m² pour la maternelle, 10 m² pour l'élémentaire

Locaux de rangement destinés au stockage des jeux ou matériels d'extérieurs (dans le cas de l'élémentaire, le local peut également accueillir le petit matériel pour les activités sportives qui peuvent se dérouler dans la cour).

Localisation : Ces espaces peuvent être intégrés sous les préaux.

❖ **Air de regroupement :**

Situé au côté des entrées principales destinées à des regroupements des enfants pour leur sécurité

❖ **Serre jardin :**

Une serre est une structure close ou semi-ouverte translucide, en verre ou en plastique, soutenue par une structure métallique ou en bois, destinée en général à la production agricole.

Elle vise à l'apprentissage des enfants



Figure 141: Serre jardin

5.5.2. Normes et recommandation :

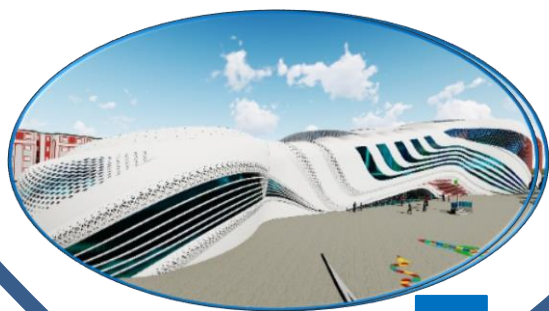
Espace	Confort visuel	Confort thermique et acoustique
Administration	• Pour les bureaux intensité de 300lux • Pour les autres espaces 250lux. Toujours l'éclairage naturel assurera une grande partie de l'éclairage	Température et pourcentage d'humidité régulés, selon les fluctuations externes, pour offrir un confort physiologique maximale aux usages.
Salle de classe (primaire, maternelle)	Eclairage de 300-500lux Indice d'uniformité 0.5 à 0.6	Température : 16-28 °C Vitesse d'air : 0.2/m Humidité : entre 30% et 50% Niveau acoustique : 45db
Bibliothèque	Intensité de 500 lux	Nécessité d'une isolation phonique et thermique adéquat (Offrir des conditions optimales de confort pour l'activité de la lecture).
Salle polyvalente	Eclairage uniforme indirecte afin d'éclairer la salle et ne gêne pas l'observateur. Eclairage direct focalisé vers la scène	Cloisons avec épaisseur d'isolant thermique. Cloisons avec épaisseur d'isolant phonique.
Salle de jeux	Intensité de 300 lux	Plancher chauffant

Tableau 5 : Programme qualitatif (normes et recommandation)

SYNTHESE DE CHAPITRE PROGRAMMATIQUE :

Le programme c'est le point de départ, point d'articulation entre l'étude thématique, analytique et contextuelle concernant un projet à concevoir et à réaliser a pour objectif de déterminer leur exigence quantitative et qualitative.

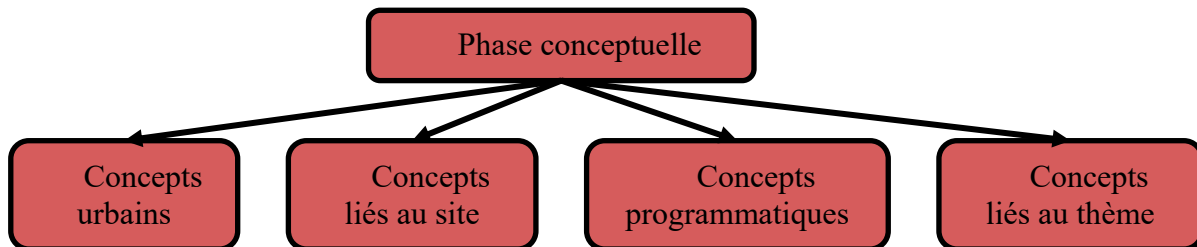
6. Chapitre Architecture Et technique



INTRODUCTION :

« Chercher la raison de toute forme car toute forme a sa raison. »³⁹

« 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 »⁴⁰



6.1. LES CONCEPTS :

Les concepts constituent un moyen essentiel utilisé pour atteindre les objectifs ou solutions souhaitées dans la conception d'un projet architectural.

6.1.1. Concepts liés au programme :

Fonctionnalité : Afin d'avoir un bon fonctionnement de notre projet, les différentes entités, seront disposées suivant leurs relations et leurs caractéristiques, pour obtenir une continuité et une complémentarité.

Hiérarchie : Le projet présente un programme riche et une diversité de fonctions qui nécessite une hiérarchisation dans la disposition de ces derniers afin que l'on puisse distinguer les fonctions primaires et secondaires, calmes et bruyantes.

La flexibilité : Elle devrait garantir à notre projet de s'adapter aux nouveaux changements opérés sur l'espace et aux nouvelles exigences, afin de prévoir les différentes modifications, elle se traduit par des murs légers et l'utilisation du mobilier flexible qui nous offre une variété des activités dans un espace.

6.1.1. Concepts liés à l'architecture :

La perméabilité : Elle assure la relation de l'équipement avec son environnement à travers ces différents accès (piéton et mécaniques) et les relations fonctionnelles entre les différentes entités internes. Elle peut se traduire aussi à travers les relations visuelles internes et externes de l'équipement.

Unité : Elle consiste à unir les différentes parties du projet afin d'avoir une image cohérente de ce dernier

La transparence : La lumière et l'ombre sont les haut-parleurs de l'architecture de vérité, de calme et de force. La transparence a pour objectif de favoriser le contact de l'homme avec son environnement. La transparence donnera aux utilisateurs de l'espace cette sensation de liberté et de communion, avec la nature qu'on reproduira par une végétation importante et des plans d'eau, afin d'apporter l'idée d'inspiration.

³⁹ De Viollet-le-Duc Extrait de la préface des Entretiens sur l'architecture, 1863

⁴⁰ Richard Meier (architecte américain)

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.

Dynamisme : Notre projet doit avoir une forme dynamique et futuriste qui s'inscrit dans son temps. Cette forme doit exprimer l'évolution permanente du monde économique qui nous entourent et du développement économique qui est en accroissance accrue.

Centralité : On peut définir l'aspect de la centralité comme un élément articulateur et organisateur, qui assure les différentes liaisons fonctionnelles et spatiales, où l'espace centrale a pour but :

- Liberté du mouvement.
- Identification des espaces.
- Lecture rapide des espaces.

6.1.2. Concepts liés à la durabilité :

Forme compacte : Pour minimiser les déperditions énergétiques et se protéger contre les vents.

L'orientation favorable du bâtiment : une bonne orientation nous permet de profiter au maximum des rayons solaires en hiver et réduire les consommations des énergies.

La végétation : La végétation à feuilles caduques procure un ombrage naturel saisonnier permet de profiter de la lumière et l'ensoleillement en hiver tout en créant un ombrage en été.

Une chaine de plantations à feuilles persistants proposées au côté nord-ouest pour briser les vents froids.

6.1.3. Concepts liés au thème (l'autisme) :

Les espaces avec environnement doivent être :

- Adaptabilité / flexibilité
- Contrôle
- Sécurité
- Calme, ordre et la simplicité

6.2. Genèse de projet :

6.2.1. Idées d'inspiration :

Les gens normaux pensent que les autistes vivent dans un monde perplexe ambigu ce qu'ils les conduisent à s'interroger sur leurs comportements et leur aspects extérieurs



A du mal à comprendre et se faire comprendre



Ambiguïté

L'idée du projet est inspirée d'une forme irrégulière qui représente les comportements incompréhensibles de l'enfant autiste « le point d'interrogation = Ambiguïté ».

Généralement les enfants lorsqu'ils commencent à écrire ou à dessiner trouvent des difficultés qui se reflètent par des dessins et des écritures aléatoires. Donc on a demandé à un petit enfant de 4ans de dessiner un point d'interrogation.



Figure 142 : point d'interrogation dessinée par un enfant de 5 ans

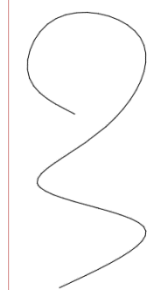


Figure 144 : dessin d'enfant imité par auteur

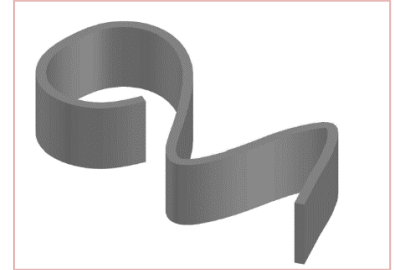


Figure 143 : volumétrie

Ensuite on a imité le dessin d'enfant afin de le transformer en volume. Le volume fluide obtenu représente l'univers des enfants autistes aperçu par les gens normaux.

De la recherche thématique nous avons constaté que la meilleure méthode d'apprentissage des enfants autistes est de les intégrer dès le bas âge dans un milieu scolaire ordinaire. Donc l'objectif principal de notre école est d'aider l'enfant autiste de sortir de sa bulle pour le rapprocher à l'univers des enfants normaux et d'acquérir des connaissances qui lui permet d'occuper une place importante dans la société.

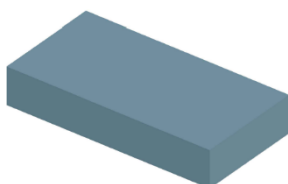


Enfant autiste vit dans une bulle

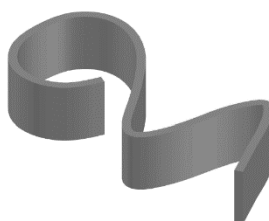


Ressortir l'enfant autiste de sa bulle et l'intégrer avec les enfants normaux

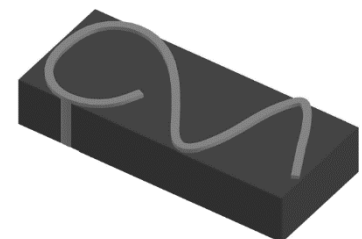
Dans ce cas l'univers de l'enfant normal sera matérialisé par une forme régulière rectangle (parallélépipède).



Enfant normal



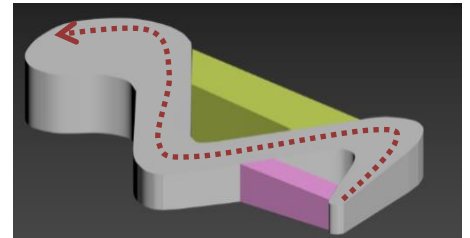
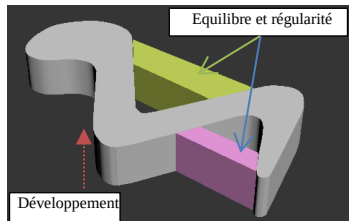
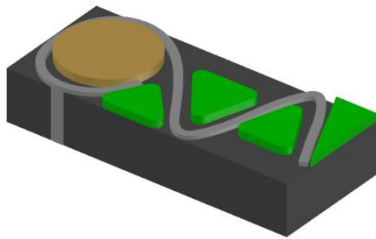
Enfant autiste



Croisement des deux univers

Cette école sera le lieu de croisement et de fusion ces deux univers, pour cela la forme du projet sera obtenue par l'union de deux volumes, le premier fluide représente l'enfant autiste et le deuxième un volume régulier représente l'enfant normal.

A l'école les enfants vont acquérir des nouvelles connaissances qui leurs permettent de développer des compétences intellectuelles, ainsi que l'éducation va servir à ajuster leurs comportements. Donc dans cette école (destinée aux deux catégories d'enfant), les enfants vont s'accompagner et se soutenir pour tracer leur avenir et concrétiser leur objectif.



Apprentissage = rajout (de positif) et soustraction (de négatif)

Graduation

L'apprentissage permet aux enfants de développer leurs compétences intellectuelles cette idée va être matérialisée par la graduation de volume.

Croquis général : nous avons essayé d'esquisser une forme ou bien l'idée proactive pour notre projet.

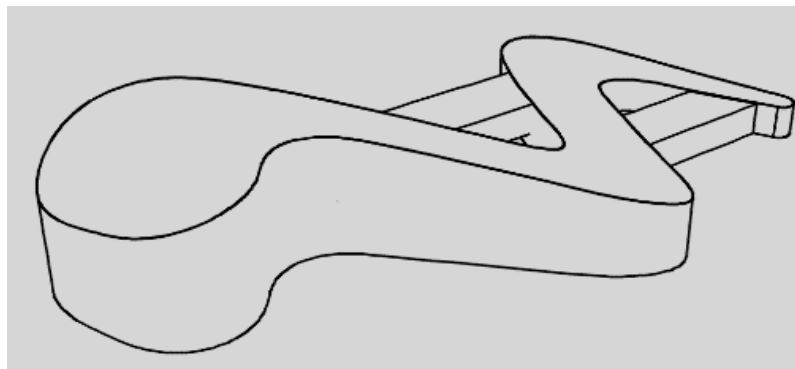


Figure 145 : Croquis général du projet
Source : hauteur

6.2.2. Matérialisation des idées :

6.2.2.1. Les données de site :

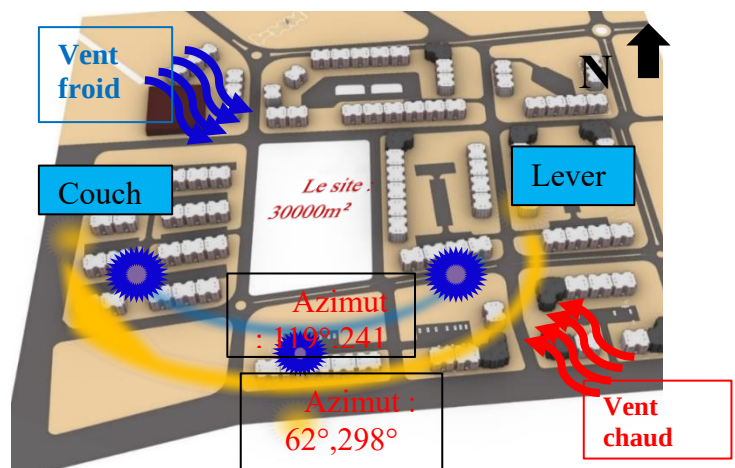


Figure 146 : Les données de site d'intervention

6.2.3. La formulation :

La 1^{ère} étape : choix des axes

Un axe fort de visibilité : c'est un axe majeur à partir duquel qu'on aura une vue globale de Projet (la diagonale de puis le nœud urbain).

Le deuxième axe : l'axe climatique Est orienté Est-Ouest ce qui nous permette d'orienter les façades les plus longues vers le nord et vers le sud et profiter le maximum des rayons solaire en hiver.

L'intersection de l'axe de perception et l'axe climatique dégage un point important un point d'articulation fort qui sera matérialisé par un espace central qui sert d'élément d'articulation entre les entités du projet.

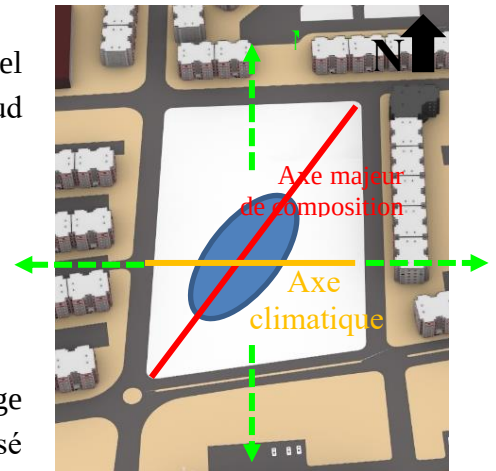


Figure 147 : les axes structurants de site

La deuxième Etape : ajustement de l'assiette et choix d'accès

- Le recule : pour protéger le projet, réduire la propagation du bruit et assurer la sécurité. (Clôture)
- Aménagement des deux aires de regroupement à l'extérieur de l'école.
- On a deux accès principaux piétons, l'un situé à l'Est et l'autre à l'Ouest, au côté d'habitation pour la sécurité des enfants (deux flux moyens)

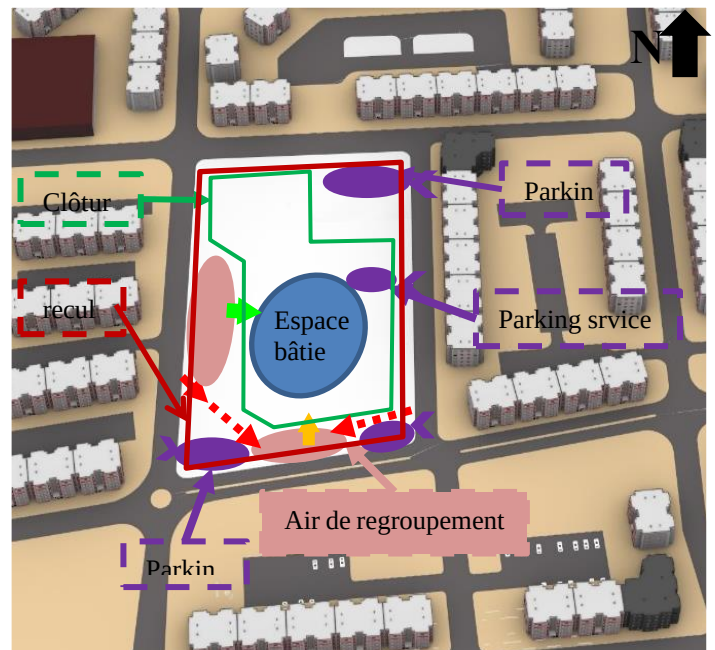
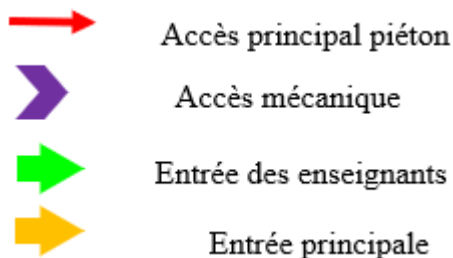


Figure 148 : ajustement de l'assiette et Choix des accès

- Entrée principale va se Situer à proximité de l'air de regroupement et sur l'axe principal pour qu'elle soit visible.
- L'aménagement de deux aires de stationnement des parents/enseignants et un parking de service à l'intérieur et un dernier pour les habitants.

La 3^{ème} étape : l'implantation et évolution formelle

Formulation géométrique :

La forme de notre projet est inspirée de point d'interrogation, on a développé géométriquement par

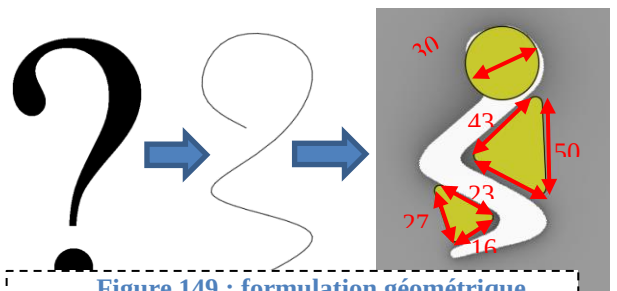


Figure 149 : formulation géométrique

l'utilisation des formes géométriques simples (cercle, triangle).

L'implantation :

L'implantation du premier volume qui exprime l'enfant autiste avec une forme fluide de point d'interrogation sur l'axe majeur de composition.

Les façades les plus longues de notre projet suivent l'axe climatique et sont orientées nord-sud.

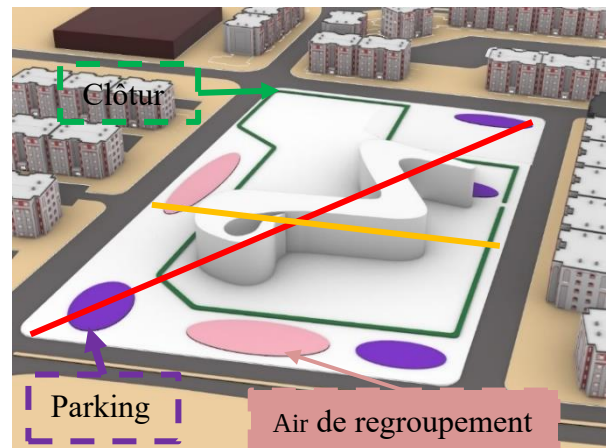


Figure 150 : implantation de volume du projet sur le site

Evolution formelle :

La forme sera dégradée ce qui reflète la gradation d'âge des occupants (enfants préscolaire, enfants primaire) et de l'apprentissage.

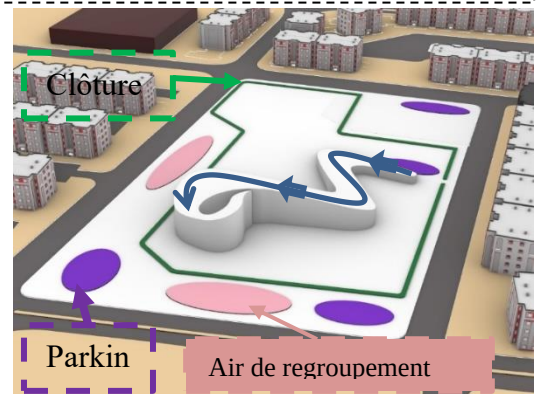


Figure 151 : la dégradation de la forme

On a intégré un deuxième volume régulier de forme rectangulaire exprime l'enfant normal ; pour donner un équilibre à notre forme.

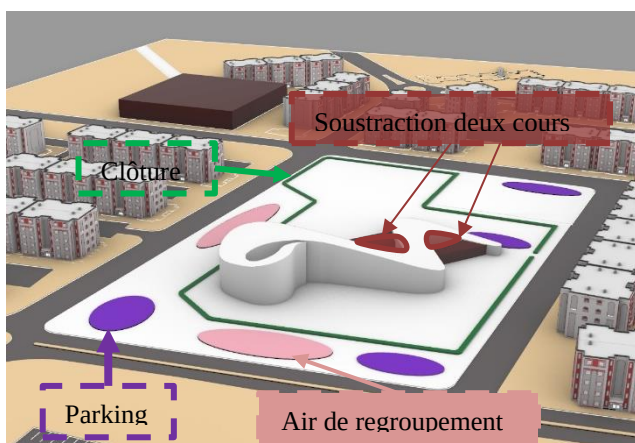


Figure 153 : la soustraction des deux volumes (les cours)

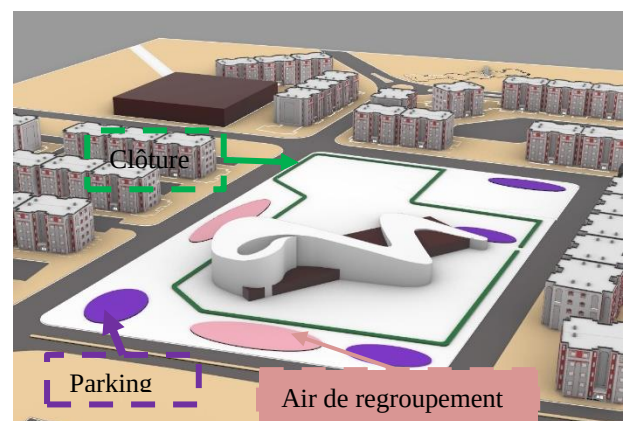


Figure 152 : l'intégration d'un volume régulier

La fusion entre les deux formes et la soustraction des deux volumes (les cours)

La barre sera suspendue afin de former un espace couvert (abri pour les enfants). Et marquer l'entrée des élèves.

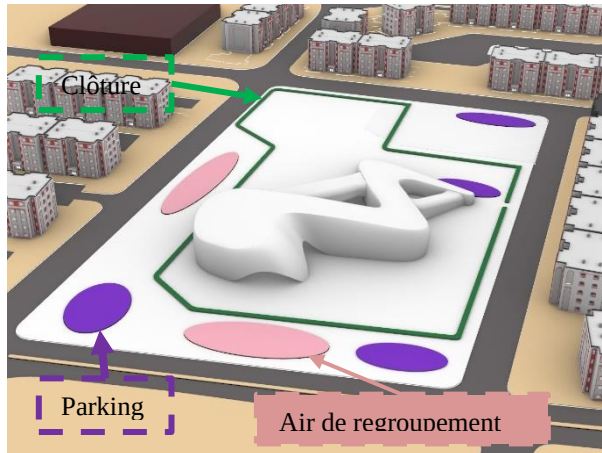


Figure 155 : la forme du projet

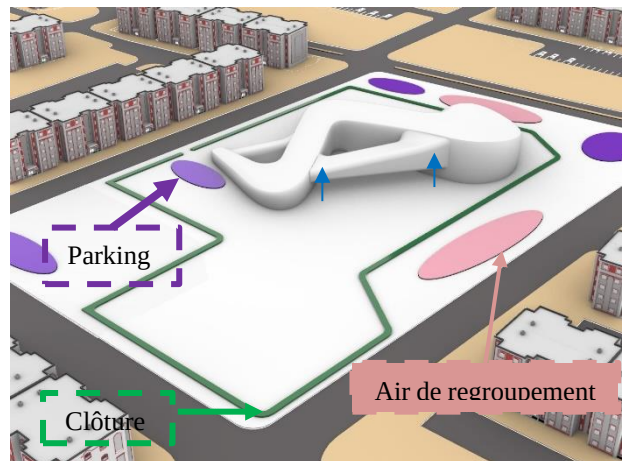


Figure 154 : la barre suspendue

On a choisi une forme fluide pour minimiser l'exposition aux vents, et un toit incliné pour l'intégration avec le contexte de la ville facilite l'évacuation des eaux de pluie et pour éviter l'accumulation de la neige durant la période hivernale.

Le Marquage d'entrée sera aussi avec une forme fluide en complémentarité avec notre forme, elle sera traitée par des patterns qui permettent pénétration des rayons solaire et de l'air frais.

La 4ème étape : l'organisation spatiale (zoning)

Notre projet s'organise selon deux principes, le premier c'est l'organisation centrale autour la cours de récréation (centralité), le deuxième est de minimiser le bruit de l'extérieur à l'intérieur vers l'entité pédagogique et la partie médicale des enfants autistes (hiérarchie).

- L'entité pédagogique orientée vers le sud pour profiter le maximum des rayons solaires.
- L'entité administrative est à proximité à l'entrée principale des enseignants et des visiteurs pour les orienter et les informer.
- L'entité de loisir placé entre l'entité pédagogique et l'entité de service
- Deux serres pour l'éducation durable, l'une est un jardin éducatif situé à la proximité de l'entité pédagogique à côté du club de protection de l'environnement ; l'autre au nord.
- La salle de sport couverte et les logements de fonction au côté nord éloignés du bâtiment principal.

■ Entité administrative	■ Entité pédagogique
■ Entité loisir	■ Entité service
■ Médicale autiste	■ Logement de fonction
■ Les serres	■ Salle de sport
■ Théâtre en pleine air	

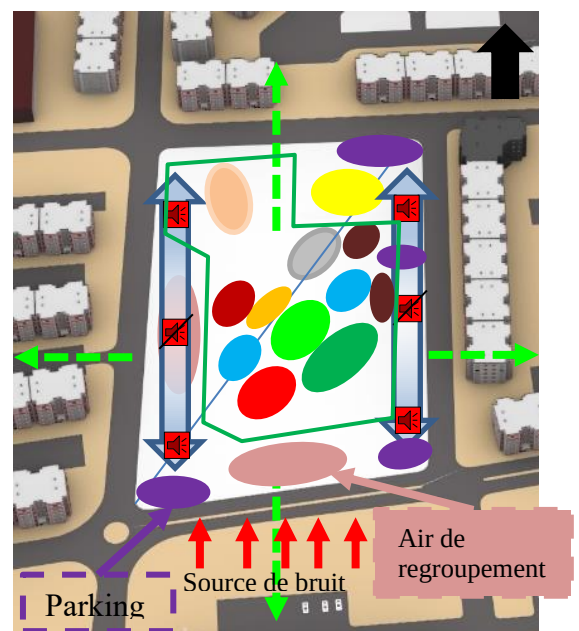


Figure 156 : l'organisation spatiale (zoning)

L'organisation spatiale (zoning) en 3D :

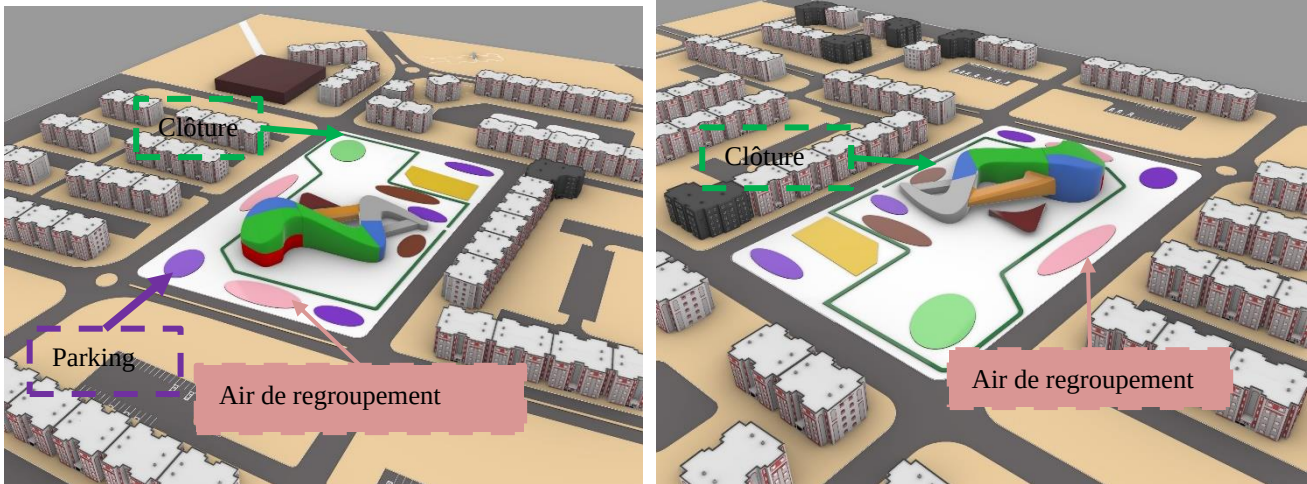


Figure 157 : L'organisation spatiale (zoning) en 3D

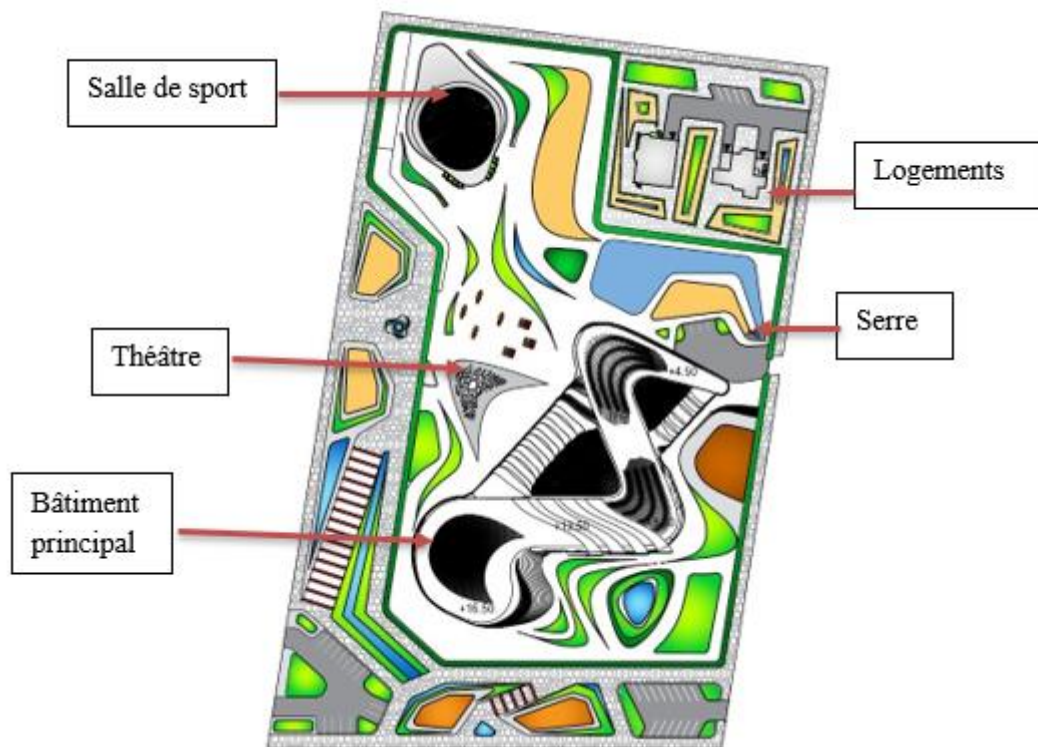
La 5^{ème} étape : La conception des autres bâtiments et l'espace extérieur :

- Pour répondre au programme nous avons ajouté des volumes afin d'abriter les entités secondaires tout en gardant l'aspect formel globale du projet :
 - La salle de sport sera de forme elliptique fluide (coque)
 - Le théâtre de forme triangulaire (la récupération de volume extrait de la cour)
 - La serre de forme trapézoïdale
 - Deux volumes cubiques abritant les logements de fonction couverts par un toit fluide
- Aménagement de recul pour minimiser le bruit du flux fort (flux mécanique) et le bruit venant de jardin public situé au côté sud, aussi pour la sécurité des enfants.



Figure 158 : La conception de l'espace extérieur

- Implantation des espaces verts et des arbres **à feuilles persistantes au nord** pour briser les vents.
- Implantation des arbres à **feuilles caduques** au sud pour créer l'ombre ainsi pour permettent les pénétrations des rayons solaires en hiver.
- Utilisation **des points d'eaux** pour rafraîchir l'air en été.
- Protection des deux cours : seront couvertes, s'ouvrent et se ferment selon les conditions climatiques (pluie, neige...)
- Évidement d'un atrium pour éclairage naturel et la ventilation.
- Aménagement des deux cours pour la récréation des enfants.
- Aménagement de place d'emblème sous le théâtre
- Aménagement de l'espace non bâti est par des petits jeux et des aires pour le loisir.



6.2.4. Plan de

Figure 159 : les bâtiments du projet

masse :

Au niveau de plan de masse Le bâtiment principal s'inscrit bien dans le terrain, en forme fluide et compacte, avec une implantation et orientation favorables pour faire profiter notre projet de la climatologie de la région (froid).

L'implantation et l'orientation du bâtiment offrent impérativement une possibilité d'accès au projet à travers les diverses voies qui l'entourent ; il est desservi par 4 voies mécaniques.

Deux parkings à l'extérieur de la clôture réservés au public (les parents), un parking à l'intérieur de la clôture pour le service. Un autre parking situé au côté de logement de fonction.

Deux aires de regroupement l'un au côté d'entrée des enseignants à l'intersection des deux passages piétons qui traversent le terrain (les marches piétonnes sont aménagés par des galeries réglables-ouvert/fermés -en cas de pluie) et à proximité des deux parkings publics pour que les parents puissent voir leurs enfants lorsqu'ils sortent, l'autre est au côté principal des élèves.



Figure 160 : vue plan de masse du projet

Deux serres au côté Est réservées pour l'éducation environnementale, une salle de sport couverte et un terrain de sport en plein air.

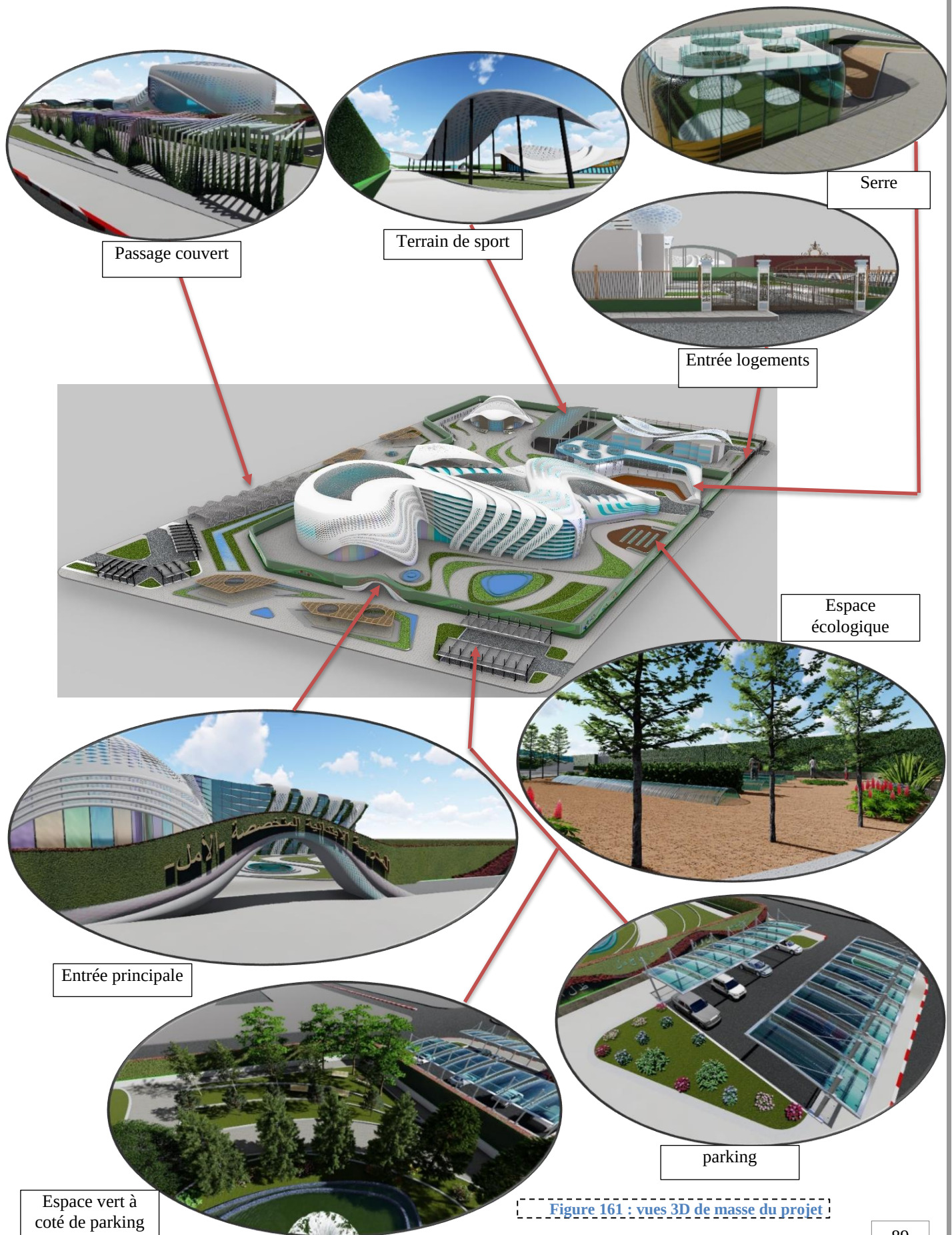


Figure 161 : vues 3D de masse du projet

6.3. LECTURE DES PLANS :

L'école primaire spécialisée à l'intégration des enfants autistes comporte :

- Un bâtiment de R+2 ; avec deux cours de récréation et un atrium qui assure l'éclairage naturel pour les espaces intérieurs, le principe d'organisation adopté est une organisation centrale par rapport aux cours de récréation pour les salles de classes et la centralité par rapport à l'atrium pour le service administratif. Ainsi qu'on a assuré la hiérarchie des espaces horizontalement et verticalement
- Un bâtiment R+1 dont son RDC est libéré afin d'être utilisé comme une cour couverte extérieure (place d'emblème). A l'étage un amphi théâtre est aménagé.
- Un bâtiment en double hauteur abritant la salle de sport
- Un espace d'éducation environnementale bâti en un seul niveau
- Et en fin deux bâtiments de R+1 abritant des logements de fonction



Figure 162 : plan d'assemblage du projet

LE REZ DE CHAUSSEE :

Le RDC comporte Cinq parties :

- Service administratif
- Espace pour les enfants autistes
- Entité pédagogique (préscolaire)
- Entité de service
- Espace de loisir

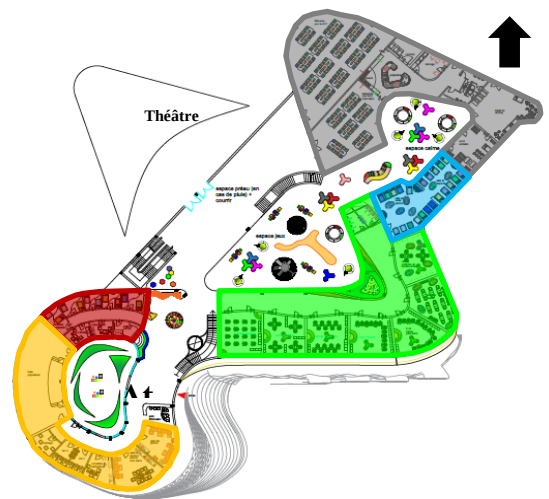


Figure 163 : organisation de plan RDC du projet

Contient trois entités principales, une partie abrite l'entrée principale des enseignants et des espaces de service administratif à la proximité de l'entrée principale un hall d'accueil est aménagé pour la

réception et l'orientation des visiteurs (les bénévoles, les parents), un escalier et un ascenseur mènent vers le niveau supérieur.

La deuxième entité occupée par des espaces liés à l'éducation des enfants préscolaires et une partie réservée pour les autistes, ces espaces donnant sur la cour de récréation ; une entrée principale pour les élèves, donnant directement au-dessous d'une barre suspendue à ouest considéré comme un préau. A côté de l'entrée deux escaliers mènent vers le niveau supérieur ; les deux cours de récréation sont reliées par un passage couvert aménagé ;

La troisième entité au nord réservée au service, occupée par une cuisine et deux réfectoires (l'un pour les élèves préscolaires, l'autre pour les élèves primaires, contient un espace de stockage et local d'entretien).

LE PREMIER ETAGE :

Comporte quatre parties :

-  Service administratif
-  Espace pour les enfants autistes
-  Entité pédagogique (primaire)
-  Espace médical pour les enfants autistes

Dans Le 1^{er} étage on a assuré la superposition des entités, tels que les espaces administratifs qui sont organisent autour de l'atrium, aussi pour l'entité d'éducation qu'était réservée pour les élèves primaires au-dessus de la maternelle. A l'extrémité, de l'étage une entité médicale accessible par les deux escaliers pour préserver l'isolement des enfants autistes de point vu médical.

LE deuxième ETAGE :

Comporte quatre parties :

-  Espace pour les enfants autistes
-  Entité pédagogique (primaire)
-  Espace médicale pour les enfants autistes
-  Espace de loisir

Occupé par des espaces de loisir (des clubs) qui s'organisent autour de l'atrium, et la continuité d'entité d'éducation primaires, un escalier assure la liaison verticale vers avec l'espace de club d'astronomie.

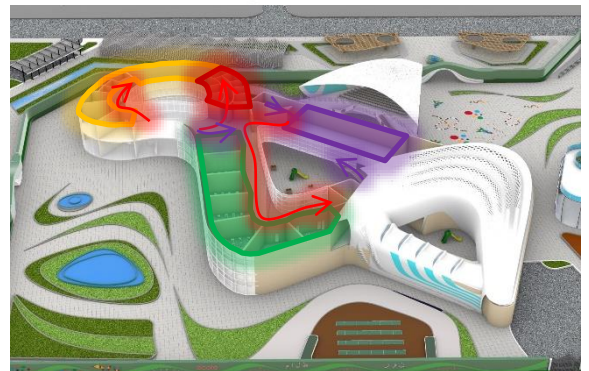
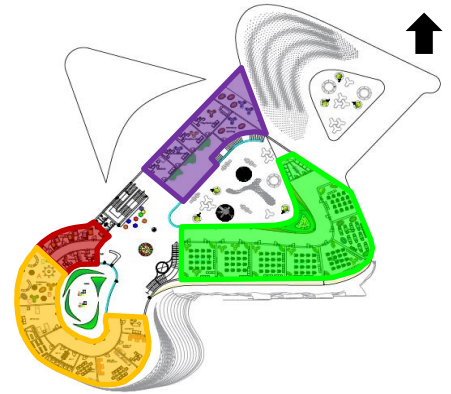


Figure 164: organisation de plan 1er étage du projet.

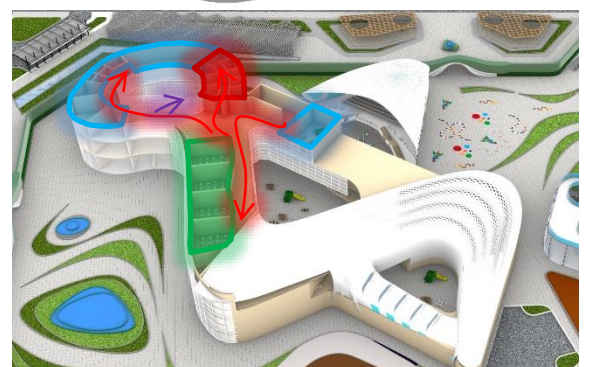
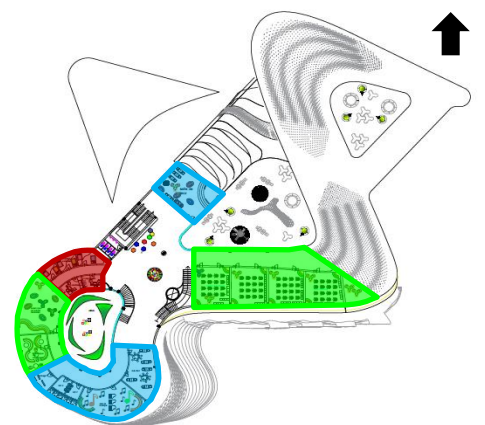


Figure 165: organisation de plan 2^{ème} étage.

Club d'astronomie (+13.5m) :

Comporte :

Espace de loisir

Contient deux espaces pour l'astronomie, aménagé afin de cultiver les enfants et le présenter le domaine d'astronomie à travers des modèles réduits liée au thème d'astronomie (planètes, fusée, vaisseau spatial).

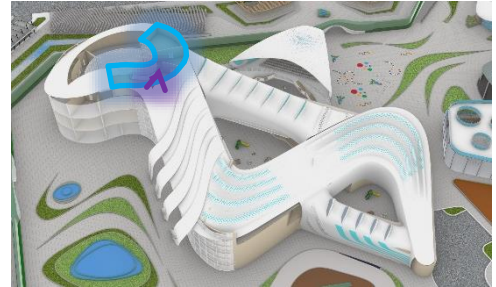
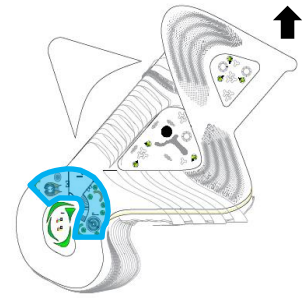


Figure 166: club d'astronomie +13.5m

Plan de la salle de sport couvert :

Notre salle de sport couverte contient deux halls d'entrées à proximité des deux entrées, deux vestiaires, et un espace de stockage du matériel sportif ; et un bureau de gestionnaire, des gradins peut accueillir 20 élèves pour les activités sportives et 480 visiteurs.

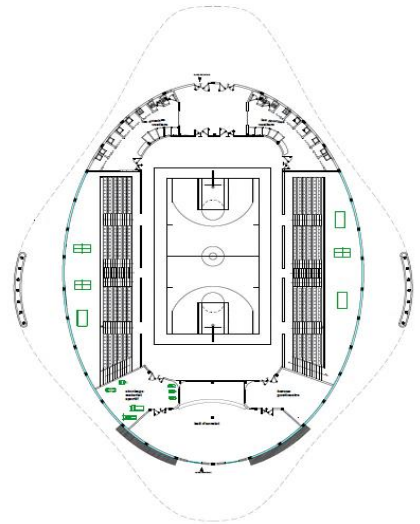


Figure 167 : plan de la salle de sport

Plan du théâtre en plein air :

La forme du théâtre est en complémentarité avec la forme du projet, est élevé de 5.2m, peut accueillir 250 personne.

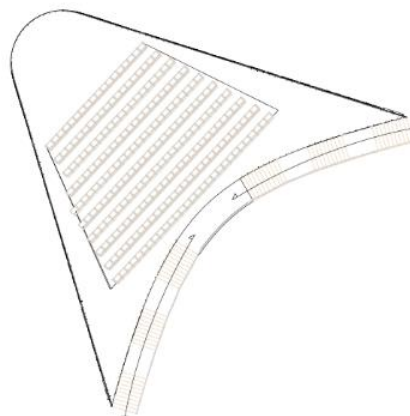


Figure 168 : vue en plan sur le théâtre

Plan du logement de fonction :

On a quatre logements de fonction f4, deux logements par bloc

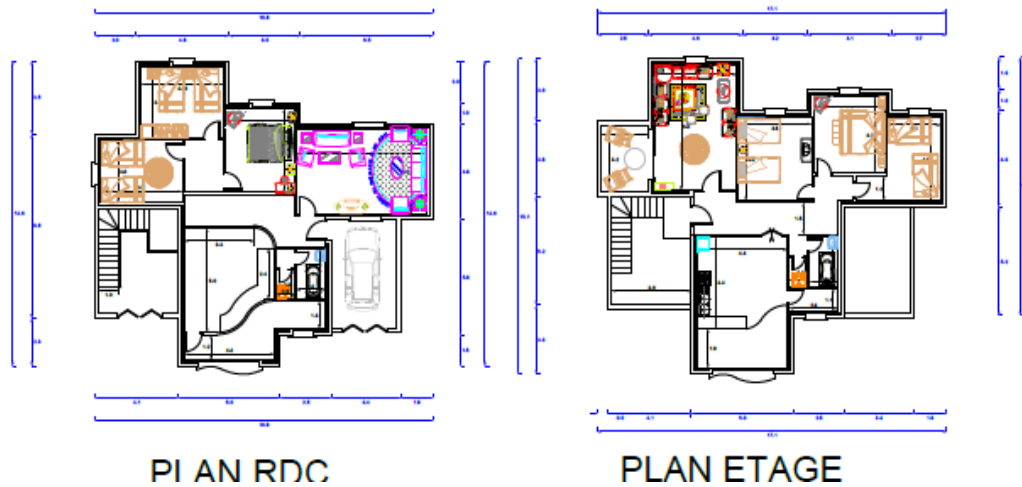


Figure 169 : plan de logement de fonction

6.3.1.Circulation :

Circulation Verticale :

- - - - - -> Circulation verticale par escalier
- - - - - -> Circulation verticale par ascenseur

La Circulation verticale assurée par trois escaliers et deux ascenseurs ; un escalier à proximité de l'entrée principale des enseignants et le hall d'accueil qui relie les deux autres niveaux (R+1 et R+2), les deux autres escaliers sont à la proximité de l'entrée principale des élèves au-dessous de la barre suspendue, le premier ascenseur est de forme circulaire au hall d'entrée relie les deux niveaux jusqu'à R+2, le deuxième relie l'étage R+2 avec club d'astronomie.

Circulation horizontale :

- — — — —> Circuit des élèves
- — — — —> Circuit des enseignants
- — — — —> Circuit commun entre les enseignants et les élèves
- — — — —> Circuit pour l'administration et les visiteurs
- — — — —> Circuit pour le service

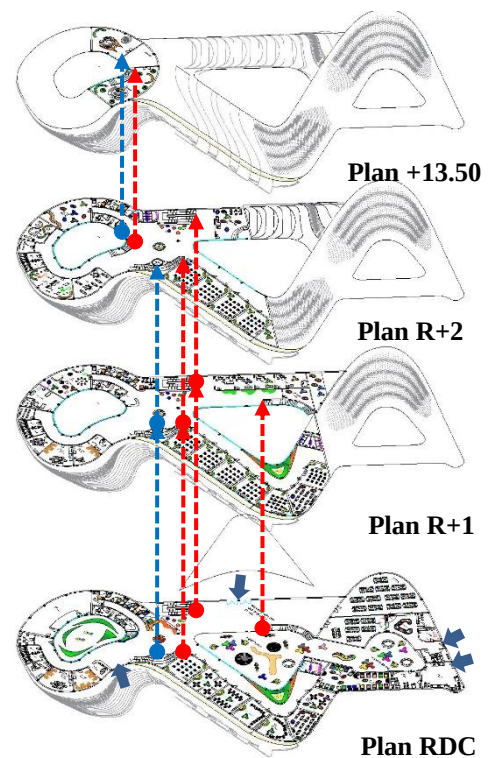


Figure 170: Schéma représente la circulation verticale entre les différents niveaux

La circulation horizontale est assurée par des couloirs adéquats à la circulation des enfants ainsi que l'aménagement des parcours réservés uniquement au service.

6.4. LECTURE DES FAÇADES :

Le choix du type de façade doit répondre :

- **Exigence de la durabilité** : Pour répondre efficacement à la performance énergétique et au confort souhaité dans les conditions climatiques de la ville de Djelfa où la période hivernale est plus longue et très froide.
- **Exigence pour les enfants autistes** : la transparence assure la continuité visuelle entre intérieur et l'extérieur ce qui répond au besoin des enfants autistes (relation avec l'environnement extérieur) ainsi que la simplicité et l'ordre (le rythme)
- Couleur :

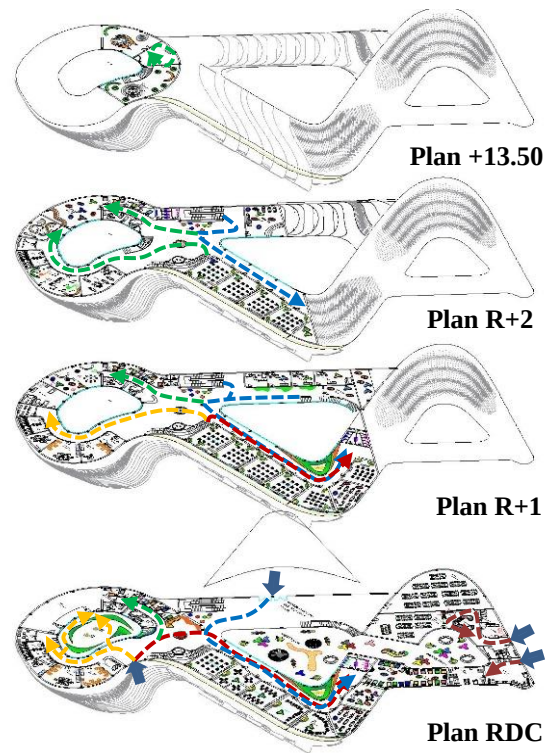
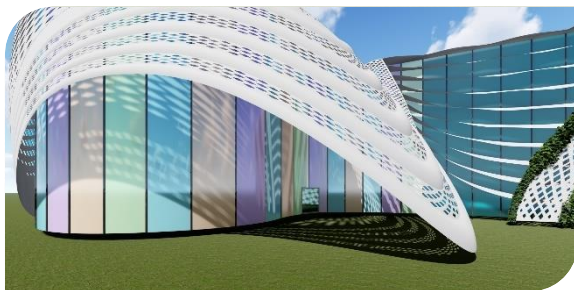


Figure 171 : Schéma représente la circulation horizontale de chaque niveau

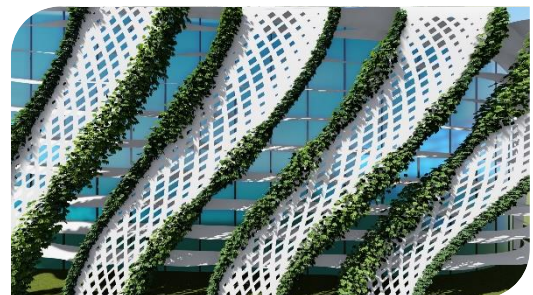
Façade sud :



Paterne en verre pour l'éclairage

Paterne perforée pour l'aération

Entrée des enseignants



Les classes : Façade double peau avec des protections solaires dynamiques

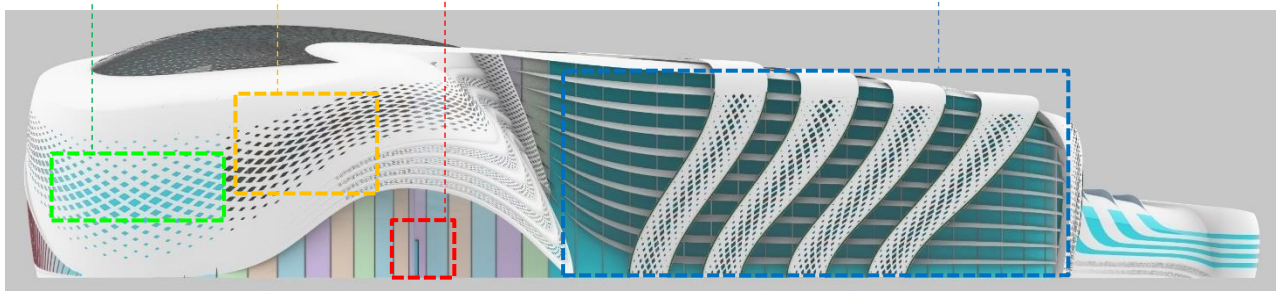


Figure 172: Façade sud du projet

- Abrite l'accès principale des enseignants et des visiteurs, marqué par un auvent d'une forme fluide résultant de la continuité de toit orné par des percements en forme de petits losanges. En second plan une façade vitrée colorée par une dégradation de couleurs claires.
- Le volume abritant les salles de classes (serre) est animé par un traitement dynamique (protection solaire horizontale mobile) avec des éléments verticaux végétalisés surmontent le toit, sont équipés par des panneaux photovoltaïques flexibles dans leur partie qui entoure le toit.
- La protection solaire horizontale dynamique est modélée par des paramètres (façades paramétriques en utilisant le logiciel GRASSHOPPER), ces éléments se ferment et s'ouvrent selon le parcours solaire et les besoins des occupants à fin d'offrir un bon niveau du confort thermique et visuel

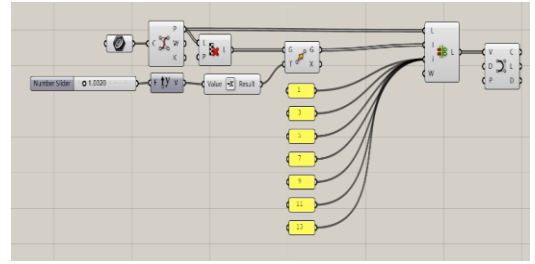
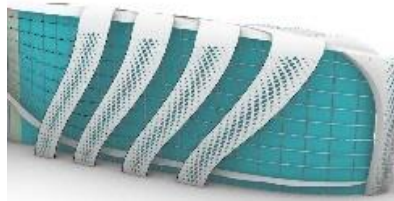


Figure 173: détail de modélisation des protections solaires paramétriques (GRASSHOPPER)

Donc cette façade double peau avec protection solaire dynamique horizontale permet :

Gestion des apports thermiques par l'isolation dynamique : Pour mieux équilibrer les échanges thermiques et réduire la consommation de chauffage.

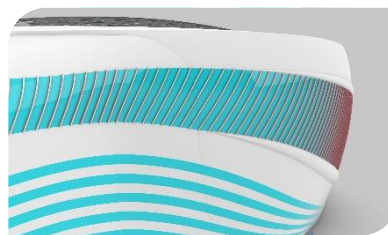
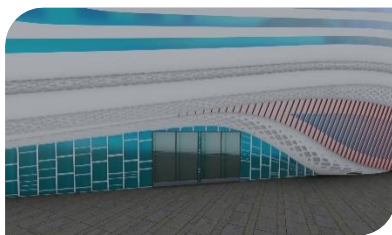


Gestion de la lumière naturelle : Pour mieux contrôler la lumière naturelle et optimiser le confort visuel.

Figure 174: façade des protections solaires paramétriques (gauche) hiver (droite) été
Source : auteur

Ventilation naturelle : Pour créer un environnement d'apprentissage plus agréable, plus sain et plus productif.

Façade Nord-Ouest :



Entrée des élèves

Façade interactive paramétrique

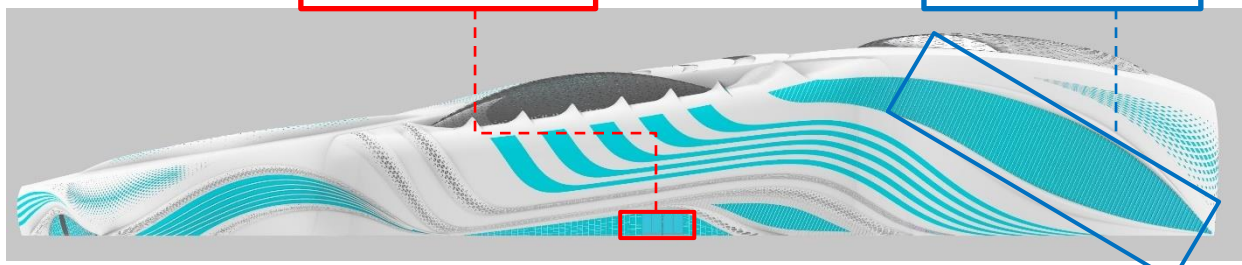


Figure 175: Façade Nord-Ouest du projet
Source : auteur

- Abrite l'accès principal des élèves marqué par un traitement fluide qui s'adapte avec la forme globale du bâtiment.
- Le traitement de cette façade suit un principe de design des lignes curvilignes qu'ils sont souhaitables pour les enfants et adaptées avec notre forme fluide.
- Une partie de la façade est animée par une façade interactive colorée ; composée des lamelles inclinées de quatre faces, chaque face à une couleur qui se change selon l'angle de vue. Ces lamelles contrôlent la quantité de la lumière naturelle.
- Pour les autres parties de façade la protection solaire est assurée par les plis qui forment le plein.

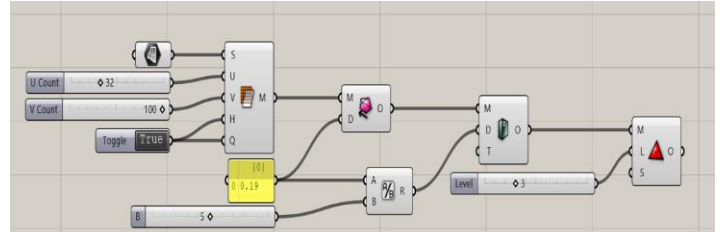


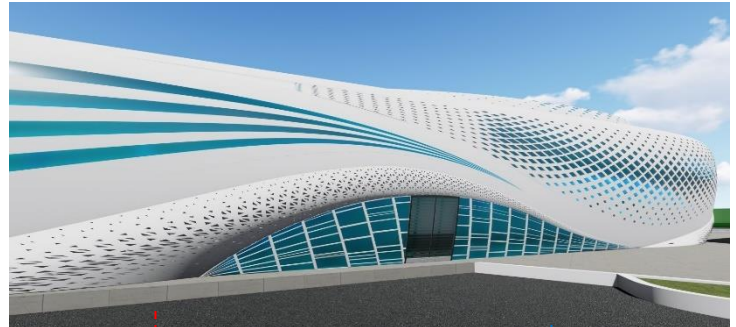
Figure 176: image et détail de modélisation de la façade interactive paramétrique (GRASSHOPPER)

Façade Nord-Est :

- Abrite l'accès de service marqué par un traitement fluide qui s'adapte avec la forme globale du bâtiment.
- Le traitement de cette façade suivre un principe adapté avec notre forme fluide.
- Des protections solaires horizontales fixes et autres verticales animées par des plantes saisonnières pour briser les rayons solaires et éviter la surchauffe inconfortable.



Protection solaire avec des plantes



Entrée de service

Protection solaire fixe (perçement)

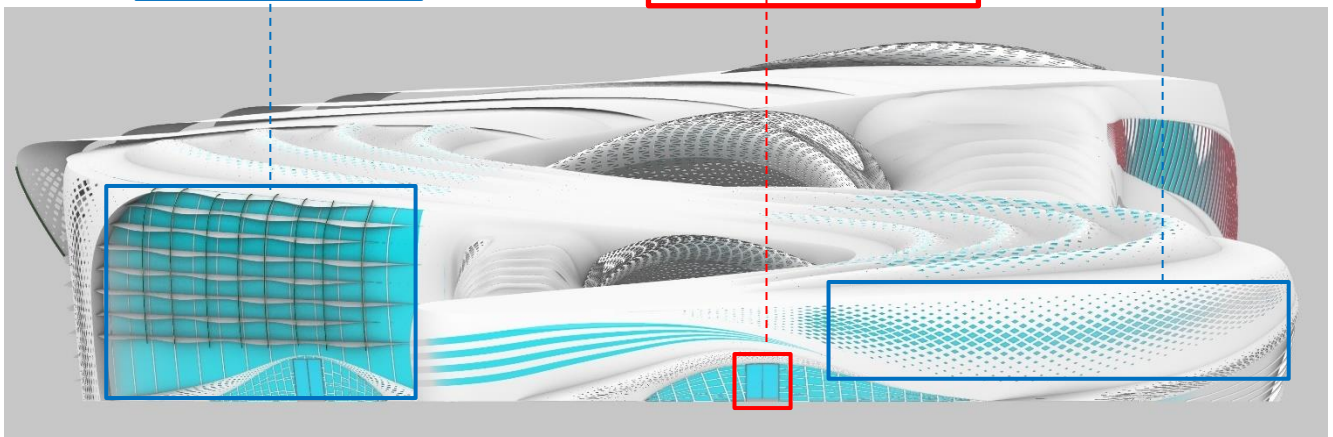


Figure 177: Façade Nord-Est du projet
Source : auteur

Toiture :

Le toit est incliné pour l'intégration avec le contexte de la ville est conçu pour résister à la neige, au gel, à l'eau et au vent ce qui facilite l'évacuation des eaux de pluie et pour éviter l'accumulation de la neige durant la période hivernale.

Un atrium et des puits de lumières pour l'éclairage et la ventilation naturelle.

Des panneaux photovoltaïques pour profiter du rayonnement solaire.

Un toit mobile qu'il doit se fermer et s'ouvrir selon la variation des conditions climatiques ; sera couvert pendant l'hiver et durant les heures les plus chaudes en été et ouvert quand les conditions climatiques sont modérées.

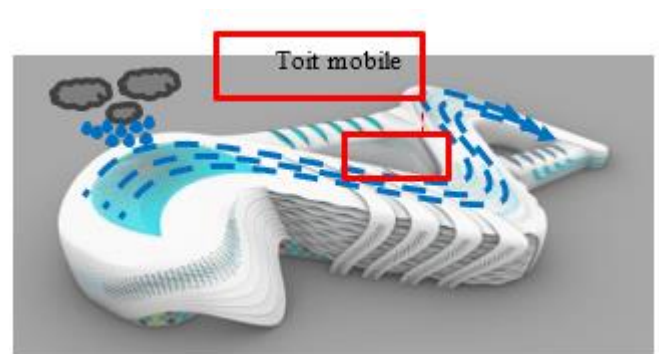


Figure 178 : vue sur le toit du projet
Source : auteur

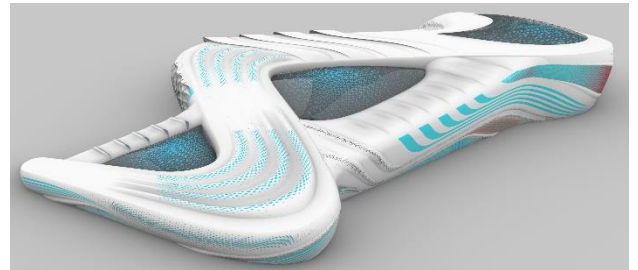


Figure 179 : vue sur le toit (gauche) vitrage ouvert, (droite) vitrage fermé du projet

La salle de sport :

La façade est animée par des lignes curvilignes ce qui la rend homogène avec notre façade du projet.

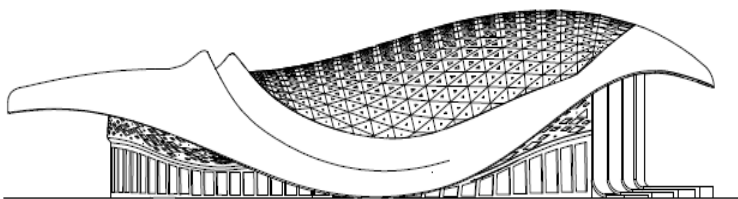


Figure 180 : façade latérale de la salle de sport

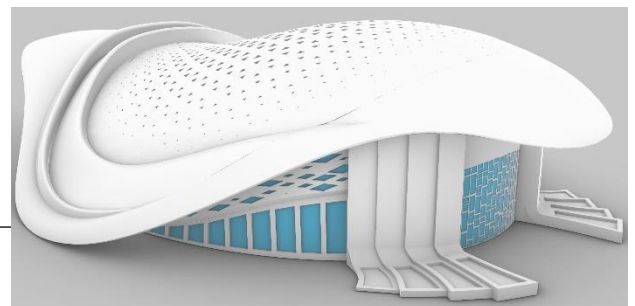


Figure 181 : vue sur la salle de sport

Le théâtre :

Des lignes curvilignes cachent la structure porteuse

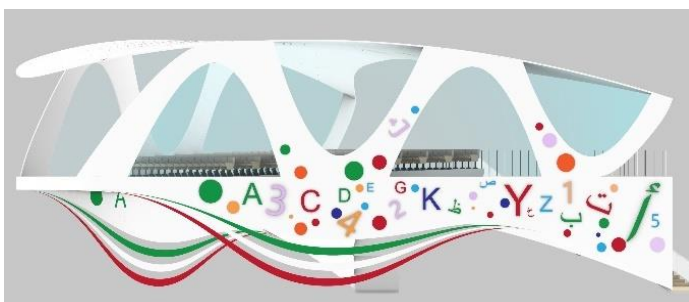


Figure 183 : vue de face sur le théâtre

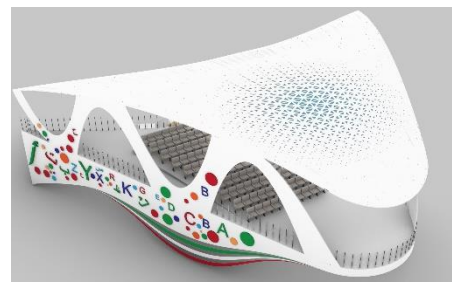


Figure 182 : vue de face sur le théâtre

Aménagement des espaces extérieures :

Le projet est conçu en un volume compact et de forme dynamique (organique) en R+2, le milieu de projet est occupé par un toit mobile qui couvre la cour de récréation, un atrium avec un traitement dynamique qui permet :

- Point de vue climatique : création d'un microclimat qui contribue à l'optimisation thermique en hiver comme en été.
- Profiter de l'éclairage naturel pour bien éclairer les espaces intérieurs qui les entourent.
- Point de vue formelle : pour alléger la masse
- Donner une touche esthétique.
- L'atrium est aménagé d'un jardin et des espaces d'attente d'intérieur ce qui le permet d'assurer une bonne qualité de l'air.
- Le toit mobile au cœur du projet couvre la cour de récréation s'adapte avec les variations climatique (la pluie ; la neige...)
- La Toiture inclinée pour l'intégration avec le contexte de la ville et pour matérialiser le dynamisme et facilite l'évacuation des eaux de pluie et la neige.
- Le marquage de toutes les entrées par des éléments intégrées dans les traitements des façades.
- Aménagement des plans d'eau à l'extérieur (beaucoup plus du côté sud) ce qui humidifie l'air ambiant et donne une certaine fraîcheur et donne une vue esthétique pour le projet.
- Des espaces verts sont projetés pour animer le plan de masse
- Deux serres pour l'éducation durable des élèves ; l'une au côté Nord c'est un jardin éducatif, l'autre au côté Est à proximité de l'espace de protection de l'environnement.
- Les airs de regroupement sont protégés par des toits couverts paramétriques.
- Un théâtre en pleine air au côté ouest face à l'entrée principale des élèves, on a surélevé le théâtre pour dégager un passage pour les élevés.
- Une salle de sport couverte au côté Nord-ouest avec une forme fluide qui reflète la complémentarité avec notre forme du projet, ainsi un terrain de sport en plein air.
- Les logements de fonction au côté nord-est sont aménagés par des espaces verts et un parking.

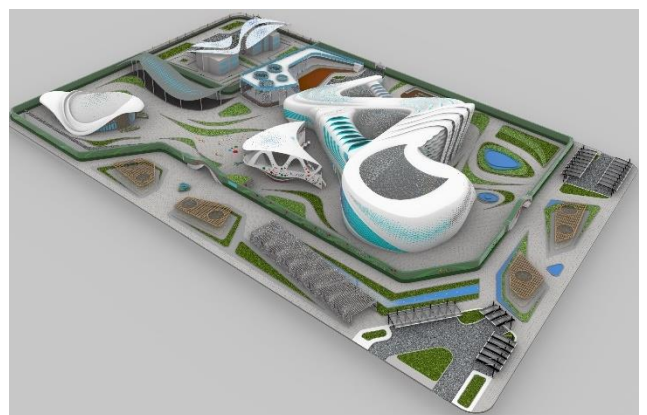
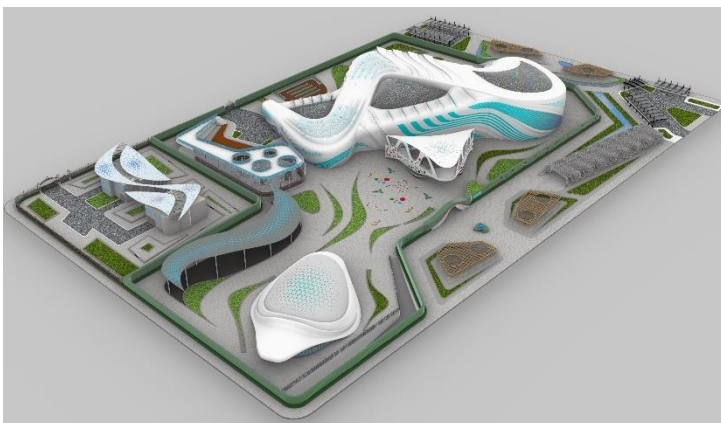


Figure 184: vues en 3D du projet

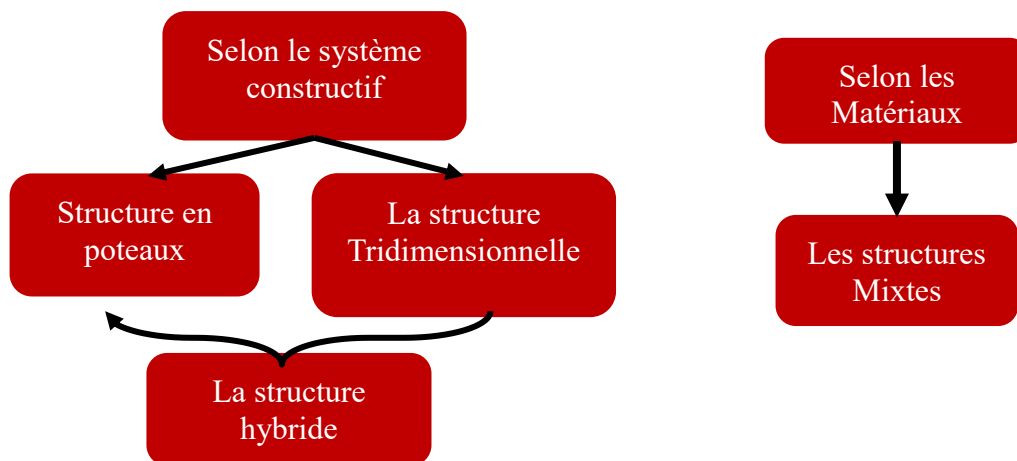
6.5. TECHNIQUE :

Est une phase complémentaire avec l'architecture, cette complicité se traduit par le choix des différentes formes de réalisation du projet particulièrement des techniques constructives en relation avec les conditions climatiques, matériaux, structure et la technologie spécifique à ce genre d'équipement et les exigences esthétiques.

6.5.1. Système constructif :

Notre choix de type de structure est la structure mixte, il dépend de :

- Les possibilités techniques et formelles quelle offre
- Opter pour une structure légère, flexible et résistante.
- Structures mixtes permettent de nombreuses variations architecturales pour combiner les différents types d'éléments composites.
- Un maximum de dégagement et d'espace libre.
- L'assemblage des deux produits (acier et béton) offre un intérêt très notable.



Pourquoi la structure mixte :

Aspects architecturaux :

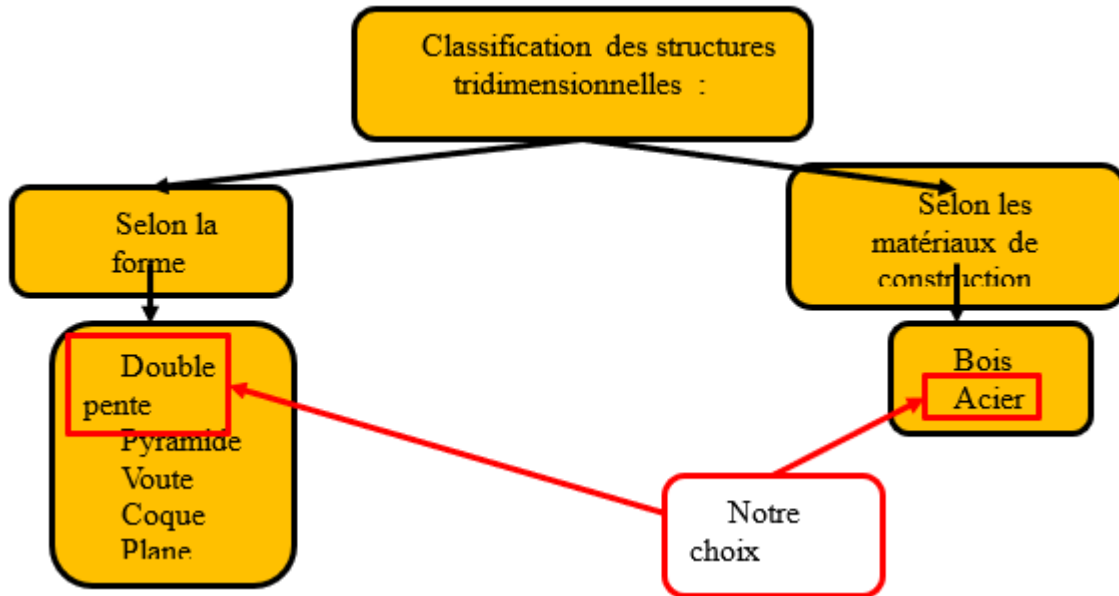
- Plus longue portée.
- Colonnes mixtes plus élancées.
- Plus de possibilité dans la conception.

Aspects équipement et flexibilité :

- Structures adaptables.
- Modification pendant la vie du bâtiment.
- Modification des équipements sans perturber tous les occupants.

Aspects économiques

- Hauteur : économie sur hauteur totale.
- Temps de construction plus court.
- Économie en personnel, matériel.
- Cout de financement.
- Rentabilité.

Classification des structures tridimensionnelles :**Motivations de choix :**

C'est une ossature capable de :

- Supporter les enveloppes des bâtiments
- Flexibilité fonctionnelle
- Permettre la réalisation de construction de toutes portées sans appuis intermédiaire.
- La réalisation de toutes formes architecturales des plus simples aux plus complexes.
- La qualité : car la fabrication en atelier et par machines à commandes numériques.
- La durée de la réalisation est réduite.

Éléments de construction de la structure mixte ⁴¹:

La Figure montre les principes de la méthode de la construction mixte. Les dalles portent entre des poutres qui s'appuient sur des poteaux. Le plancher est donc constitué des poutres de plancher et de la dalle.

- Poteaux mixtes
- Poutres mixtes
- Plancher mixte

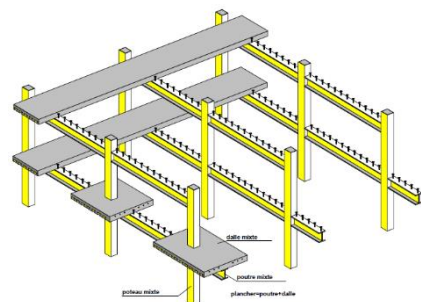


Figure 185 : Éléments de construction

Poteau mixte :

Dans notre projet on a choisi :

- Un poteau mixte de section rectangulaire (40cm-60cm) avec profilés totalement enrobé de béton (c).
- Un poteau mixte de section circulaire avec profilés totalement enrobé de béton (d).

⁴¹ Cours de Stabilité : les constructions mixtes dans les bâtiments

Poutre mixte :

Dans notre projet on a choisi :

Poutre mixte cellulaire (alvéolaire)

Nous avons choisi la poutre cellulaire car :

- L'augmentation de l'inertie est accompagnée d'une diminution de l'épaisseur de l'âme Permettre de passer des conduites jusqu'à un diamètre de 40cm
- Elle offre une portée jusqu'à 18m pour le plancher et 40m pour la couverture.
- La hauteur des poutres est calculée en $H=1/16$ de la portée.

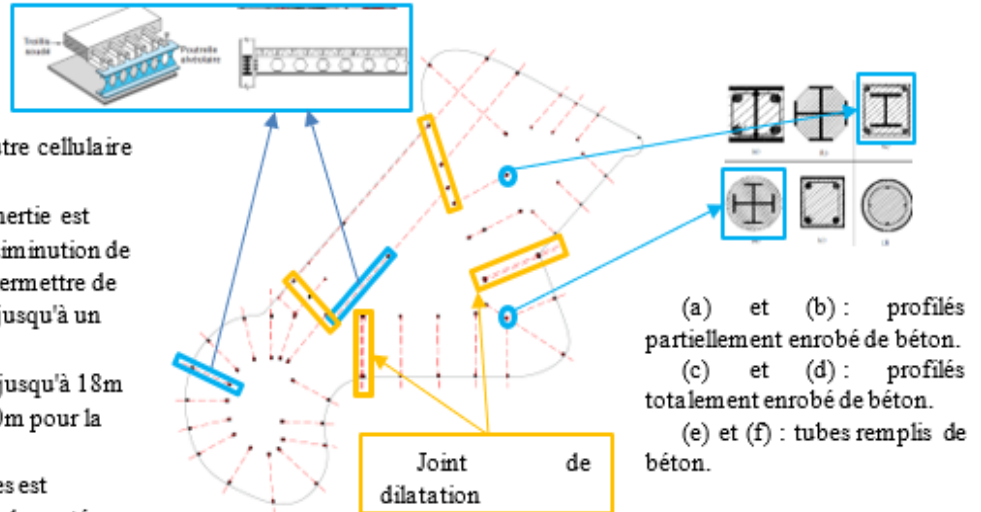
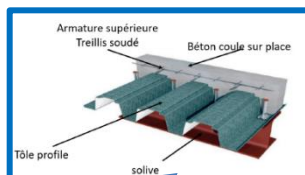


Figure 186 : les éléments de structure poteau ; poutre

Planchers Mixtes :

On a choisi :

Plancher collaborant avec dalles en Béton armé sur coffrage perdu (plancher nervuré)



Les composants du Plancher
Les tôles profilées assurent diverses fonctions :

- Elles offrent une surface de travail lors de la construction.
- Elles servent du coffrage lors du bétonnage de plancher.
- Elles jouent le rôle de l'armature intérieure pour le béton de la dalle.

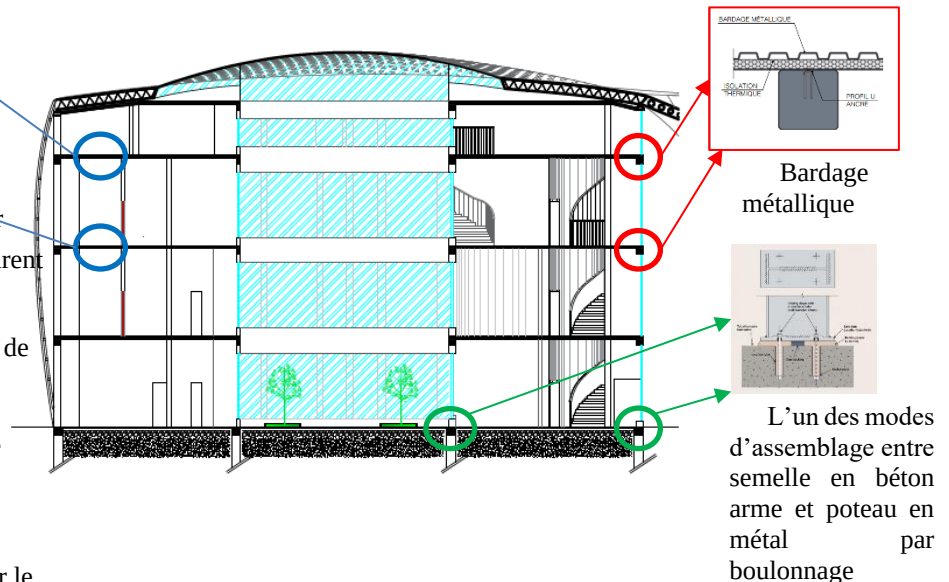


Figure 187 : plancher collaborant et l'assemblage des éléments constructif dans le projet

6.5.1.1. La toiture :

Dans notre projet on a choisi :

Les doubles nappes tridimensionnelles

Le revêtement de structure (l'enveloppe) :

Le revêtement de la structure métallique se fait par le matériau : béton renforcé de fibre de verre (composite ciment verre).

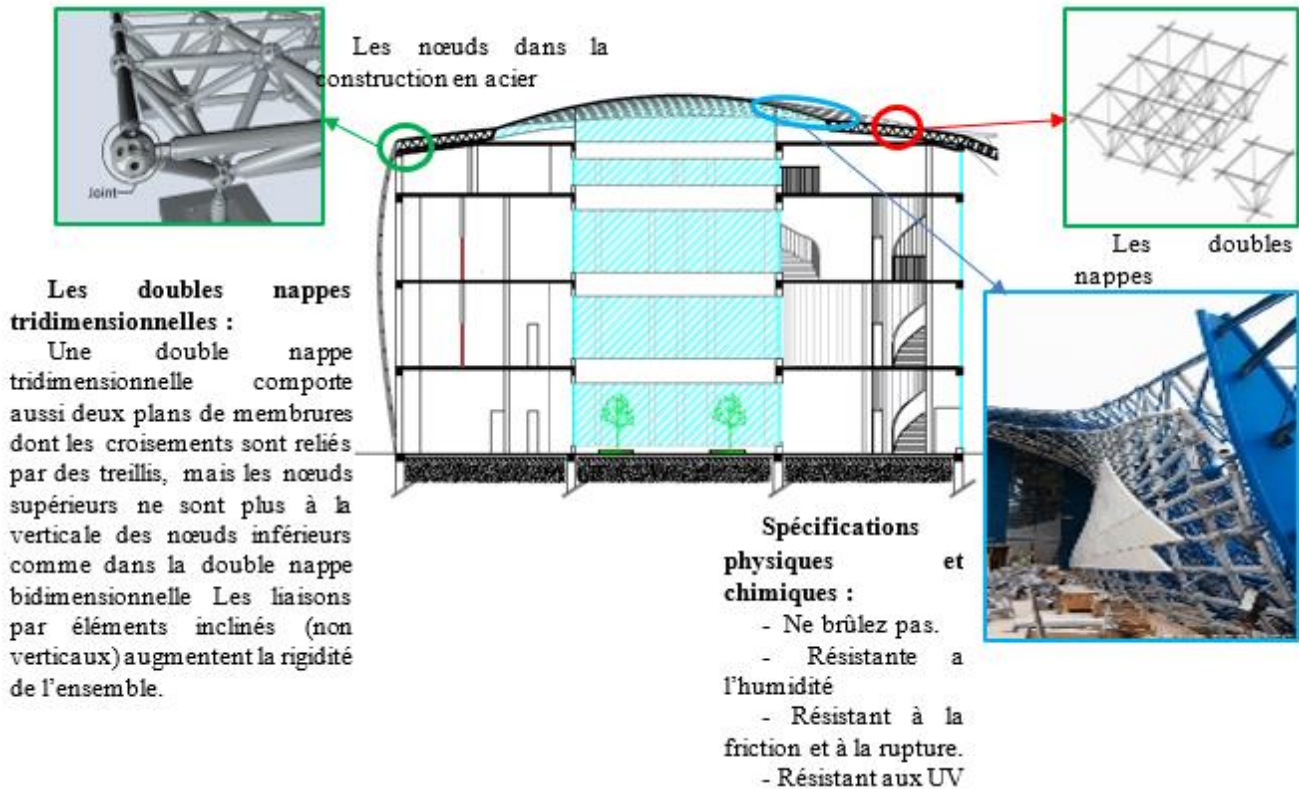


Figure 188 : Les doubles nappes tridimensionnelles *

6.5.1.2. Joints :

➤ Les couvre joints :

Gamme de couvre-joint en aluminium

- La mise en œuvre des profilés est facile grâce à des clips internes en acier inoxydable.
- L'installation se fait en quelques instants sur tous les types de plancher.

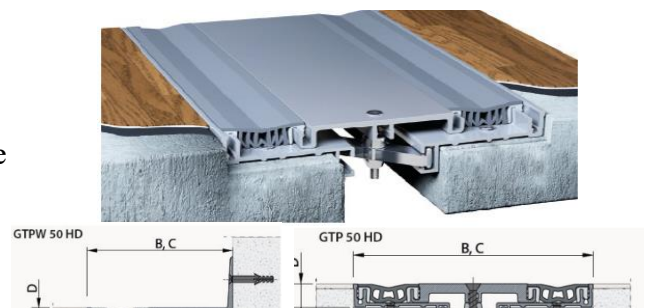


Figure 189 : couvre-joint horizontale Modèle GTP HD_GFTW HD
Source : <http://www.c-sgroup.eu>

Caractéristiques de la gamme

- Largeur du joint : 50 mm, 70 mm, 90 mm
- Horizontal : jusqu'à ± 10 mm
- Vertical : ± 2 mm

Couvre-joint plancher-mur Couvre-joint plancher-plancher

- Charge admissible : 1000 kg

Applications :

- Se pose en encastrement avec la plupart des revêtements de sol.
- Joint de dilatation de grands mouvements
- Lorsque l'hygiène est importante
- Zones commerciales, aéroports, gares, hôpitaux, bureaux, écoles

6.5.1.3. Structure de la salle de sport :

Pour la structure de la salle de sport on a opté sur la structure mixte :

- Poteau mixte
- Poutre mixte
- Plancher mixte

Pour la toiture on a choisi la double nappe tridimensionnelle

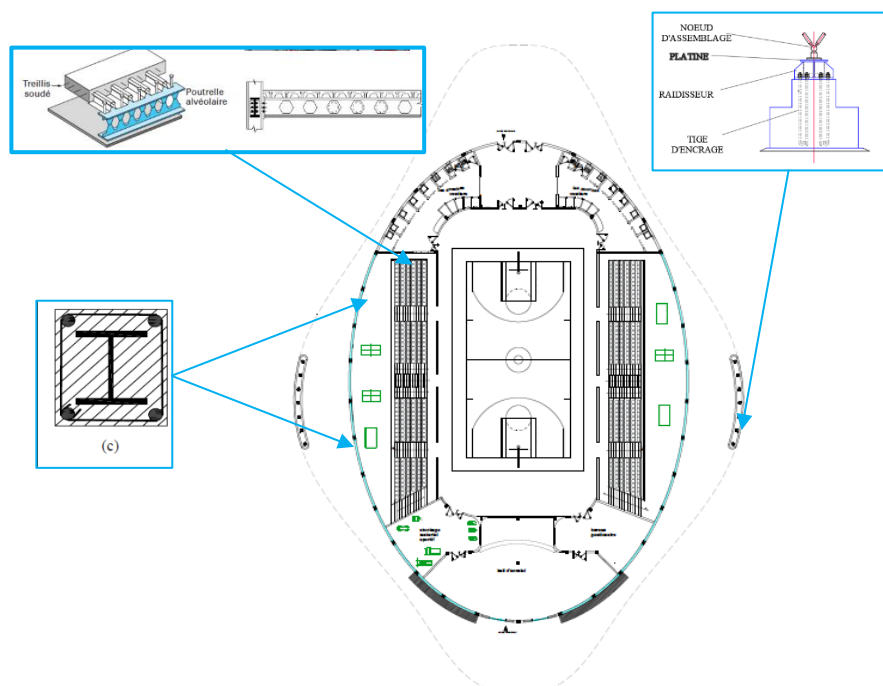


Figure 190 : les éléments de structure poteau, poutre

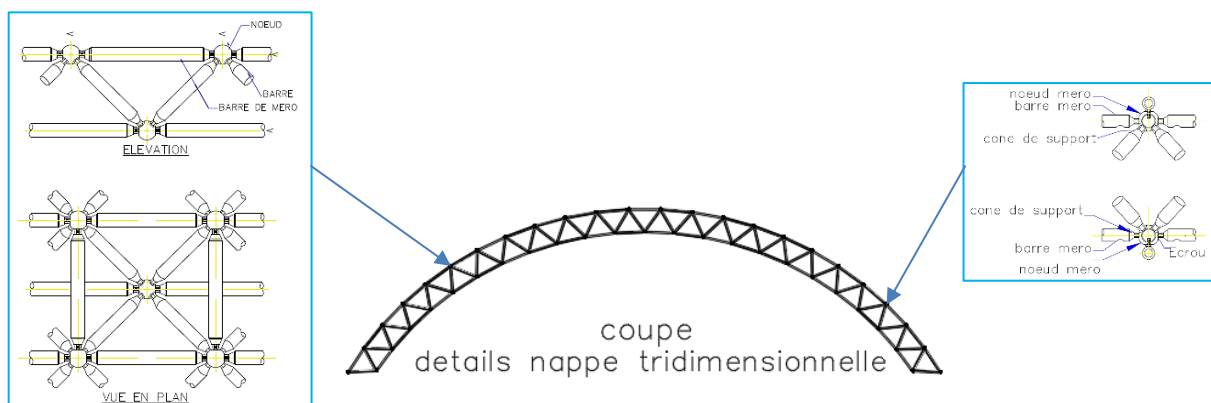


Figure 191 : la structure de toiture de la salle de sport

6.5.2. Matériaux :

Choix de matériaux de construction pour les murs extérieurs :

Mur rideau en Double peau ventilée⁴² :

Les façades double peau aussi appelée « double façade ventilée » sont composées de deux façades généralement vitrées et séparées par une cavité de quelques centimètres à plusieurs mètres dans certains cas.

Par un effet de ventilation naturelle créée par la double peau, la circulation de l'air au sein de la paroi est obtenue grâce au phénomène de tirage thermique.

L'effet de serre au sein de la façade crée une différence de température entre l'extérieur et la cavité ou entre l'intérieur du bâtiment et la cavité

Les rideaux d'air intérieur et extérieur permettent respectivement de réchauffer l'air intérieur en hiver et de réguler la température dans la cavité en été pour éviter la surchauffe.

Mode de fonctionnement⁴³:

Le mode de ventilation de la Façade bioclimatique s'adapte aux conditions climatiques :

HIVER :

La double peau étant fermée, nous utilisons le rayonnement solaire afin de réchauffer l'air intérieur de la double peau et d'emmagasiner un maximum de chaleur solaire.

Une fonction automatique permet de limiter la température excessive dans la double peau, par l'introduction momentanée de l'air extérieur, si nécessaire.

Nous pouvons utiliser les ouvrants de façade du bâtiment afin de laisser pénétrer l'air chaud de la double peau et donc de limiter l'utilisation du chauffage.

ÉTÉ :

La prévention de la surchauffe de l'air intérieur en ventilant naturellement l'air contenu dans la double peau permet à l'air chaud de la double peau d'être maintenu hors du bâtiment

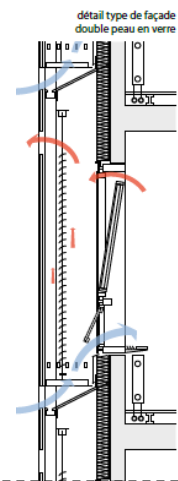


Figure 192: détails façade double peau

Source : PDF ; Les façades Mur-rideau, VEC et VEP

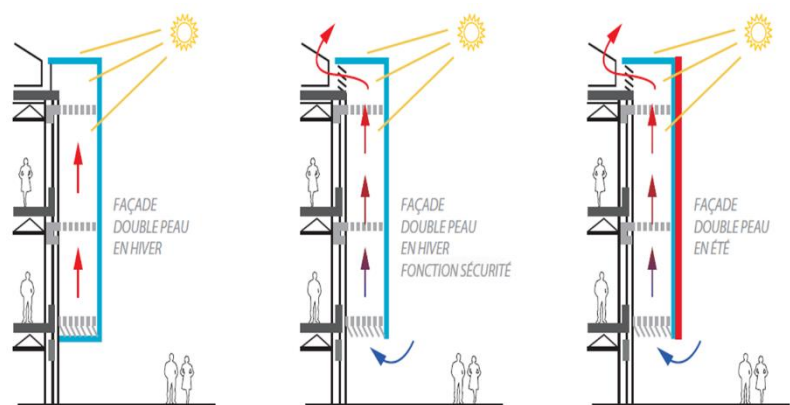


Figure 193: Mode de fonctionnement de la façade double peau

Source : souchier-boullet.com/prescription/prescription-gestion-energetique/facade-bioclimatique-intelligente-fci/

⁴² Source : PDF ; Les Façades Mur-rideau, VEC et VEP

⁴³ Source : Façade bioclimatique Intelligente : FCI

Nous pouvons utiliser les ouvrants de façade du bâtiment afin de laisser pénétrer l'air frais de la double peau et donc de limiter l'utilisation de la climatisation, en y associant une gestion de Ventilation Naturelle Intelligente.

Le vitrage intelligent :

La conception d'un « vitrage actif », « intelligent », doit être développée pour contourner la variation saisonnière des performances recherchées. Aujourd'hui, c'est le vitrage électrochrome qui présente les possibilités techniques les plus modernes dans ce contexte. Il s'agit d'un vitrage qui fonce sous l'effet d'une sollicitation électrique pouvant passer d'un état clair avec transmission lumineuse et facteur solaire élevés (toutes les radiations du soleil « passent ») à un état foncé, à transmission faible dans le visible et dans l'infrarouge. Il permet ainsi d'optimiser confort thermique et confort visuel.

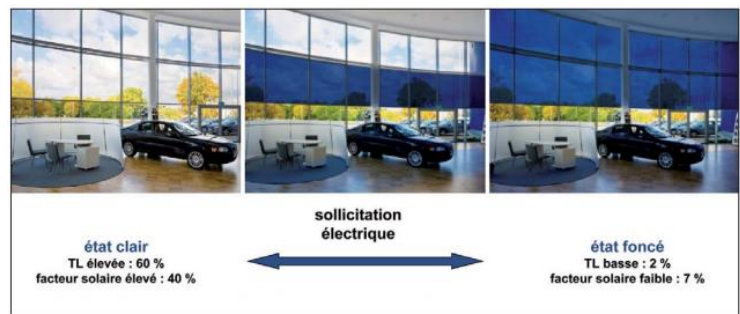


Figure 194: Le vitrage intelligent

Source :

https://www.mediachie.org/sites/default/files/chimie_habitat_193.pdf

Les Cloisons intérieures :

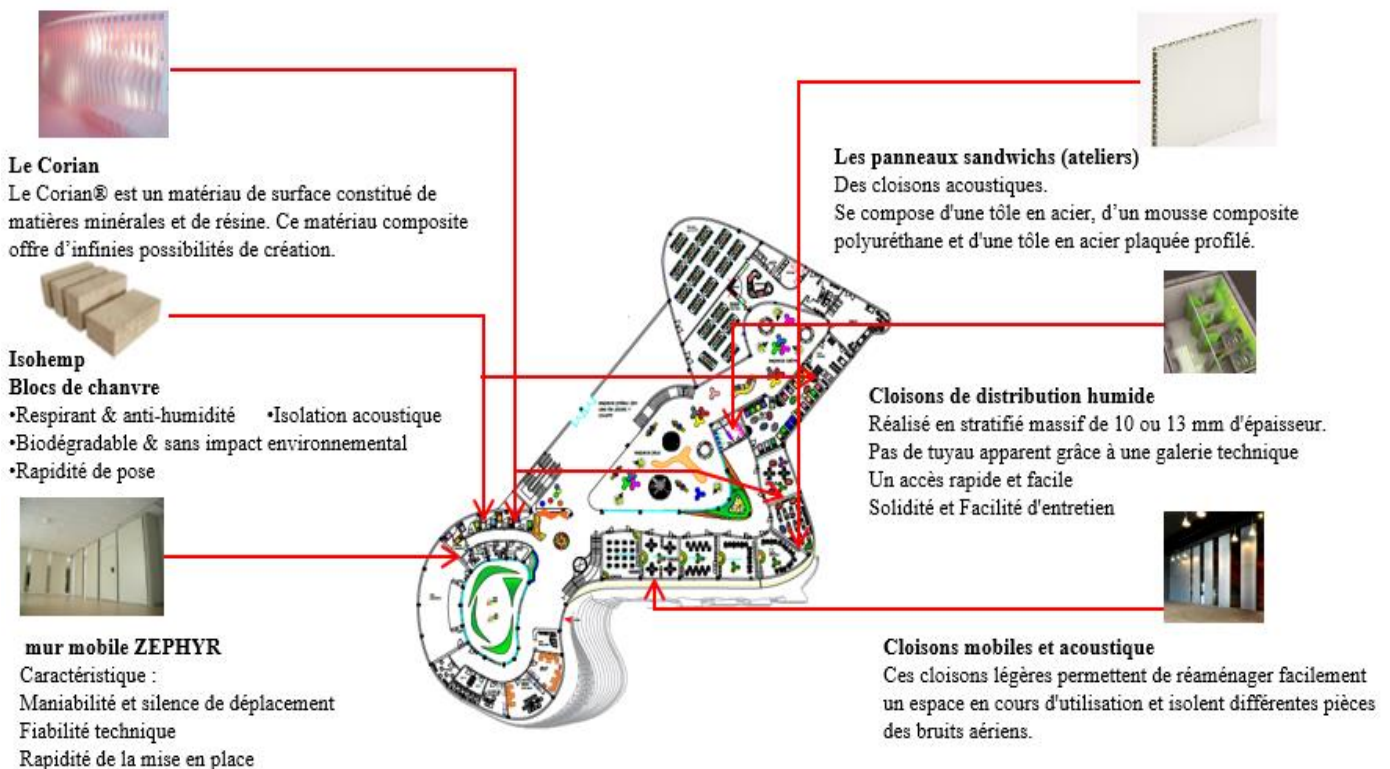


Figure 195 : cloisons intérieures du projet

Revêtement de sol :

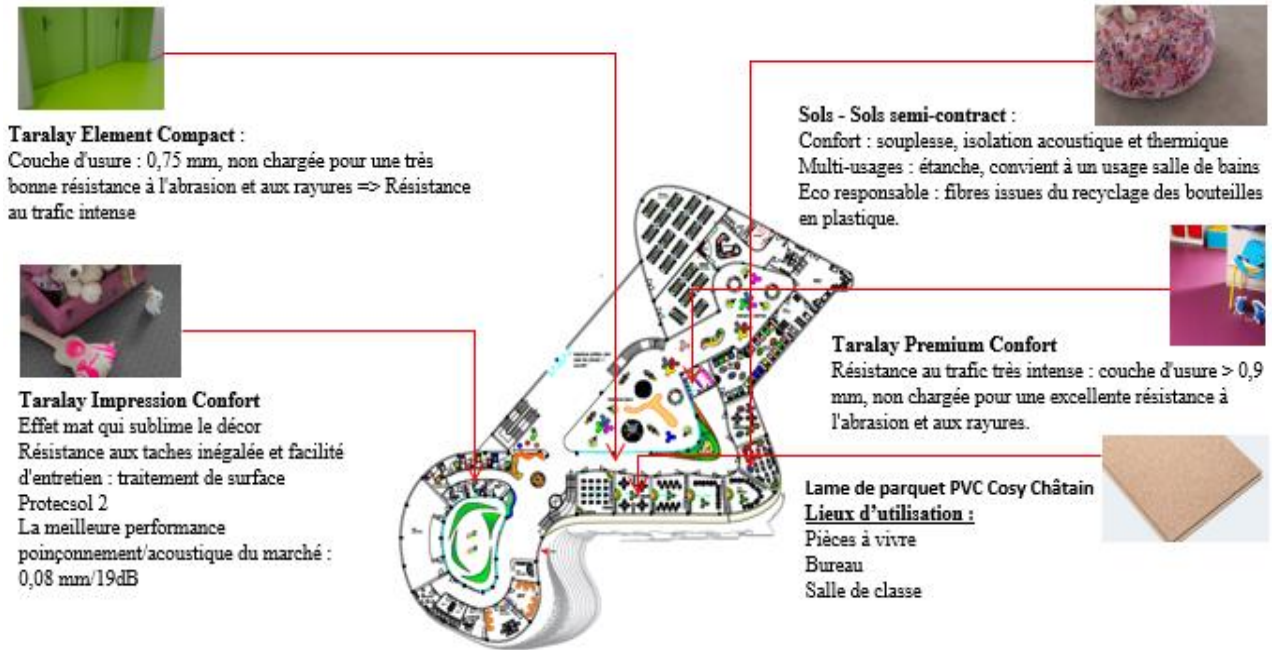


Figure 196 : Revêtement de sol

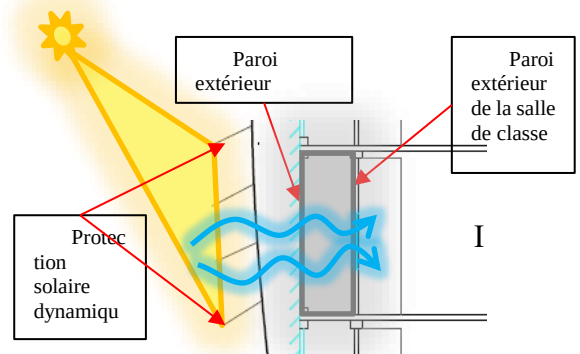
6.5.3. Confort thermique :

Techniques passives :

• Ventilation par façade double peau :

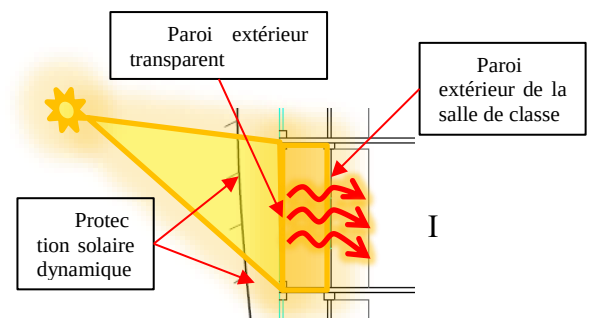
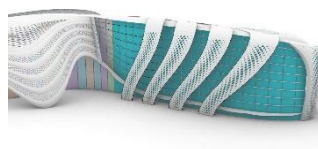
ÉTÉ :

L'air contenu dans la double peau sera naturellement ventilé pour un moindre recours à la climatisation,



HIVER : la serre

Stockage de la chaleur par effet de serre à l'intérieur de la double peau



• Ventilation par Façades dynamiques :

Figure 197 : ventilation par façade double peau

La protection solaire des vitrages est aussi importante en été que l'isolation en hiver. Pour être efficace, elle doit permettre de réduire l'apport de chaleur tout en ménageant un éclairage naturel suffisant aux heures du jour. Les protections solaires mobiles comme les volets roulants permettent de laisser passer la chaleur en hiver et de la bloquer en été.

- **Ventilation par atrium :**

L'atrium crée une ambiance aéraulique :

En hiver, l'air dans l'atrium est plus élevé qu'à l'extérieur. Avec une prise d'air dans l'atrium, un préchauffage de l'air est réalisé pour ensuite être diffusé dans les espaces adjacents. L'air du bâtiment est ainsi recyclé. Ce système doit être prévu dès la conception et suivre des règles de sécurité strictes.

En été, grâce au mouvement de l'air traversant de l'extérieur vers l'atrium et de l'effet de cheminée, l'atrium est refroidi. La ventilation est possible si des ouvertures sont créées au niveau du sol et de la toiture.

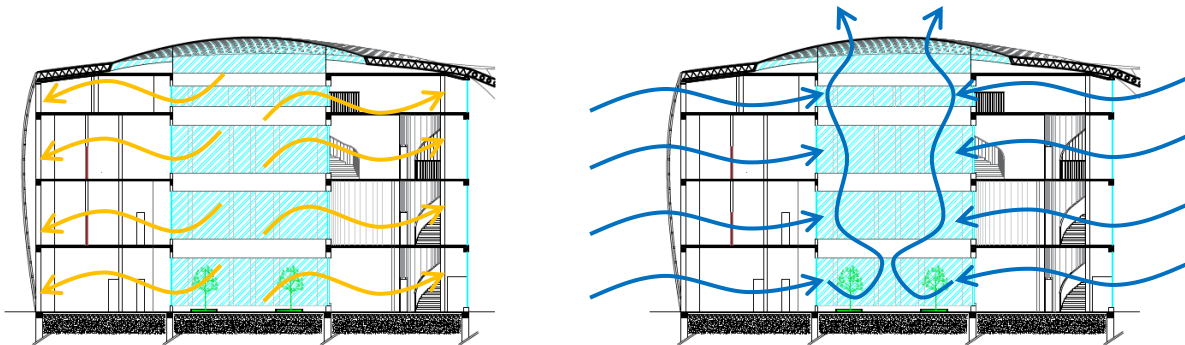


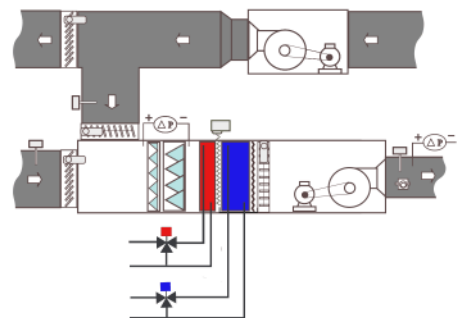
Figure 198 : Ventilation par atrium

Techniques actives :

- **Système de la climatisation et du Chauffage :**

- **Centrale de traitement d'air (CTA) : Centrale double flux :**

La centrale de traitement d'air double flux favorise tous les assemblages possibles entre l'air neuf, l'air traité, la reprise d'air, l'air rejeté, en fonction de la configuration.



- **Système de du Chauffage pour les salles de jeux et les couloirs :**

Figure 199 : principe de fonctionnement Centrale double flux

Le plancher solaire direct est un système de chauffage solaire qui est essentiellement alimenté par l'énergie du soleil grâce à des panneaux solaires thermiques.

Le plancher solaire direct (PSD) est une solution qui permet d'allier confort thermique, économies d'énergie et respect de l'environnement.

Le système est composé de capteurs solaires, du plancher chauffant, d'un ballon d'eau chaude solaire et d'un liquide caloporteur.

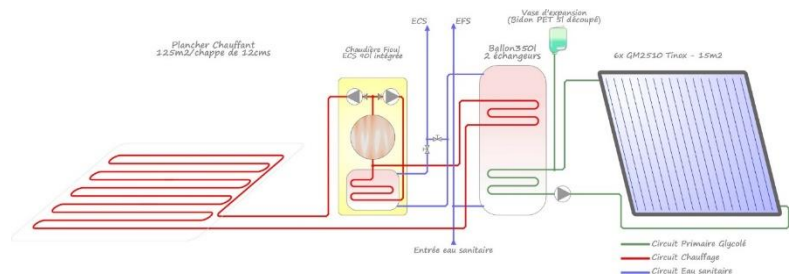


Figure 200 : schéma de plancher solaire direct

Source : <http://www.apper-solaire.org>

6.5.4. Confort visuel :

- **L'orientation du projet :**

- La salle de classe orienté au sud selon l'axe climatique pour profiter l'éclairage naturel pendant toute la journée.
- La serre orientée aussi au sud pour l'éclairage et profiter le maximum des rayons solaires

- **Atrium :**

L'intérêt premier d'un atrium par l'importance de sa surface vitrée zénithale est l'utilisation de l'éclairage naturelle. Une grande ouverture zénithale permet aux espaces adjacents comme des bureaux, de bénéficier aussi de la lumière naturelle

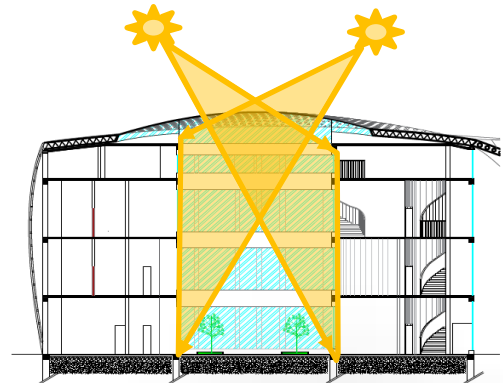


Figure 201: éclairage naturel par Atrium

- **Les puits de lumière :**

Un puits de lumière est une ouverture située en toiture ou dans le plancher d'un local qui permet d'éclairer naturellement le ou les étages inférieurs.

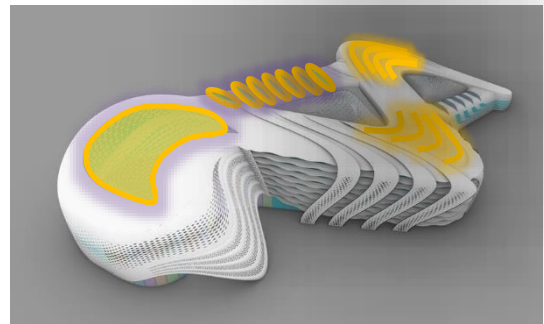
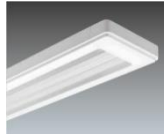
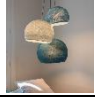


Figure 202 : éclairage naturel par les puits de lumière et Atrium

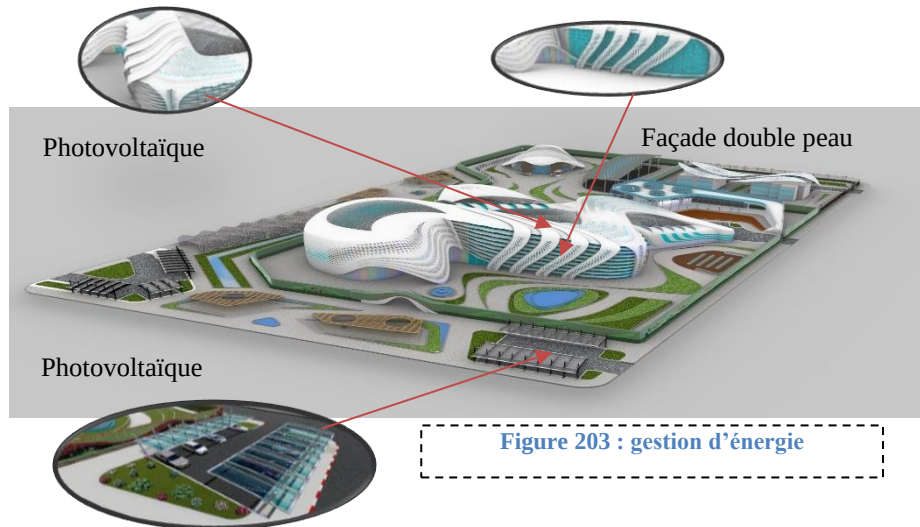
- **Eclairage artificiel :**

Espace	Types	modèle
Salle de classe primaire	Aura Concelo est un luminaire LED éco énergétique.	
Bibliothèque des enfants	Jupiter 3 LED asymétrique	
CANTINE/salle à manger	MINI CONTUNUUM LED II (CONCORD) : Suspension architecturale LED 26W(1), modulable pour la réalisation de lignes continues.	
ZONES DE CIRCULATION (COULOIRS, ESCALIERS)	SYL-LIGHTER LED II (LUMIANCE) : Downlight LED fonctionnel 15W avec diffuseur en polycarbonate,	

SALLE DE SPORTS	SPORTSBAY (SYLVANIA) : Luminaire pour l'éclairage de salles de sport, conçu pour résister aux impacts de balles.	
SANITAIRES	INSAVER HE TOPPER LED (LUMIANCE): Downlight LED fonctionnel 9W avec détection de présence intégrée.	
ESPACES EXTERIEURS	INVERTO LED DIRECT (LUMIANCE) : Luminaire LED 16W à installer en saillie, en extérieur sous auvent.	
Salle de jeux	L63-Moderne einfache	
Club de musique	Ceiling Lights WINZSC	
Salle de sieste	Luminaire Suspension	
Chambre Snoezelen	Une lanterne fluorescente	
	Fibre optique waterfall	
	Spray lights	

	Ballon fluorescent	
les Bureaux	Luminaire encastré pour plafond	

6.5.5. Gestion de l'énergie :



• Façade de type double-peau :

Une façade « Double Peau » doit respecter les conditions locales (utilisateurs, climat, forme, orientation du bâtiment et nuisances sonores...) pour contribuer à la conservation des ressources naturelles et à l'amélioration du confort des usagers.

L'intégration d'une «Double Peau» en général a pour objectif :

- L'utilisation des gains solaires,
- La réduction de la demande d'énergie de chauffage,
- L'utilisation adaptée des protections solaires et ainsi une réduction des besoins d'énergie de rafraîchissement (réduction des apports solaires directes),
- Le refroidissement nocturne efficace,
- L'amélioration des confort d'ambiance grâce à la ventilation naturelle et une meilleure qualité des conditions thermiques et visuelles.

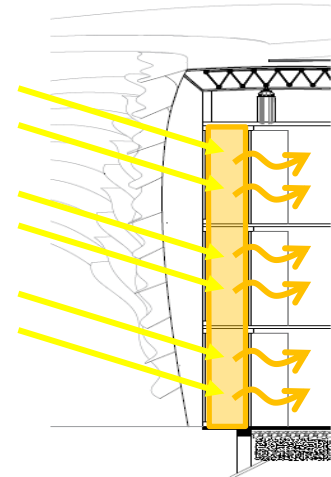


Figure 204 : L'effet de serre dans la période hivernale

- **Façades dynamiques :**

La performance énergétique du bâtiment :

L'automatisation des protections solaires permet d'anticiper le niveau de consommation énergétique pour un bâtiment donné. Lorsque l'ensemble des systèmes de refroidissement, de chauffage, d'éclairage et de gestion des stores communiquent entre eux via des lignes bus, la maîtrise de la consommation d'énergie est optimale.

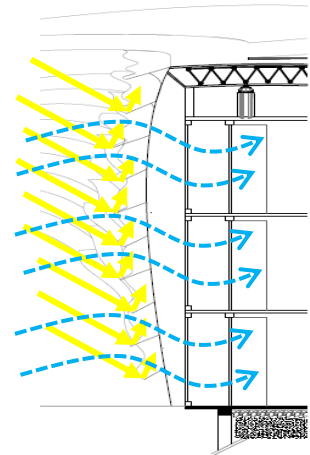


Figure 205 : L'effet des protections solaires dans la Période estivale

- **Panneaux photovoltaïques flexibles :**

Des panneaux photovoltaïques flexibles sont intégrés au niveau de toiture pour la production de l'électricité.



Figure 207 : Les panneaux solaires flexibles

Source : eco-energie-montreal.com

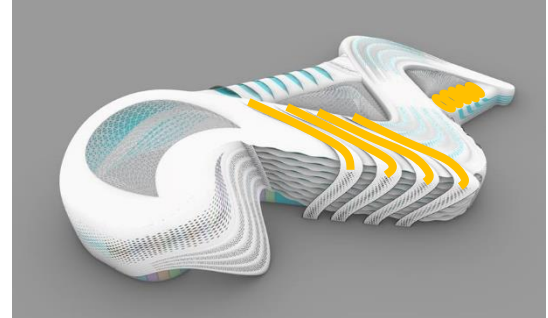


Figure 206 : emplacement des panneaux solaires

- **Revêtement des sols :**

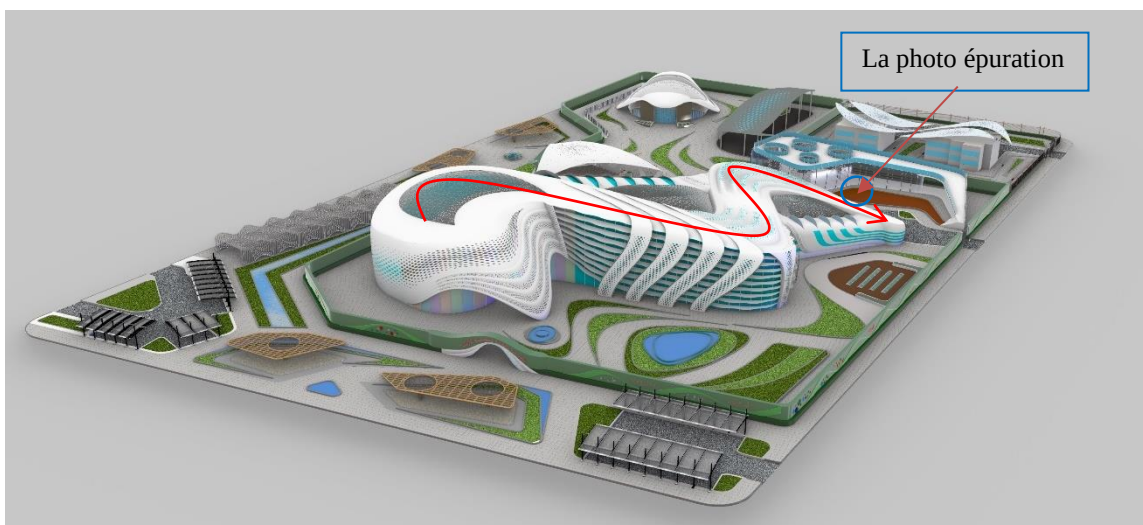
Ce revêtement de sol transforme la pression des pas en électricité qui alimente des ampoules à basse consommation LED.



Figure 208 : revêtement de sol qui produit électricité

Source : www.nippon.com

6.5.6. Gestion des eaux :



La photo épuration

Figure 209 : eaux pluviales

- **Récupération des eaux pluviales :**

Permet de profiter des eaux pluviales en termes d'économie d'énergie, et de les collecter dans un réservoir une fois ce dernier sera plein l'eau se dirige vers le lac artificiel, après l'épuration et le traitement. L'eau récupérée sera utilisée pour alimenter l'équipement, comme un stock d'eau en cas d'incendie, et pour l'arrosage et les chasses d'eau.

- **Recyclage des eaux usées :**

La phytoépuration :

Les systèmes de phytoépuration dirigent les eaux usées vers des filtres plantés d'espèces végétales soigneusement sélectionnées et capables d'absorber les polluants tels que les nitrates ou les phosphates. On utilise souvent des plantes persistantes émergente.

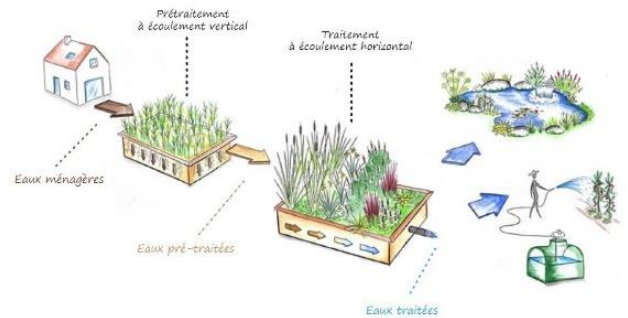


Figure 210 : Principe de fonctionnement de la phytoépuration

SYNTHESE :

Dans ce chapitre nous avons conçu l'école primaire en s'appuyant sur les conclusions des chapitres précédents. On a essayé de porter repenses à la problématique du confort et de la maitrise de consommation énergétique à travers l'application des principes des conception durable dans un contexte semi-aride froid tout en veillant au bon fonctionnement de l'équipement. La conception des espaces et façades a pris aussi en considération la particularité des enfants autistes et leur besoins spécifiques (flexibilité, simplicité, fluidité). Ensuite nous avons achevé se chapitre par la description des choix techniques.

7. Chapitre Durabilité

Et simulation

7.2. L'IMPACT DE LA FORME ET LA POSITION DE LA FENETRE SUR LE CONFORT VISUEL D'UNE SALLE DE CLASSE



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.

La lumière naturelle tient un rôle important dans l'architecture scolaire, Les établissements existants et les approches connues pour en créer de nouveaux ne répondent plus aux exigences présentes, la nouvelle demande appelle de nouvelles solutions en termes d'éclairage naturel. Les établissements doivent répondre aux besoins répertoriés et identifiables d'aujourd'hui, mais également aux demandes incertaines du futur.

7.1. PROBLEMATIQUE SPECIFIQUE :

La prise en compte de l'éclairage dans la conception architecturale joue un rôle important dans l'amélioration de la qualité des ambiances dans les salles de classe. La lumière naturelle est au cœur des besoins architecturaux. Elle a une grande influence sur le confort visuel et la qualité architecturale des espaces intérieurs⁴⁴.

Lire ; écrire d'un document disposé sur le plan utile et lire de ce qui est écrit au tableau sont parmi les tâches visuelles dans les salles de classes qu'ont une relation avec le confort visuel, d'autre part c'est avec la quantité de lumière pénétrer par les ouvertures, le mal contrôle de rayonnement direct du soleil nous produisons, du point de vue visuel ; l'inconfort,

La maîtrise de la lumière naturelle à l'intérieur de la salle de classe a besoin de diverses stratégies et des dispositifs de protection, Pour que ce problème soit résolu il faut donc gérer les paramètres du confort visuel.

- **Quel est l'impact de la forme et la position de la fenêtre sur le Confort visuelle d'une salle de classe ?**

7.2. OBJECTIFS SPECIFIQUES :

Cette étude met l'accent sur l'éclairage naturel dans les espaces scolaires, précisément sur l'impact de la forme et la position de la fenêtre sur le Confort visuelle d'une salle de classe.

7.3. HYPOTHESES SPECIFIQUES :

- A travers la conception des ouvertures (forme, dimension et position ...) le confort visuel peut être atteint
- Les systèmes de protection solaire mobiles permettent de contrôler le rayonnement solaire entrant à l'intérieur de la salle de classe.

7.4. CONFORT VISUEL ET L'ECLAIRAGE NATUREL DANS LES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES :

7.4.1. Définition de confort visuel :

Le confort visuel a une forte influence sur l'individu tant au niveau physiologique que psychologique. Le confort visuel a plusieurs définitions : c'est une relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur ou bien un éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques ; il peut être aussi un éclairage artificiel satisfaisant et un appoint à l'éclairage naturel. De façon générale, le confort visuel est une impression subjective liée à la quantité, à la qualité et à la distribution de la lumière et représente sa

⁴⁴ Chaabouni, 2011.

satisfaction devant l'environnement visuel qui nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue, dans une ambiance colorée agréable.

7.4.2. Paramètres de confort visuel :

- le niveau d'éclairement de la tâche visuelle ;
- Un rendu des couleurs correct ;
- une répartition harmonieuse de la lumière dans l'espace ;
- les rapports de luminance présents dans le local ;
- l'absence d'ombres gênantes ;
- la mise en valeur du relief et du modelé des objets ;
- une vue vers l'extérieur ;
- une teinte de lumière agréable ;
- l'absence d'éblouissement.



Figure 211 : Les paramètres de confort visuel

Source : www-energie.arch.ucl.ac.be

7.4.3. Eléments du confort visuel dans les salles de classe :

Les principes de mise en œuvre du confort visuel, selon l'association H.Q.E, sont les suivants :

IMPACT DE LA FORME ET LA POSITION DE LA FENETRE SUR LE CONFORT VISUEL D'UNE SALLE DE CLASSE

- disposer de la lumière du jour dans les zones d'occupation situées en fond de pièce.
- rechercher un équilibre des luminances de l'environnement lumineux extérieur.
- éviter l'éblouissement direct et indirect.
- accéder à des vues dégagées et agréables depuis les zones d'occupation des locaux.
- protéger l'intimité de certains locaux.
- faire appel à des revêtements clairs pour la décoration des locaux.
- optimiser les parois vitrées, en termes de confort visuel, en traitant leur positionnement, dimensionnement et protection solaire

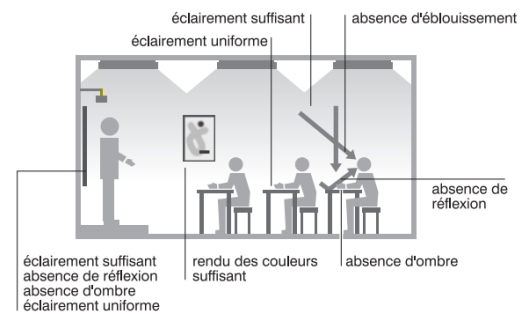


Figure 212 : Eléments du confort visuel dans les salles de classe

Source : www-energie.arch.ucl.ac.be

7.4.4. Définition de l'éclairage naturel :

L'éclairage naturel peut constituer un facteur déterminant dans une démarche de conception architecturale dans la mesure où il participe au processus de génération d'une certaine ambiance à l'intérieur de l'espace conçu.

Il peut être défini comme la distribution contrôlée de la lumière du jour dans le bâtiment pour maximiser les espaces éclairés naturellement.

La lumière du jour reçue à l'intérieur d'un bâtiment est la résultante de trois composantes : la composante directe due à la lumière du ciel (et éventuellement du soleil) déterminée par la partie de ciel visible à travers les ouvertures, la composante due aux réflexions de la lumière sur les surfaces extérieures et enfin celle des réflexions à l'intérieur du local.

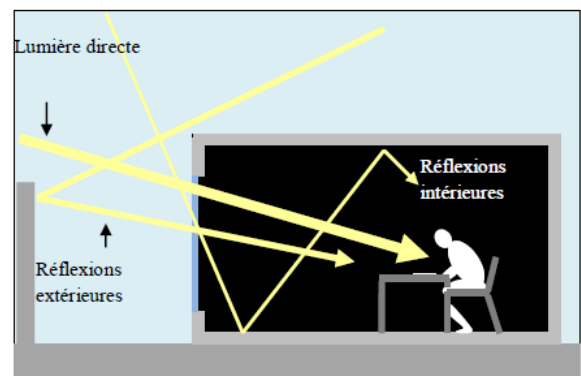


Figure 213 : Les trois composantes de la lumière naturelle

Source : www.energieplus-lesite.be

7.4.5. Type d'éclairage naturel :

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (**éclairage latéral**), soit en toiture (**éclairage zénithal**), soit les deux à la fois.

Eclairage zénithal :

Le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres.

Dispositifs d'éclairage zénithal direct :

- Les tabatières (ou skylights)
- Les dômes
- Les verrières



Figure 214 : éclairage zénithale directe (tabatières, verrières)

Source : moodle.epfl.ch

Systèmes d'éclairage zénithal indirect :

- Toitures en dents de scie (ou sheds)
- Lanterneaux
- Puits de jour
- Conduits de lumière ou « Light pipes »

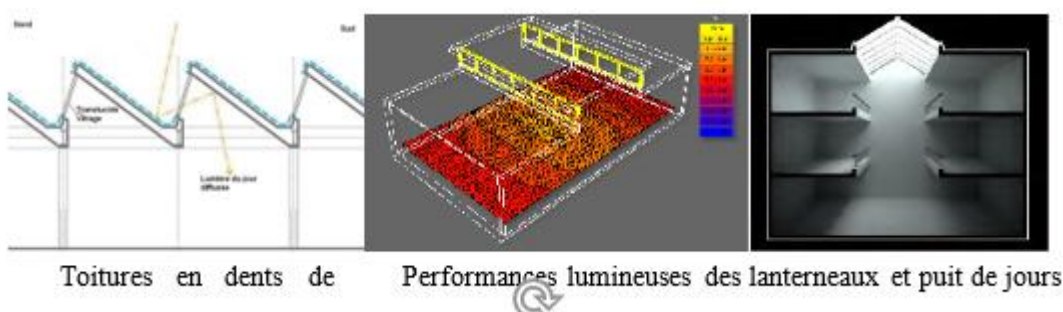


Figure 215 : Systèmes d'éclairage zénithal indirect

Source : www.squ1.com

Eclairage latéral :

L'éclairage latéral caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé aux locaux de faible hauteur sous plafond : de 2,50 mètres à 3 mètres.

Types d'éclairage latéral :

Eclairage unilatéral :

Il s'agit d'un éclairage fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même façade d'une orientation donnée.

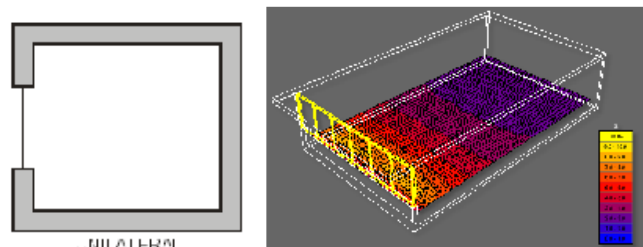


Figure 216 : Performances lumineuses d'un dispositif d'éclairage unilatéral.

Eclairage bilatéral :

L'éclairage bilatéral consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles, soit perpendiculaires, d'un même local.

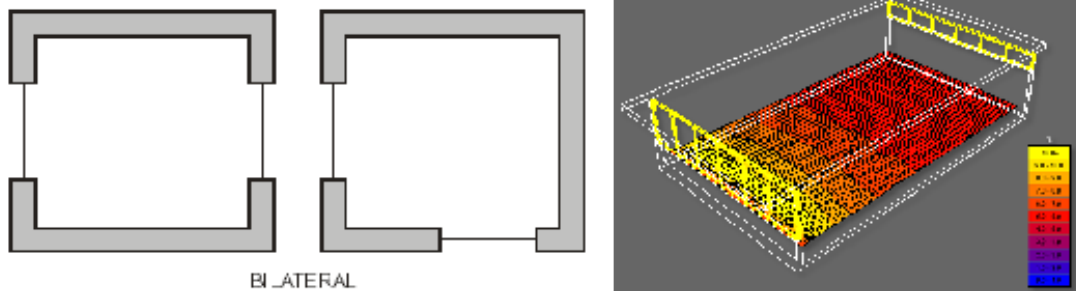


Figure 217 : Dispositifs d'éclairage bilatéral et ses performances lumineuses.

Source : www.squ1.com

Eclairage multilatéral :

L'éclairage multilatéral présente de nombreux avantages, notamment :

- Favoriser la ventilation naturelle transversale des pièces en la doublant ou en la triplant.
- Les ouvertures réduisent les ombres denses et augmentent les contrastes à l'intérieur des pièces.
- Les ouvertures réduisent le risque d'éblouissement du ciel en augmentant
- L'éclairement des murs de fenestration.

Paramètres influençant l'éclairage latéral :

Plusieurs paramètres influencent l'éclairage naturel latéral, à savoir : la forme des ouvertures, leur position, la surface vitrée (taille) ainsi que les obstructions extérieures.

Position des ouvertures latérales :

une ouverture horizontale (ou carrée) placée le plus haut possible apporte plus de lumière du jour qu'une fenêtre de même forme placée au niveau du plan utile, car la luminance du ciel croît de plus en plus de l'horizon au zénith, augmentant avec elle la composante directe du facteur de lumière du jour à l'intérieur du local.



Figure 218 : influence de la position de la baie sur le facteur de lumière de jour.

Source : A B C -E A Marseille et J. J. Délétère-EAG

Les dimensions de l'ouverture :

La taille des ouvertures est un élément déterminant de la quantité de lumière extérieure qui parvient à l'intérieur des locaux. Pour maximiser les apports de lumière naturelle, on peut augmenter la prise de contact avec l'extérieur en créant des décrochements, des subdivisions, ...etc.

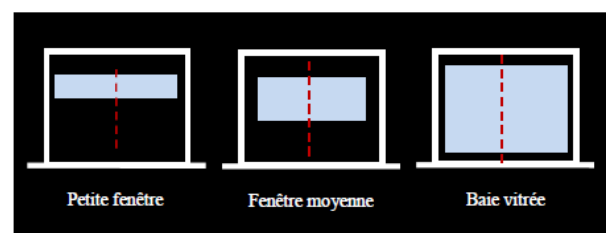


Figure 219 : Les dimensions de l'ouverture

Source : La lumière naturelle dans le bâtiment

La forme de l'ouverture :

L'étude de l'influence de la forme de la fenêtre en comparant la répartition lumineuse fournie peut faire par une série de fenêtres de proportion différentes, pour une surface vitrée identique et une hauteur de l'allège constante.

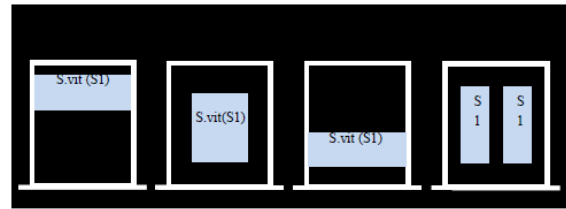


Figure 220 : L'influence de la forme de l'ouverture

Source : *La lumière naturelle dans le bâtiment*

7.4.6. Systèmes de gestion de la lumière naturelle :

Les systèmes de réorientation de l'éclairage naturel sont conçus pour régler les problèmes de la répartition inégale de la lumière naturelle dans un espace en réduisant les niveaux excessifs de clarté près des fenêtres et en les augmentant dans les zones qui en sont éloignées, donnant ainsi naissance à une lumière plus équilibrée et une distribution harmonieuse dans l'espace architecturale.

Système de puits de lumière :

Le puits de lumière est un nouveau système d'éclairage zénithal permet d'éclairer naturellement les espaces sombres c'est-à-dire d'apporter de la lumière naturelle dans des pièces qui ne possèdent pas d'ouvertures sur l'extérieur ou en complément d'une ouverture existante.



Figure 221 : coupe sur un puits de lumière

Source : www.pinterest.fr

Les plafonds anidoliques :

Le plafond anidolique est un système d'éclairage zénithal et de distribution intensif de la lumière naturelle adapté au ciel couvert. Il s'agit en fait d'un conduit lumineux intégré dans un plafond suspendu au milieu de la pièce.

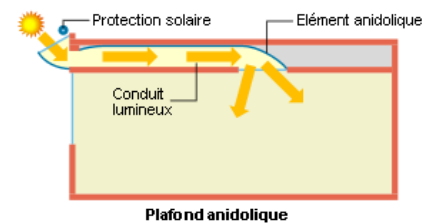


Figure 222 : système de plafond anidolique

Source : www.energieplus-lesite.be

Les light shelves :

Ce système permet d'apporter la lumière du jour au fond de l'espace et, par conséquent, assure le confort visuel par l'obtention d'un niveau d'éclairement uniforme et la réduction de la consommation d'électricité. Il permet aussi de contrôler la lumière directe en réduisant le phénomène de l'éblouissement.

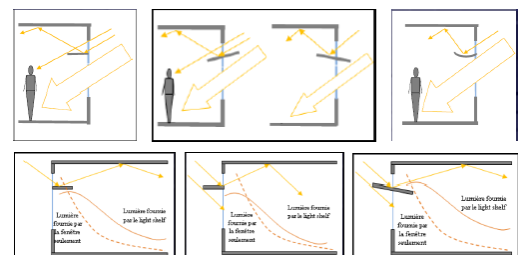


Figure 223 : types de light shelves.

Source: www.yourhome.gov.au

Les light pipes :

Les light pipes ou bien un conduit de lumière est une stratégie visant à apporter la lumière du jour au fond d'un espace ou aux étages inférieurs d'un immeuble.



Figure 224 : light pipe

Source : www.energobal.ru

Les protections solaires :

Les protections solaires peuvent prendre de multiple forme, elles répondent généralement aux objectifs suivants :

- La limitation de l'éblouissement ;
- La diminution des surchauffes ;
- La préservation de l'intimité des occupants ;
- L'occultation des locaux ;
- Le parti architectural ;
- L'augmentation du pouvoir isolant.

On distingue deux familles de protections solaires : les protections fixes et mobiles.

Les protections solaires fixes :

➤ La végétation :

Pour les niveaux bas d'un bâtiment, une végétation à feuilles caduques peut bloquer le rayonnement solaire direct au printemps et en été et le laisser passer en hiver de manière à bénéficier des apports solaires. Faible coût de mise en œuvre.

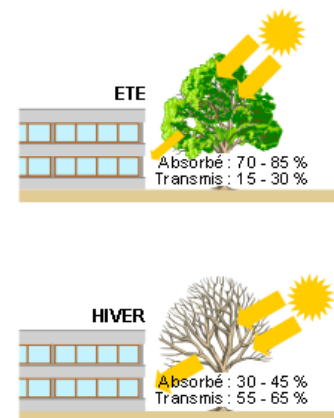


Figure 225 : type de protection solaire fixe par la végétation

Source : www.pinterest.fr

➤ Brise-soleil horizontaux extérieurs :

Si l'orientation est franche (plein sud) et que le système est bien dimensionné, il permet de bloquer la pénétration du rayonnement solaire direct au printemps et en été pour éviter les surchauffes. Permet également de bénéficier des apports solaires en période d'automne et d'hiver.

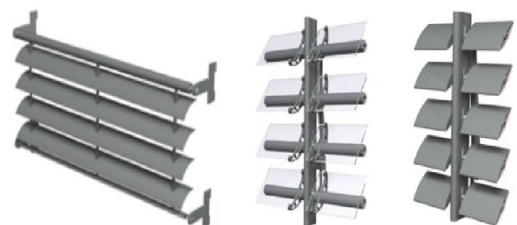


Figure 226 : Brises Soleil Verticaux à lames horizontales

Source : support.bbs-logiciels.com

➤ Brise-soleil verticaux extérieurs :

Permet de réduire considérablement la pénétration du rayonnement solaire direct ; intégré dans les côtés Est et Ouest.

Les protections solaires mobiles :

➤ **Stores à lames horizontales :**

Les stores à lames peuvent être positionnés à l'extérieur, à l'intérieur ou encore dans la lame d'air d'un double ou triple vitrage.

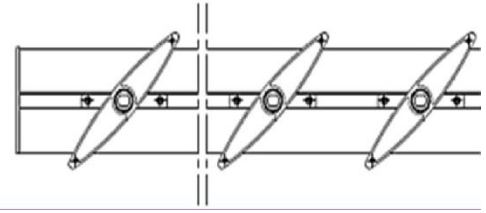


Figure 227 : Stores mobiles à lames horizontales

support.bbs-logiciels.com

➤ **Stores à lames verticales :**

Différents degrés de perforation sont disponibles. La vue vers l'extérieur est conservée lorsqu'ils sont fermés. Efficaces contre les apports solaires si positionnés à l'extérieur.

Les vitrages spéciaux :

Les vitrages directionnels :

Ce type de vitrage sert à rediriger très efficacement les rayons solaires directs vers le fond d'une pièce. Ils peuvent aussi être employés pour rediriger la lumière zénithale vers le bas d'un atrium ou vers une salle en sous-sol. Les panneaux de vitrages directionnels peuvent être utilisés en configurations fixes et mobiles.

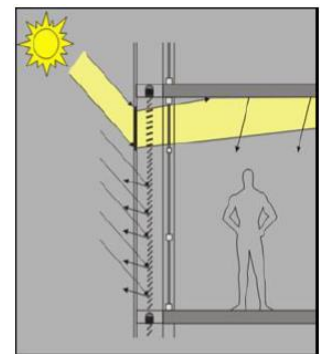


Figure 228 : Les Holo-lux

Source : www.energieplus-lesite.be

Les vitrages prismatiques :

Le vitrage prismatique est conçu pour changer la direction de la lumière et la réorienter au moyen de la réfraction et réflexion. Le principe de fonctionnement des vitrages prismatiques est le suivant : quand un rayon de lumière frappe le prisme, sa direction est modifiée en raison de la réfraction. Une partie de celui-ci est alors réfléchi vers le plafond et au-delà, vers l'arrière de la salle. En principe, le panneau prismatique peut être placé dans la partie supérieure d'une fenêtre latérale.

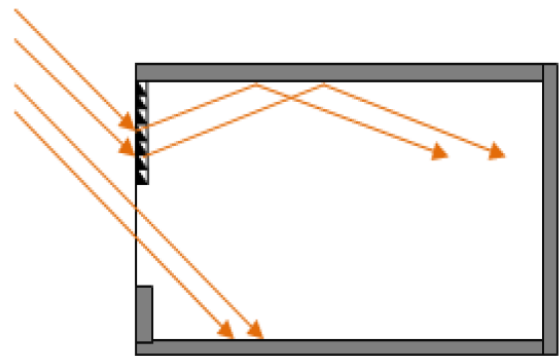


Figure 229 : vitrage prismatique

Source : www.energieplus-lesite.be

La serre et l'éclairage :

En été, une serre avec une avancée toit peut casser les rayons solaires et éviter la surchauffe.

En hiver, une avancée toit bien calculé permettre la pénétration des rayons solaires.

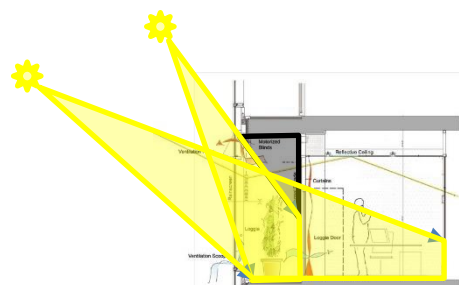


Figure 230: l'effet de la serre sur l'éclairage

Source : Pinterest site et traite par l'auteur

7.4.7. Etude expérimentale de confort visuel d'une salle de classe :

7.4.8. Présentation de cas d'étude :

Dans cette partie expérimentale, on a choisi une salle de classe d'une capacité d'accueil de 20 élèves et deux enseignants, pour vérifier le confort visuel, la salle de classe est située au 2^{ème} étage dans l'entité pédagogique.

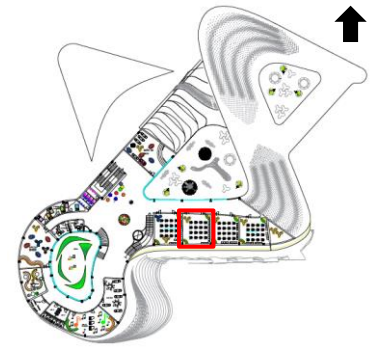


Figure 231 : situation de la salle de classe du cas d'étude

Dimension et forme :

- Surface : 65 m²
- Hauteur de plafond : 4.5m
- Hauteur de fenêtre : 1.2m
- Surface cumulée d'ouverture : 8.16m²
- Type d'éclairage : latérale
- Orientation des ouvertures : sud
- Forme des fenêtres : rectangulaire
- Nombre d'occupation : 22
- Forme : carré

Les paramètres à simuler :

Type d'éclairage

Position, forme et dimension de la fenêtre.

Protection solaire.

7.4.9. Outil de simulation :

On a fait la simulation par l'utilisation des deux logiciels :

- **VELUX Daylight Visualizer**
- **Ecotec Radiance**

Présentation de VELUX Daylight Visualizer :

VELUX Daylight Visualizer est un logiciel pour le calcul de l'éclairage naturel. Il a pour but de promouvoir l'usage de la lumière naturelle dans les bâtiments et d'aider les concepteurs grâce à la prédiction des niveaux d'éclairement et de l'apparence des espaces.

Les limites du programme :

- **VELUX Daylight Visualizer** simule juste les paramètres de l'éclairage.
- Choix des matériaux est limité par le logiciel.

Les exigences d'éclairage pour une salle de classe :

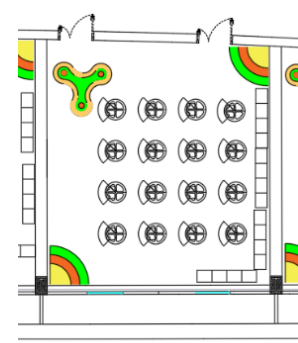


Figure 232 : plan de la salle de classe

Source : auteur

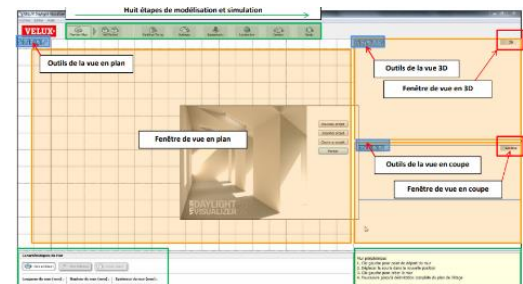


Figure 233 : l'interface de VELUX Daylight

Eclairage	FLJ	Indice d'uniformité
300 à 500	>8	0.5 à 0.6

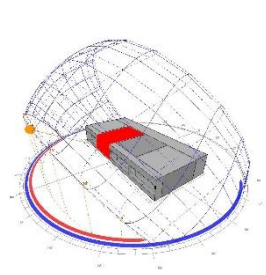


Figure 234 : l'ombre en 21 Déc à 13h.
Source : logiciel VELUX adaptée auteur

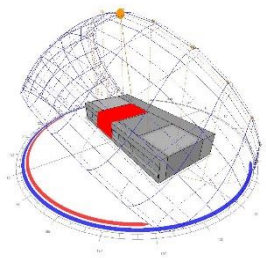


Figure 235: l'ombre en 21 Mai à 13h
Source : logiciel VELUX adaptée auteur

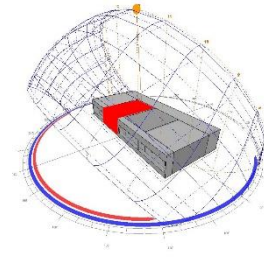


Figure 236 : l'ombre en 21 Juin à 13h
Source : logiciel VELUX adaptée

7.4.10. Résultats du logiciel VELUX :

Cas de 21 Décembre :

➤ Heure 9:00



Figure 238: niveau d'éclairage dans la salle de classe
Source : logiciel VELUX adaptée auteur

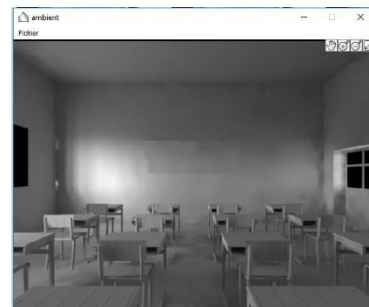


Figure 237 : image HDR.
Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 décembre/ 09 :00		
Eclairage min (lux)	Eclairage moyen (lux)	Eclairage max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
90	235	380	3.1	0.2

Commentaire : A 21 Déc à 09h Nous remarquons que la quantité de lumière à l'intérieur de la salle de classe est faible avec éclairage moyen de 235 lux est inférieur à la norme minimale recommandée 300 lux, et indice d'uniformité 0.2 indique l'uniformité de l'éclairage.

➤ **Heure 13 :00**

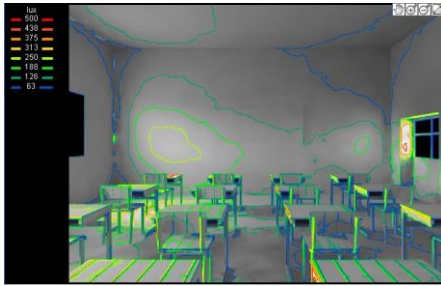


Figure 239 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 240: image HDR.

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 décembre/ 13 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
76	165	254	3.1	0.2

Commentaire : Le soleil en 13 :00 est plus haut, la salle de classe est moins exposée aux rayons solaires, ce qui engendre une valeur moyenne d'éclairement de 165 lux qui influant sur le confort visuel.

➤ **Heure 15 :00**

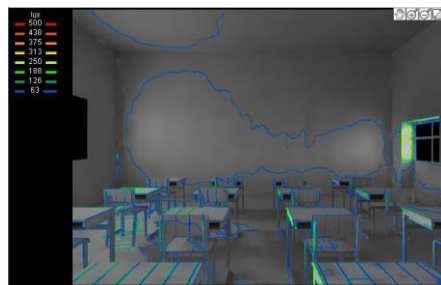


Figure 241 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 242 : image HDR.

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 décembre/ 15 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
60	140	210	3.1	0.2

Commentaire : A 21 Déc à 15h Nous remarquons que la quantité de lumière à l'intérieur de la salle de classe est faible avec éclairage moyen de 140 lux.

Cas de 21 Mai :

➤ **Heure 9:00**

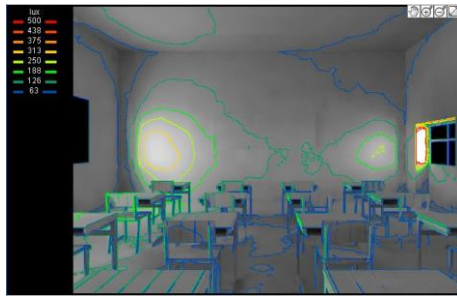


Figure 243 : niveau d'éclairement dans la salle de classe
Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 244 : image HDR.
Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Mai/ 09 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
80	210	340	2.1	0.1

Commentaire : en Mai le soleil est plus haut par rapport à décembre, ce qui nous cause une diminution d'éclairement moyen 210 lux au 21 Mai à 9h, FLJ est 2.1%

➤ **Heure 15 :00**



Figure 246 : niveau d'éclairement dans la salle de classe
Source : logiciel VELUX adaptée auteur

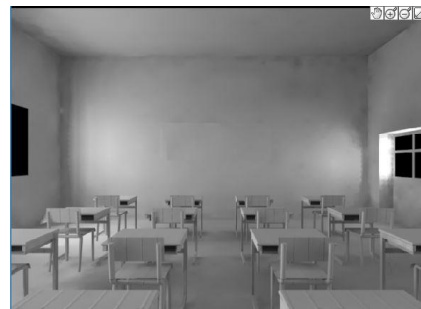


Figure 245 : image HDR.
Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Mai/ 13 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
120	220	320	2.1	0.1

Commentaire : A 21 Mai à 13h, nous remarquons que La quantité de Lumière à l'intérieur de la salle de classe est avec éclairement moyen de 220 lux

➤ **Heure 15 :00**

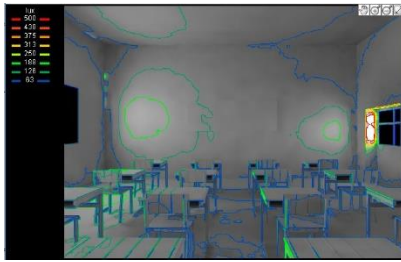


Figure 247 : niveau d'éclairage dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 248 : image HDR.

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Mai/ 15 :00		
Eclairage min (lux)	Eclairage moyen (lux)	Eclairage max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
100	160	225	2.1	0.1

Commentaire : A 21 Mai à 15h Nous remarquons que La quantité de Lumière à l'intérieur de la salle de classe est avec éclairage moyen de 160 lux

Cas de 21 Juin :

➤ **Heure 9 :00**



Figure 249 : niveau d'éclairage dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

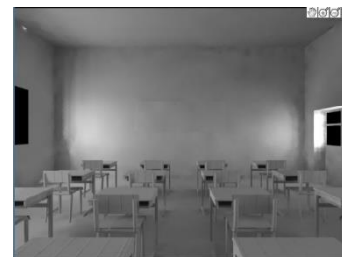


Figure 250 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Juin/ 09 :00		
Eclairage min (lux)	Eclairage moyen (lux)	Eclairage max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
100	210	320	1.9	0.15

Commentaire : A 21 Juin à 09h Nous remarquons que La quantité de Lumière à l'intérieur de la salle de classe est avec éclairage moyen de 210 lux, mais en remarque un niveau d'éclairage inconfortable à proximité des ouvertures, l'indice d'uniformité indique la valeur 0,15 exprimant un éclairage non uniforme.

➤ **Heure 13 :00**



Figure 251 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

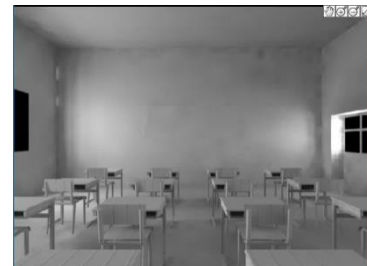


Figure 252: image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Juin / 13 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
100	200	300	1.9	0.15

Commentaire : A 21 Juin à 13h Nous remarquons que La quantité de Lumière à l'intérieur de la salle de classe est avec éclairement moyen de 200 lux, mais en remarque un niveau d'éclairement inconfortable au niveau de plan de travail (les tables).

➤ **Heure 15 :00**



Figure 253 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

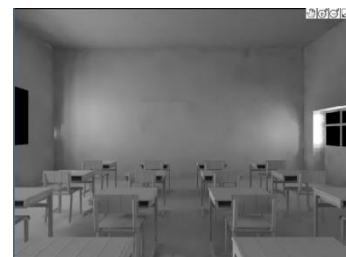


Figure 254 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Juin/ 15 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
90	165	230	1.9	0.15

Commentaire : A 21 Juin à 15h Nous remarquons que La quantité de Lumière à l'intérieur de la salle de classe est faible avec éclairement moyen de 165 lux est inférieur à la norme minimale recommandé 300 lux, et indice d'uniformité 0.2 indique l'uniformité de l'éclairage.

7.4.11. Cas Amélioré :

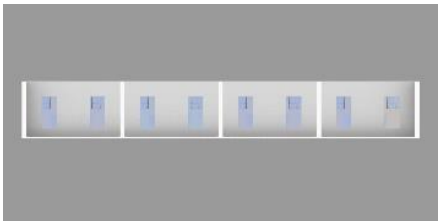
D'après les résultats obtenus par la simulation précédente on a remarqué que : Le niveau d'uniformité dans notre salle a créé un état d'inconfort visuel. Le niveau d'éclairement n'est pas suffisant pour effectuer les tâches.

IMPACT DE LA FORME ET LA POSITION DE LA FENETRE SUR LE CONFORT VISUEL D'UNE SALLE DE CLASSE

C'est pour ça on va réexaminer les facteurs influençant l'éclairage naturel intérieur, donc La correction de confort visuel était au niveau des ouvertures :

La position des ouvertures : la création d'une fenêtre (3.20m*0.90m) au niveau du mur nord d'une hauteur (2.60m) sur le couloir pour profiter de l'éclairage bilatérale

La forme et la dimension des ouvertures : augmenter la surface des fenêtres (1.5m*2.00m)

Les corrections	Images
L'augmentation des dimensionnements des ouvertures extérieures pour augmenter la quantité de lumière.	
La création d'une fenêtre (3.20m*0.90m) au niveau du mur nord d'une hauteur (2.60m) sur le couloir pour profiter de l'éclairage bilatérale	

Cas 21 décembre :

➤ Heure 09 :00



Figure 255 : niveau d'éclairage dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

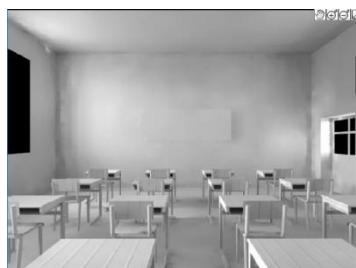


Figure 256 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure			21 décembre/ 09 :00	
Eclairage min (lux)	Eclairage moyen (lux)	Eclairage max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
200	380	460	7.6	0.52

Commentaire : À 9h l'éclairage moyen affiche un progrès Eclairage moy=380 lux, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (300 à 500lux) ; l'indice d'uniformité indique la valeur 0.52 ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de classe sur les tables.

➤ **Heure 13 :00**



Figure 257 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 258 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 décembre/ 13 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
300	400	500	7.6	0.6

Commentaire : À 13h l'éclairement moyen affiche un progrès Eclairement moy=400 lux, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (300 à 500lux) ; l'indice d'uniformité indique la valeur 0.6 ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de classe sur les tables.

➤ **Heure 15 :00**



Figure 259 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 260 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 décembre/ 15 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
220	350	370	7.6	0.59

Commentaire : À 15h l'éclairement moyen affiche un progrès Eclairement moy=350lux, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (300 à 500lux) ; l'indice d'uniformité indique la valeur 0.59 (inclus dans l'intervalle 0.5 à 0.6) ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de classe sur les tables.

Cas 21 Mai :

➤ Heure 9 :00

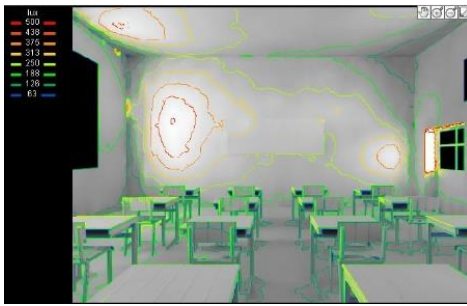


Figure 262 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 261 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Mai/ 09 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
300	400	520	6.9	0.57

Commentaire : À 9h l'éclairement moyen affiche un progrès Eclairement moy=400lux, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (300 à 500lux) ; l'indice d'uniformité indique la valeur 0.57 (inclut dans l'intervalle 0.5 à 0.6) ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de classe sur les tables.

➤ Heure 13 :00

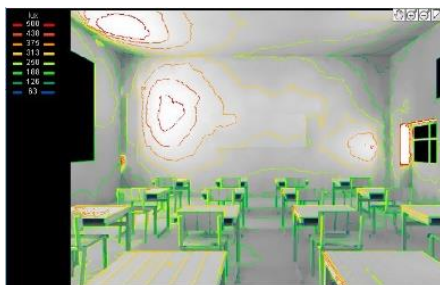


Figure 263 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

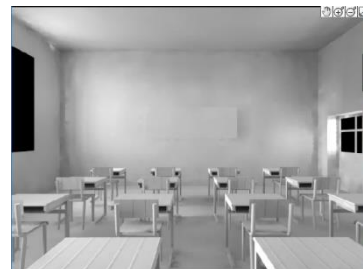


Figure 264 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Mai/ 12 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
312	410	524	6.9	0.59

Commentaire : À 13h l'éclairement moyen affiche un progrès Eclairement moy=350lux, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (300 à 500lux) ; l'indice d'uniformité indique la valeur 0.59 ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de classe sur les tables

➤ **Heure 15 :00**



Figure 265 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 266 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Mai/ 12 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
270	370	450	6.9	0.6

Commentaire : À 15h l'éclairement moyen affiche un progrès Eclairement moy=370lux, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (300 à 500lux) ; l'indice d'uniformité indique la valeur 0.6 ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de classe sur les tables

Cas 21 Mai :

➤ **Heure 9 :00**



Figure 268 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 267 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Juin/ 09 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
290	400	480	6.7	0.6

Commentaire : À 09h l'éclairement moyen affiche un progrès Eclairement moy=400lux, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (300 à 500lux) ; l'indice d'uniformité indique la valeur 0.6 ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de classe sur les tables

➤ **Heure 13 :00**

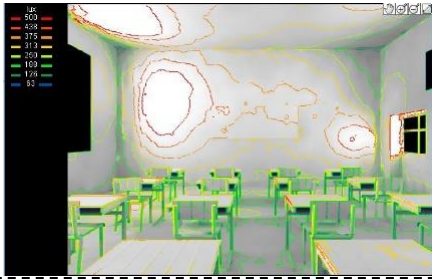


Figure 269 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur



Figure 270 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Juin/ 12 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
270	390	450	6.7	0.6

Commentaire : À 13h l'éclairement moyen affiche un progrès Eclairement moy=400lux, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (300 à 500lux) ; l'indice d'uniformité indique la valeur 0.6 ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de classe sur les tables

➤ **Heure 15 :00**



Figure 271 : niveau d'éclairement dans la salle de classe

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

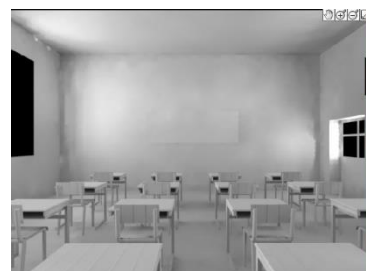


Figure 272 : image HDR

Source : logiciel VELUX adaptée auteur

Date / heure		21 Juin/ 15 :00		
Eclairement min (lux)	Eclairement moyen (lux)	Eclairement max (lux)	FLJ moyen %	Indice d'uniformité
270	380	440	6.7	0.6

Commentaire : À 12h l'éclairement moyen affiche un progrès Eclairement moy=400lux, une valeur rapprochée à la valeur recommandée (300 à 500lux) ; l'indice d'uniformité indique la valeur 0.6 ce qui signifie que la répartition de la lumière naturelle est homogène dans la salle de classe sur les tables.

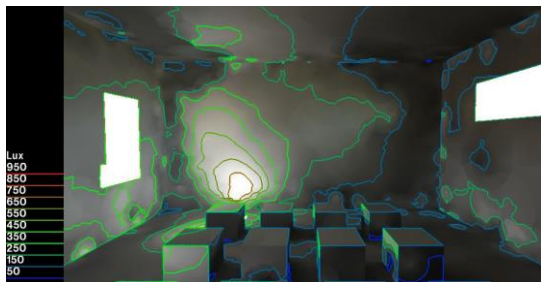
7.4.12. Deuxième logiciel de simulation : Ecotec Radiance

Présentation de logiciel Ecotec :

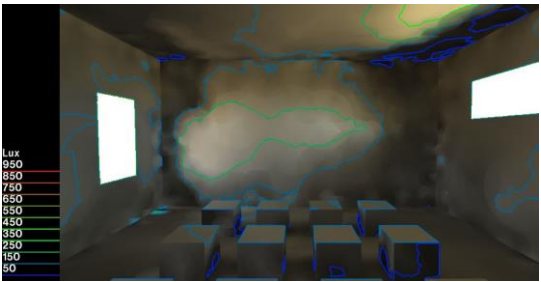
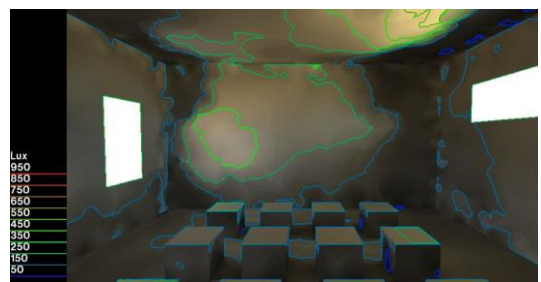
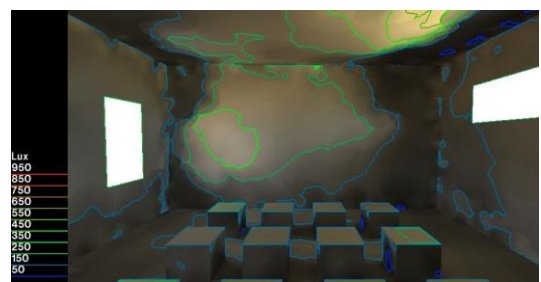
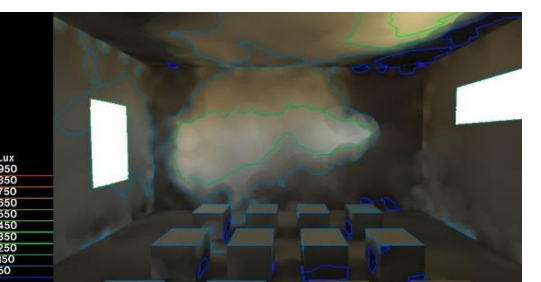
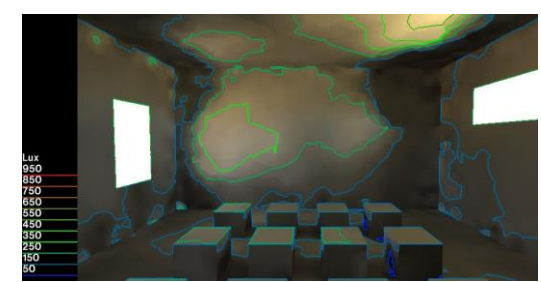
Ecotect est un logiciel de simulation complet de conception depuis la phase d'avant-projet jusqu'à celle de détail qui associe un modeleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. Ecotect offre un large éventail de fonctionnalités de simulation et d'analyse. C'est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. Il a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design.

Pour le logiciel Ecotec Radiance on a choisi d'interpréter les résultats d'amélioration :

Cas amélioré :

Date et heure		Niveau d'éclairement	Commentaire
21 Dec	9 :00		Le résultat obtenu par Radiance montre les valeurs suivantes : L'éclairement moyen = 310 lux Indice d'uniformité = 0.33
	13 :00		Le résultat obtenu par Radiance montre les valeurs suivantes : L'éclairement moyen = 370 lux Indice d'uniformité = 0.33
	15 :00		Le résultat obtenu par Radiance montre les valeurs suivantes : L'éclairement moyen = 400 lux Indice d'uniformité = 0.23

IMPACT DE LA FORME ET LA POSITION DE LA FENETRE SUR LE CONFORT VISUEL D'UNE SALLE DE CLASSE

21 Mai	9 :00		Le résultat obtenu par Radiance montre les valeurs suivantes : L'éclairement moyen = 350 lux Indice d'uniformité = 0.27
	13 :00		Le résultat obtenu par Radiance montre les valeurs suivantes : L'éclairement moyen = 400 lux Indice d'uniformité = 0.23
	15 :00		Le résultat obtenu par Radiance montre les valeurs suivantes : L'éclairement moyen = 400 lux Indice d'uniformité = 0.23
21 Juin	9 :00		Le résultat obtenu par Radiance montre les valeurs suivantes : L'éclairement moyen = 310 lux Indice d'uniformité = 0.33
	13 :00		Le résultat obtenu par Radiance montre les valeurs suivantes : L'éclairement moyen = 350 lux Indice d'uniformité = 0.27

	15 :00		Le résultat obtenu par Radiance montre les valeurs suivantes : L'éclairement moyen = 350 lux Indice d'uniformité = 0.27
--	--------	--	--

7.4.13. Comparaison entre les résultats des deux programmes :

Les deux programmes choisis (VELUX et ECOTEC) pour notre étude expérimentale de simulation montrent un progrès dans les résultats d'amélioration, ces résultats obtenues par l'application des corrections sur la configuration des fenêtres (dimension, forme et position), tout en prenant en considération les limites de chaque programme.

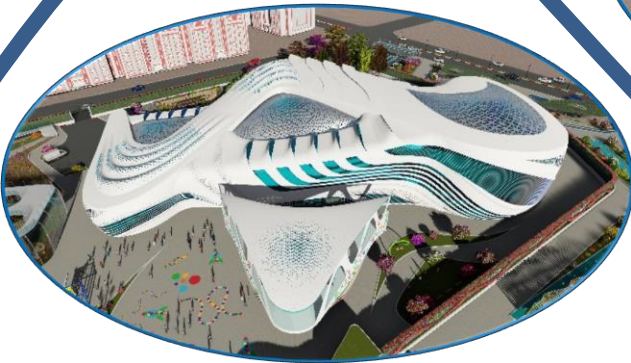
CONCLUSION ET RECOMMANDATION :

Dans cette partie on a présenté des résultats et des valeurs statiques à l'aide de simulation par logiciel, dans cette simulation on prend en considération les conditions environnementales existantes, le modèle de l'étude a été simplifié dans les logiciels.

Pour améliorer le confort visuel d'une salle de classe on peut le manipuler avec plusieurs paramètres, à travers notre étude expérimentale on conclut :

- La bonne configuration de la fenêtre peut améliorer le Confort visuel d'une salle de classe
- La protection solaire dynamique comme un diapositif architecturale aide à l'amélioration du confort visuel ce qu'est justifié par la meulière orientation pour mieux contrôler la quantité de la lumière entrante.
- Le type de vitrage a un effet important sur le contrôle de quantité de la lumière à travers son opacité ou transparence.

Conclusion générale



CONCLUSION GENERALE

Dans ce modeste travail nous avons essayé de concevoir une école primaire durable spécialisée à l'intégration des enfants autistes à la ville de Djelfa caractérisée par un climat froid semi-aride.

D'abord, on a commencé notre travail par une recherche bibliographie afin de maîtriser notre thématique qui traite l'éducation fondamentale des enfants de primaire, et particulièrement, l'intégration d'une catégorie sensible, les enfants autistes dans un milieu scolaire ordinaire, pour cela on a mis l'accent sur l'autisme et les enfants atteints d'autisme pour bien comprendre notre thématique; et d'autre part, on a défini quels que concepts liés à la durabilité, les principes et les techniques durables utilisés dans les climats froids à fin d'assurer le confort des usagers de cette école.

Ensuite, on a analysé des exemples d'équipements similaires à notre projet, de point de vu, fonctionnel, programmatique et climatique afin de comprendre les différents dispositifs et systèmes liés à la durabilité qui peuvent être utilisés dans les établissements scolaires conçus dans un contexte qui se caractérise par un climat froid.

Dans un but évolutif, on a procédé à l'analyse de la ville et le site d'intervention pour intégrer l'école primaire avec son contexte, Puis l'élaboration de programme quantitatif et qualitatif de l'école primaire.

Par la suite, on a procédé à la conception de notre école primaire qui se développe suivant plusieurs étapes, commençant par l'idée du projet, l'évolution formelle de la volumétrie, passant par l'application du programme quantitatif et l'exploitation des stratégies adéquates liées à la durabilité et au contexte.

On a adopté plusieurs aspects de durabilité sur notre projet pour optimiser l'efficacité énergétique du bâtiment en été en hiver, et pour avoir un confort thermique et visuel confortable tout en essayant de minimiser la consommation d'énergie, pour vérifier l'efficacité des dispositifs passifs (par l'utilisation de la serre et les protections solaires dynamiques, et pour le confort visuel, on essaye de traiter l'inconfort de l'éclairage naturel par la configuration de la fenêtre : forme, position et dimension) ; on a fait des simulations numériques des salles de classes en différentes conditions et différentes périodes de l'année .

Enfin, à travers ce modeste travail on a essayé de concevoir une école primaire durable spécialisée à l'intégration des enfants autistes à la ville de Djelfa dont l'esprit est de faciliter l'intégration et l'interaction des enfants autistes avec leur environnement scolaire et sociale. Mais cela reste qu'une simple épreuve qui doit être enrichie par des recherches plus poussées multidisciplinaires.

BIBLIOGRAPHIE :

Ouvrage :

- Alain Liébard, André DE Herde ; Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique,
- Algérie, données mondiales de l'éducation, 7ème édition 2010/2011. Version révisée mai 2012
- Gauzin-Muller ; Livre Dominique « architecture écologique » 2001.
- CAPACCHI, Françoise Maria. « La salle de classe, ressource pour apprendre », Cahiers pédagogiques. 461 (03/2008), p.61-62
- De Viollet-le-Duc Extrait de la préface des Entretiens sur l'architecture, 1863
- Manuel pratique de l'éclairage ; 4e édition Avril 2018
- **Atlantic Provinces Special Education Authority (APSEA) (2013), *Différences dans les perceptions sensorielles et trouble du spectre de l'autisme***
- **Humphreys, S.(2005), AUTISM AND ARCHITECTURE, RIBA FRSA in Autism London**

Document:

- **Haute Autorité de Santé (HAS), 2012, *Autisme et autres troubles envahissants du développement – État des connaissances*. Document Officiel.**
- **Barthélémy, C. et al. (2006), *LES PERSONNES ATTEINTES D'AUTISME. Identification, Compréhension, Intervention*. Document Officiel d'Autisme Europe.**

Sites d'internet :

- www.liberte-algerie.com
- le site officiel de ministère de l'éducation nationale (2015)
- www.memoireonline.com (L'enseignement/apprentissage de la lecture au collège -Chaire UNESCO, Université MARIEN NGOUABI, Brazzaville - Doctorat thèse unique 2007)
- thesis.univ-biskra.dz/2707/6/Chapitre%204.pdf (ARCHITECTURE SCOLAIRE)
- <http://www.education.gov.dz>
- <http://www.elmouwatin.dz>
- site officiel du ministère de l'éducation
- www.education.gouv.fr
- Ministère de l'éducation nationale, 1982.
- www.vaincrelautisme.org
- www.autisme.qc.ca
- www.groupeleclerc.ca
- www.urcaue-idf.archi.fr
- www.architecture_écologique.com
- [archdaily](http://archdaily.com)

Articles :

- Le professeur Mahmoud Ould Taleb, chef du service de pédopsychiatrie à l'hôpital Drid-Hocine d'Alger qui a présenté une communication intitulée "Diagnostic précoce des troubles du spectre de l'autisme et prise en charge selon le programme « Teacch d'Eric Schopler » (17 décembre 2016)
- Professeur d'université en sciences de l'éducation, il conduit des recherches d'ordre philosophique sur l'éducation dans la post-modernité, la formation et l'épistémologie des savoirs scolaires. (DIALOGUE n° 141 - Avons-nous encore besoin de la pédagogie ? - juillet 2011)

- Olivier Maulini, Cléopâtre Montandon ,UNESCO, 2004 Raisons éducatives, , Université de Genève Observatoire Compétences-emplois, Canada2 <http://www.oce.uqam.ca>)
- Jacques Delor, dans son rapport Learning the Treasure Within (1996)
- Traitement et éducation d'enfants atteints d'autisme et de troubles apparentés de la communication
- Épanouissement sensoriel : La diversité architecturale du milieu de garde inclusif intégrant des enfants atteints de troubles envahissants du développement.
- Architecte de Bâtiments, mars 2017
- Dossier Lumières et enfance ; LUX N° 259 SEPTEMBRE/OCTOBRE 2010
- normes de construction des bâtiments scolaires 2013
- La pratique snoezelen, conférence AURA 77, 27 Novembre 2014
- *Façade bioclimatique Intelligente : FCI*
- Philippe Clauzard Histoire de l'éducation en 3 volets ;. MCF Université de la Réunion – ESPE Janvier 2015
- Histoire de l'éducation, Paris, Presses Universitaires de France, « Que sais-je ? », 2009 article L'importance d'un diagnostic précoce de l'autisme

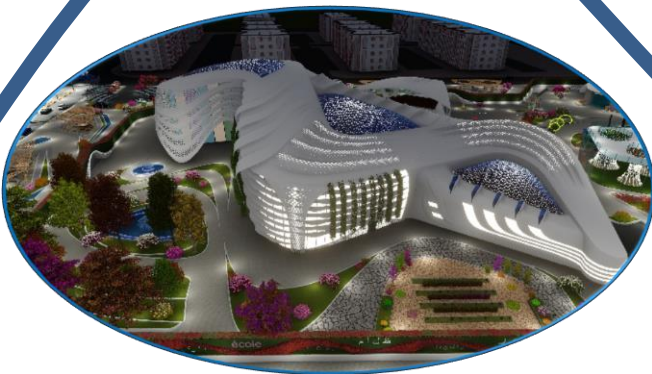
Cours:

- Cours de Stabilité : les constructions mixtes dans les bâtiments
- Basics in Education (Textbook for B. Ed. Course) 2014

Organismes :

- l'UNESCO
- vaincrel'autisme.org

Les Annexes



Annexe1 :

Aperçu historique sur l'éducation :

L'éducation a un caractère universel par la généralité du processus éducatif. On souligne que l'éducation est une démarche caractéristique de l'homme qui le différencie de l'animal de ce point de vue. L'être humain étant, à sa naissance, particulièrement immature ou inachevé dans la mesure où il ne possède pas des réflexes prêts à être activés comme chez les animaux. C'est grâce à l'éducation qu'il accède à une certaine maturité en intégrant les savoirs accumulés par les générations antérieures comme les premiers gestes qui lui permettent de marcher, se nourrir, se protéger du monde extérieur.¹

Dans le tableau suivant nous résumons l'évolution de la notion de l'éducation et les lieux d'enseignement à travers les époques historiques² :

	L'éducation primitive de la préhistoire	L'éducation dans l'antiquité : une éducation destinée à perpétuer des systèmes sociaux	L'éducation dans les courants judéo-chrétien et gréco-romains
Contenue enseignés	Éducation pratique	Egypte: éducation professionnel Inde ancien: lecture de livre sacré Perse :éducation étatique La chine ancienne: l'académie impérial	Lecture et écriture imitation
Méthodes d'enseignements	Observation et imitation	1: mémoire et imitation 2: mémoire 3: pratique 4: culture	Le respect et la force
Organisation de l'école	La nature	Egypte ancienne : Seuls les fils des élites vont à l'école. On distingue « l'ât sebay.t » (l'école) et le per ánhk («la maison de vie »	A Athènes : Les écoles de grammaire et de musique sont des institutions privées où la concurrence règne entre les maîtres..

L'éducation au Moyen-Âge	La Renaissance de l'éducation	Le 17e et le 18e siècle	Le 19e siècle et le début du 20e siècle	La deuxième partie du 20e siècle
Apprendre les base de lecture ; l'écriture	Comprendre le corps; et l'esprit; les connaissances pratiques et théoriques ; langues ancien	Dans les écoles élémentaires : On y fait un apprentissage rudimentaire : lecture, écriture, calcul et chant	Programme scolaire : science physique et naturel; histoire	Programme scolaire
Lecture de textes sacré	Les manuels scolaires deviennent accessibles aux élèves grâce à l'invention de l'imprimerie	Dans les écoles élémentaires : Les élèves sont répartis en groupes de niveau		
Palais ; choix du maître est libre	Les universités déclinent et les collèges trilingues apparaissent (hébreu, grec, latin)	École élémentaire École secondaire	Établissement scolaire	Établissement scolaire: primaire; CEM, second

Systèmes scolaires de quelques pays :

Asie:

Le système éducatif au Japon :

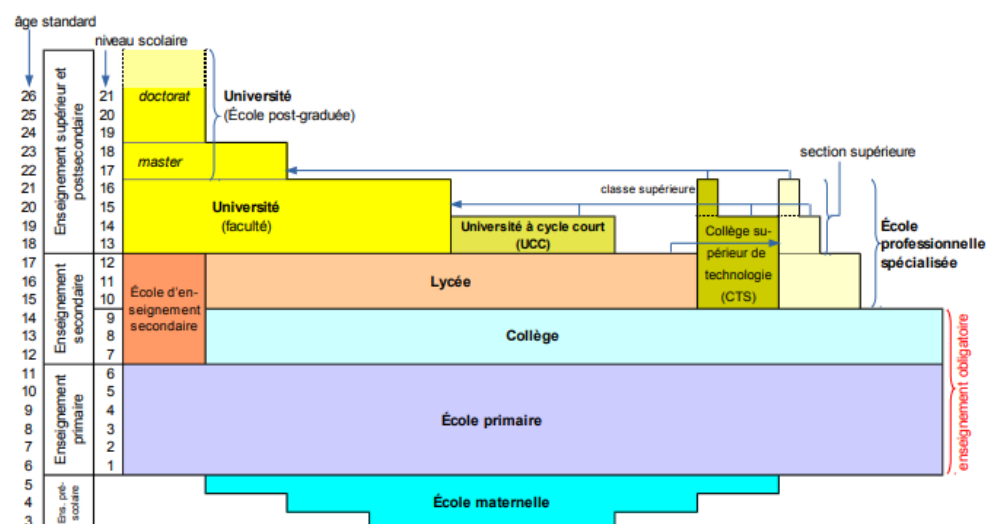
¹ Histoire de l'éducation en 3 volets ; Philippe Clauzard. MCF Université de la Réunion – ESPE Janvier 2015

² Histoire de l'éducation, Paris, Presses Universitaires de France, « Que sais-je ? », 2009

Le système éducatif au Japon est caractérisé par une sélection importante des élèves avec des concours et la cohabitation de systèmes publics et privés. Il est géré par le Ministère japonais de l'Éducation, de la Culture, des Sports, des Sciences et de la Technologie, tout en ayant une organisation très décentralisée puisque les collectivités locales assurent la gestion matérielle, humaine et pédagogique des établissements, les préfectures s'occupant plus particulièrement des lycées publics, des écoles spécialisées et des établissements privés, et les communes de l'enseignement primaire (maternelles et élémentaires) et secondaire de premier cycle (les collèges) public.

La scolarité est obligatoire à partir de la première année de l'école primaire jusqu'à la dernière année du collège. Dans le principe, le passage en classe supérieure (incluant le passage au collège du primaire) est automatique. La scolarisation au primaire et au collège est effectivement universelle. L'enseignement obligatoire est gratuit sauf dans les écoles privées.

Le système scolaire est organisé de la façon suivante : école primaire (six ans), collège (trois ans), lycée (trois ans) et université (quatre ans). Seuls l'école primaire et le collège sont obligatoires, mais 98% des enfants vont au lycée. L'accès aux lycées et aux universités est conditionné par les résultats à des examens d'entrée. Certains collèges et lycées se sont associés récemment pour former des établissements scolaires de six ans.



Le système scolaire d'aujourd'hui

le Centre international Chugoku, JICA (Agence japonaise de coopération internationale), du 18 janvier au 24 février 2016 à Hiroshima.

Europe:

Le système éducatif Finlandais:

La structure du système éducatif³

- Le jardin d'enfants à partir de 1 an

³ Source: 2008

- L'éducation préscolaire (6 ans) pour éveiller la curiosité des enfants, transition entre le jardin d'enfants et l'école
- L'école fondamentale, équivalent de notre école primaire, classe hétérogène, aucune sélection, redoublement quasi inexistant
- Ecole secondaire inférieure à partir de 13 ans : équivalent de notre collège sur trois ans seulement, tronc commun + enseignements optionnels, conseillers d'orientation, grande importance accordée à l'ouverture sur l'extérieur, aucun examen
- L'enseignement professionnel : sur trois ans, accessible à 15 ans
- Le lycée général : la classe n'existe plus, toutes les disciplines ont été divisées en modules, les élèves doivent élaborer leur programme pendant 3 ans, ils doivent suivre 75 cours dont 45 sont obligatoires, responsabilité des élèves, ils peuvent moduler la longueur de leurs études de 2 à 4 ans. Validation des cours par semaine d'évaluation + « examen de matriculation »

Amérique:

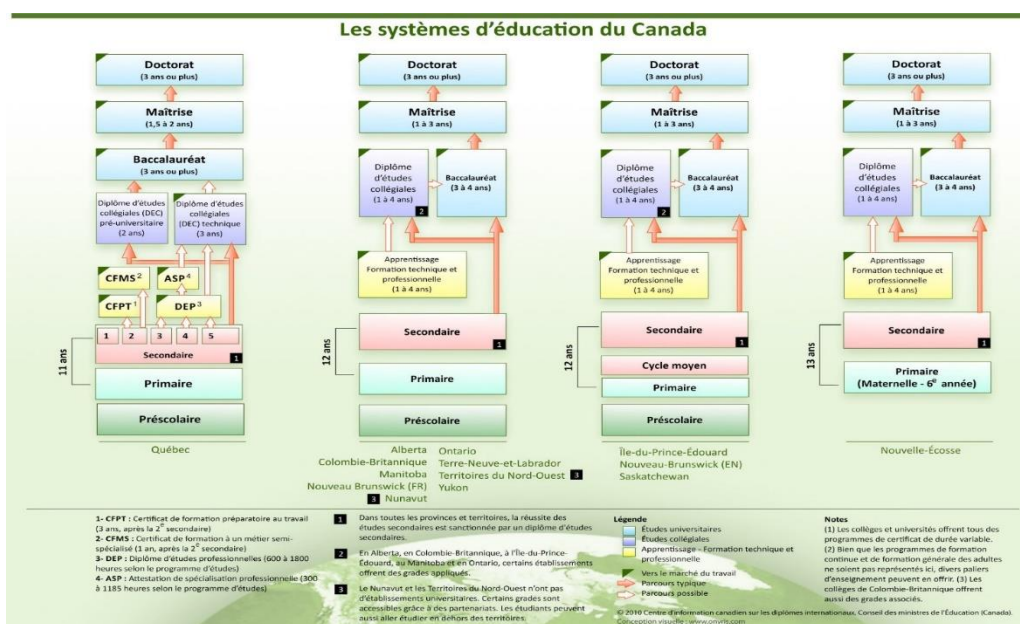
Le système scolaire Canadien :

Le système scolaire du Canada comprend des écoles publiques et privées allant de la maternelle à l'université. Au Canada, il n'y a pas de ministère national de l'Éducation ; chacun des trois territoires et des dix provinces du Canada sont responsable de sa propre politique en matière d'éducation, d'enseignement supérieur et de recherche.

Le système d'éducation du Canada est structuré comme suit :

- Niveau élémentaire (de la maternelle à la 6e ou 8e année – selon les provinces)
- Niveau secondaire (de la 8e ou 9e à la 11e ou à la 12e année)
- Niveau postsecondaire (du collège à l'université).

L'année scolaire s'étend généralement de septembre à décembre, puis de janvier à mai, et certains programmes d'été sont offerts de juin à août.



Annexe 2

Définition de l'architecture flexible :

L'architecture flexible est une architecture qui s'adapte à diverse exigences particulières et besoins spécifiques. La flexibilité est considérée actuellement comme un élément conceptuel innovant dans un environnement en perpétuel changement

La typologie de l'architecture flexible :

1) Architecture mobile

Exige à ce que l'édifice soit d'une part, léger pour faciliter son transport d'un lieu à un autre et d'autre part, autonome par le recours aux énergies renouvelables.

2) Architecture transformable

Consiste en la transformation physique de l'édifice que ce soit au niveau de son ossature ou bien de son enveloppe qui se manifeste par le changement de la forme ou du volume de l'édifice.

3) L'architecture interactive

Elle consiste d'automatiser les édifices à travers des procédés automatiques et des caractéristiques numériques permettant à l'utilisateur d'interagir avec le bâtiment et ses composantes. Elle permet de changer l'aspect de l'édifice (forme, couleur, matériau, texture...), son ambiance (acoustique et éclairage) et son atmosphère (température et humidité).

4) L'architecture adaptable

L'architecture adaptable gère les changements futurs ; usage et fonction ; de la meilleure façon possible que l'édifice pouvant subir et grâce à laquelle il bénéficie de possibilités d'entretien, de remodelage et de mise à jour en cas de nécessité



un exemple d'un bâtiment flexible



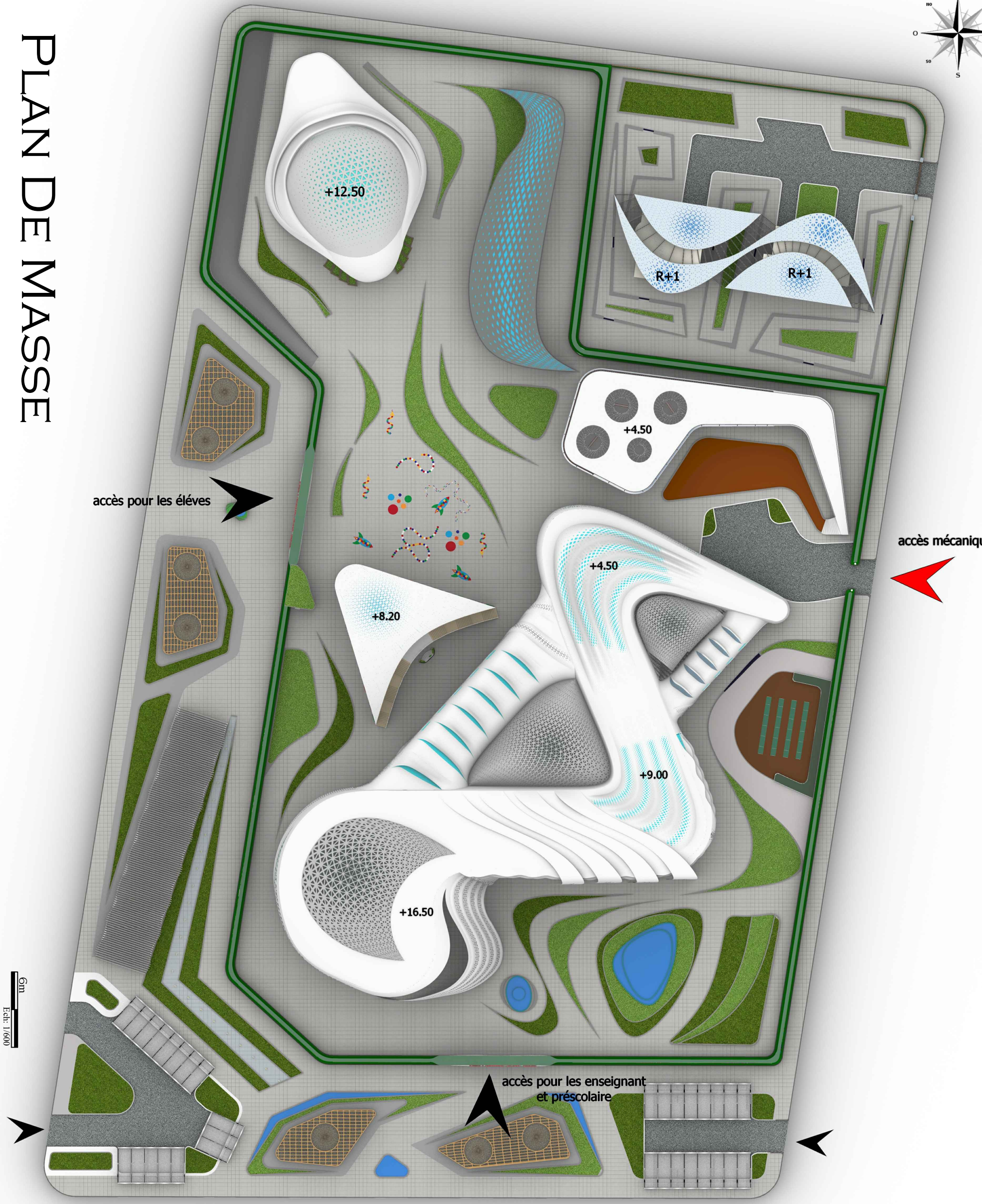
Centre national de natation de Pékin.

<http://www.value-architecture.com>

Annexe 03 : Les Plans

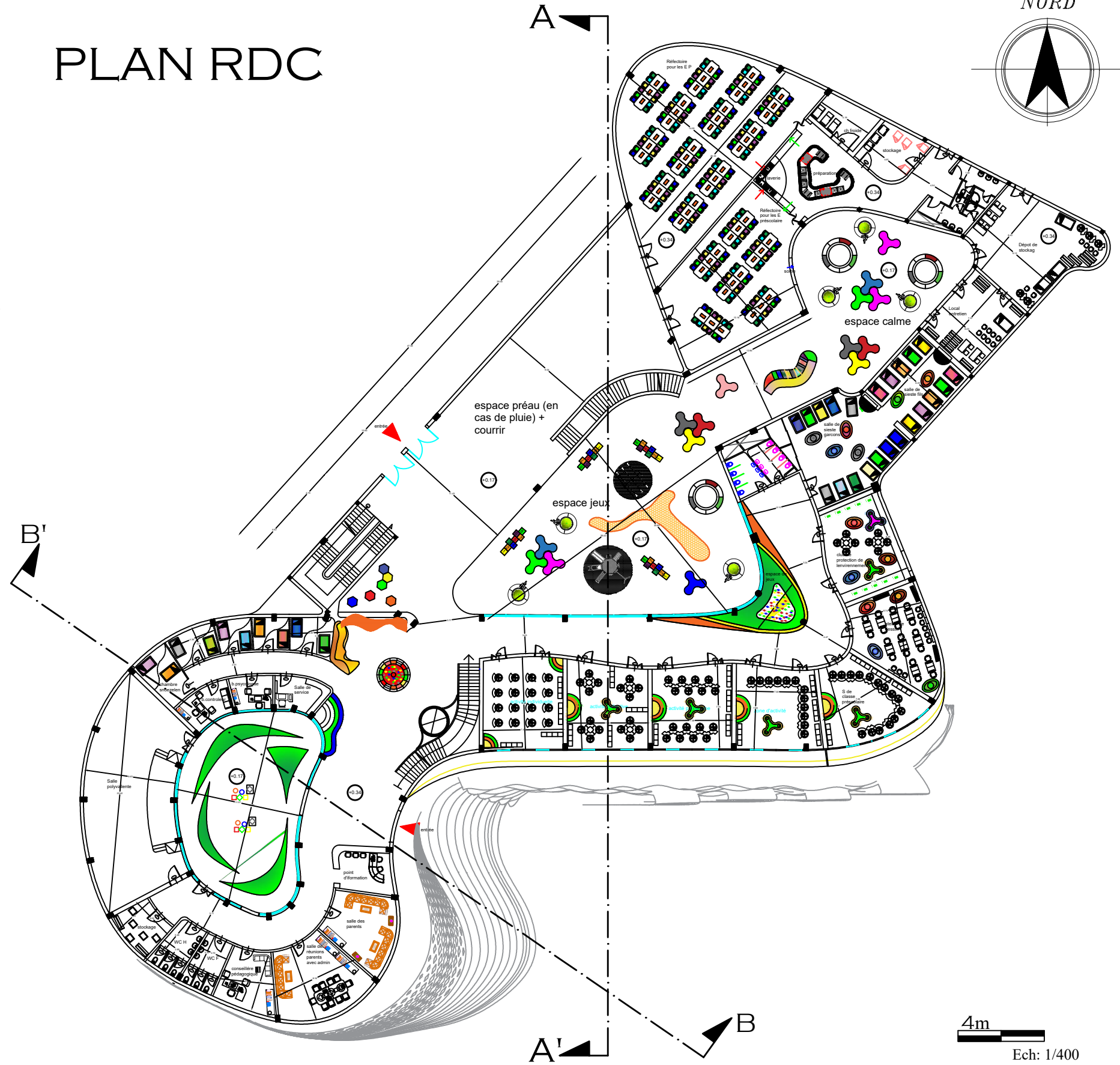


PLAN DE MASSE



6m
Ech: 1/600

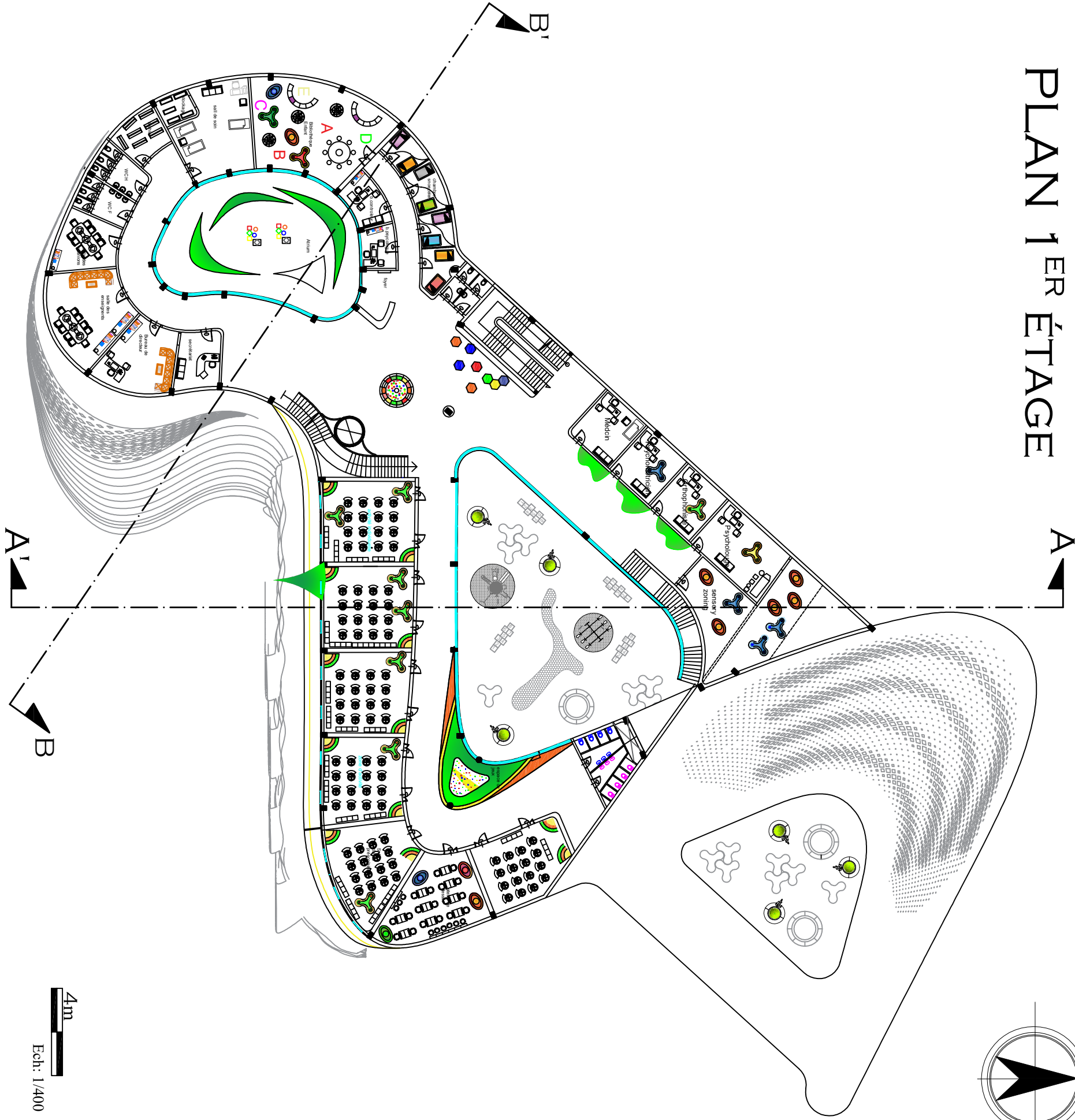
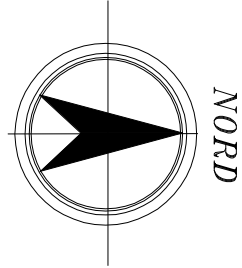
PLAN RDC



4m

Ech: 1/400

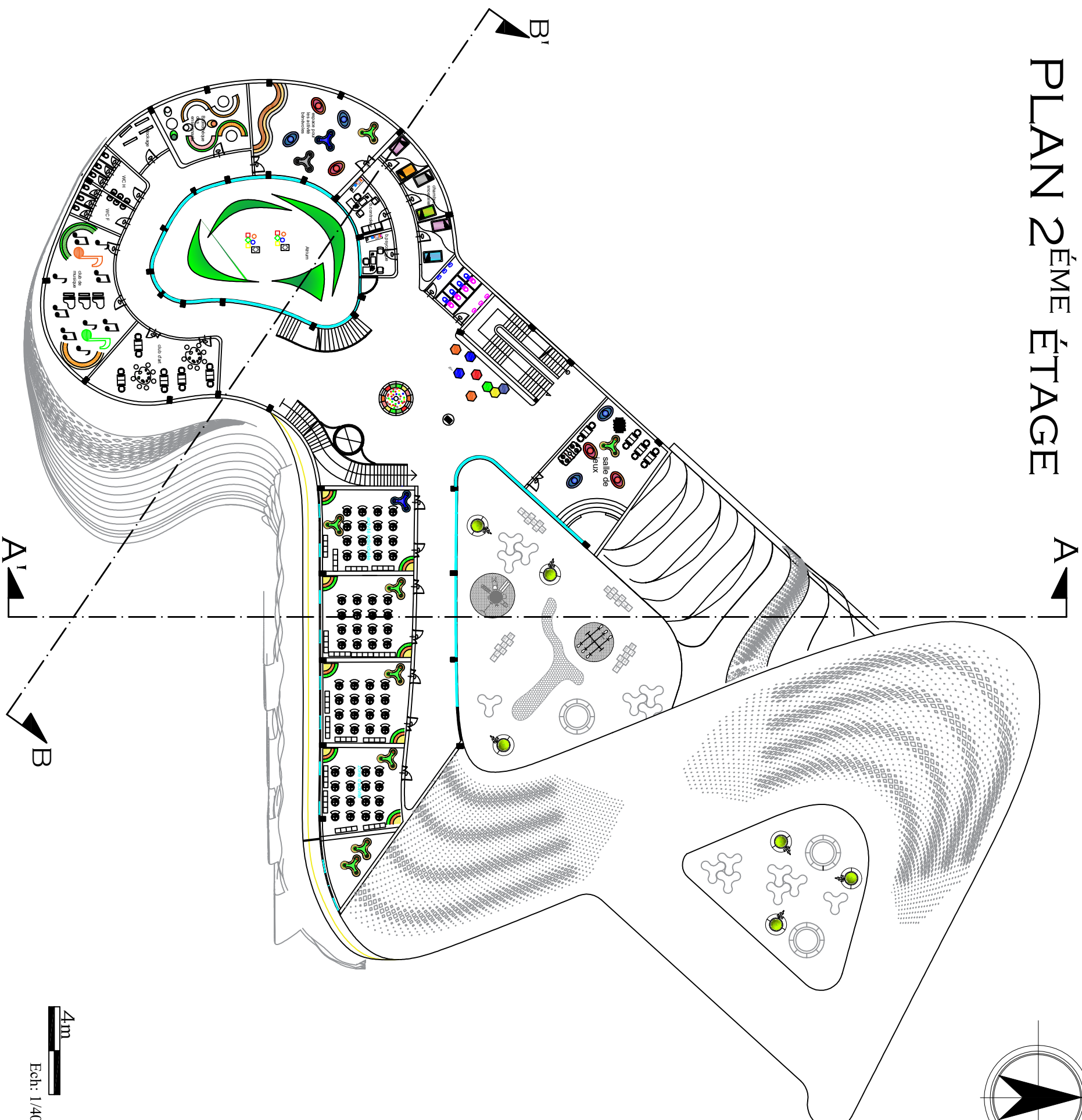
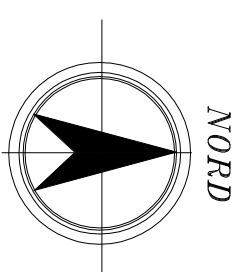
PLAN 1^{ER} ÉTAGE



4m

Ech: 1/400

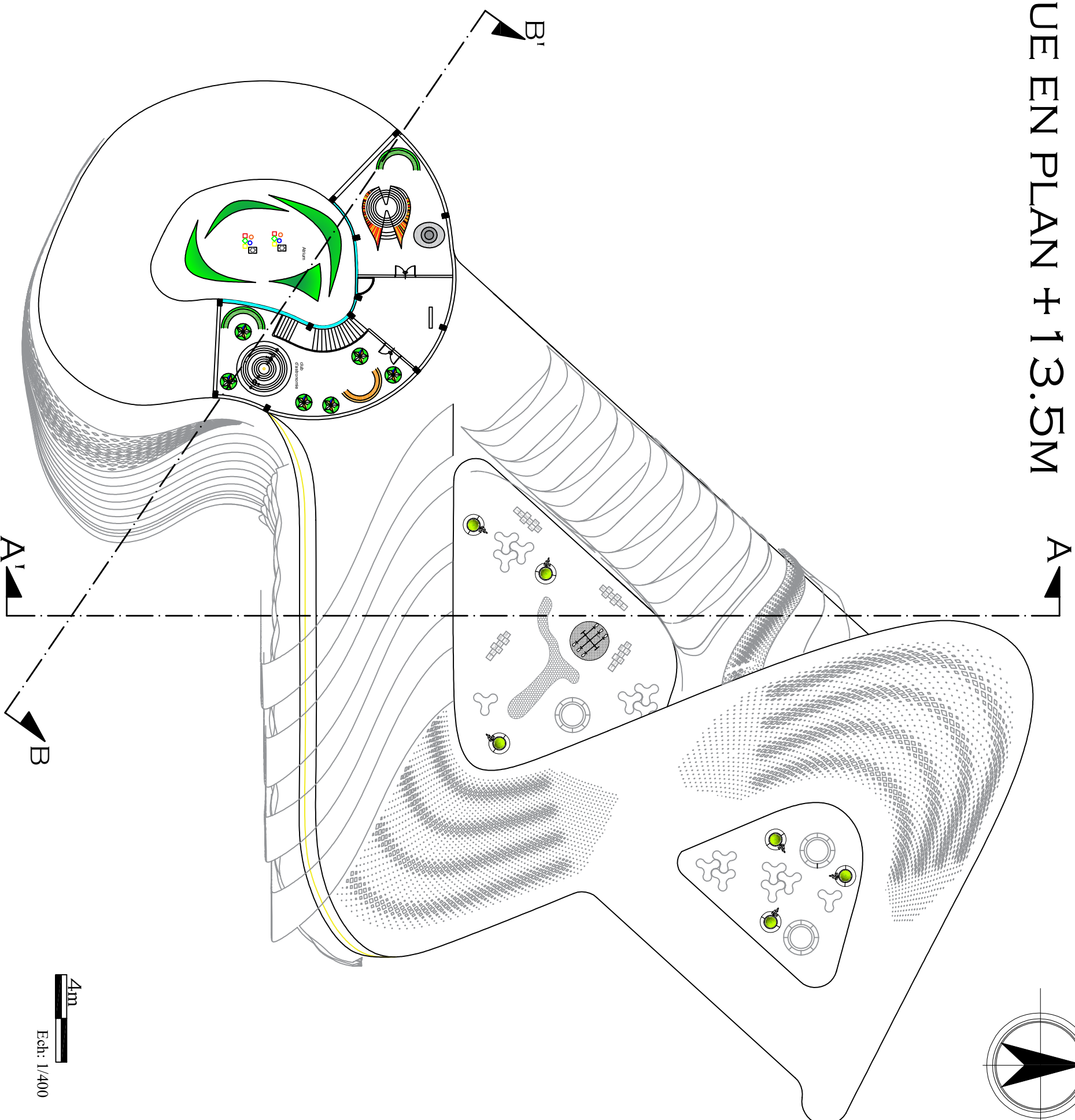
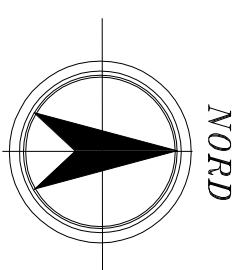
PLAN 2^{ÈME} ÉTAGE



4m

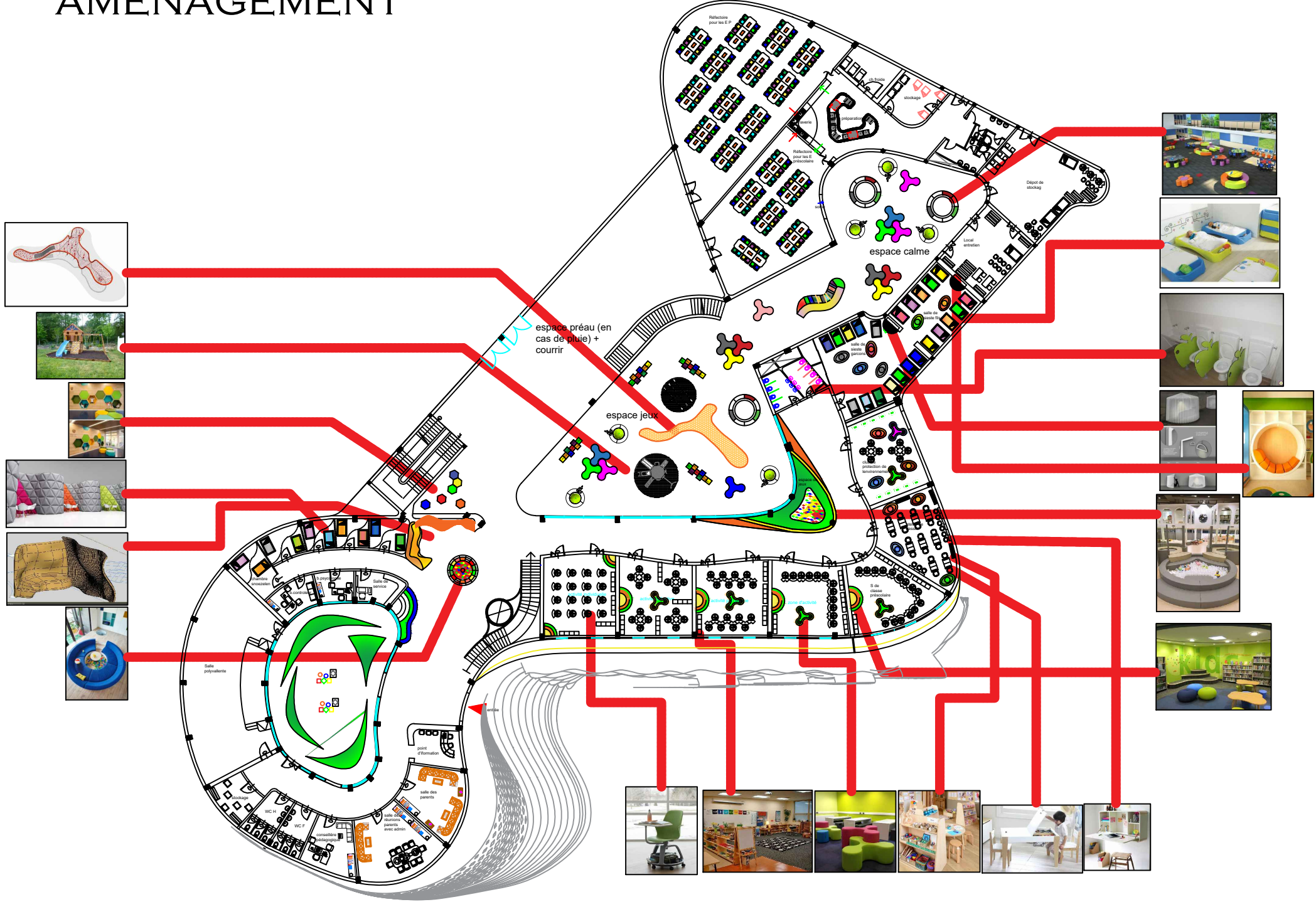
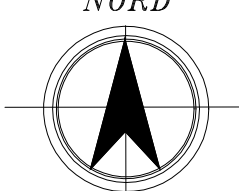
Ech: 1/400

VUE EN PLAN + 13.5M

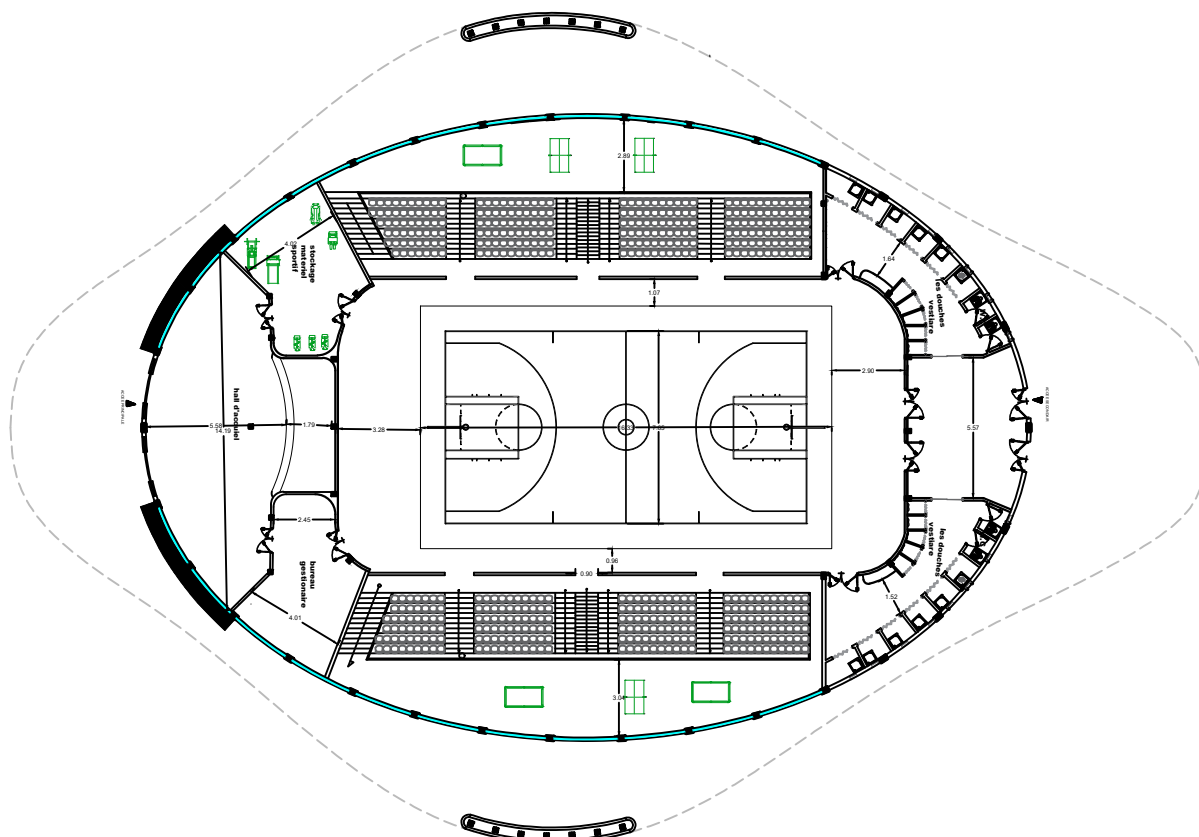


4m
Ech: 1/400

PLAN RDC AVEC AMÉNAGEMENT



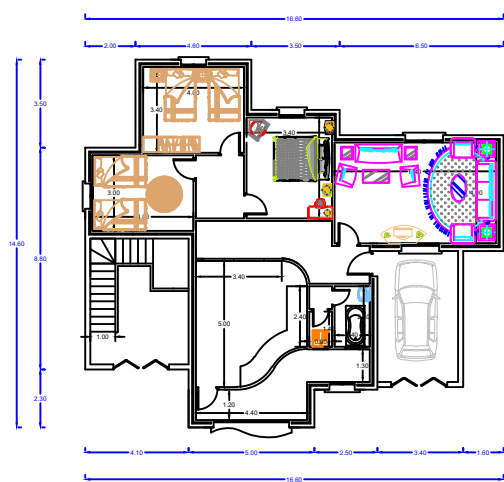
PLAN DE LA SALLE DE SPORT



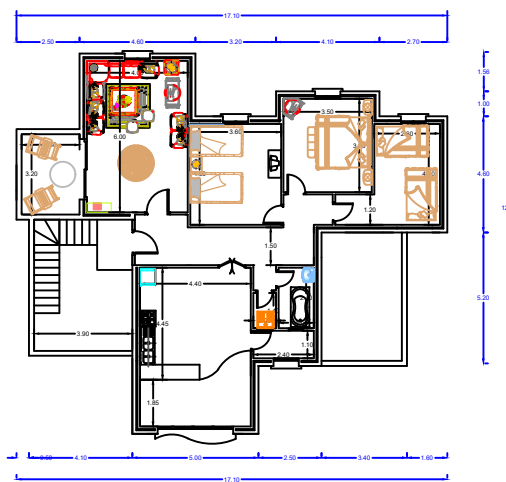
PLAN RDC

3m
Ech: 1/300

PLAN DE LOGEMENT DE FONCTION

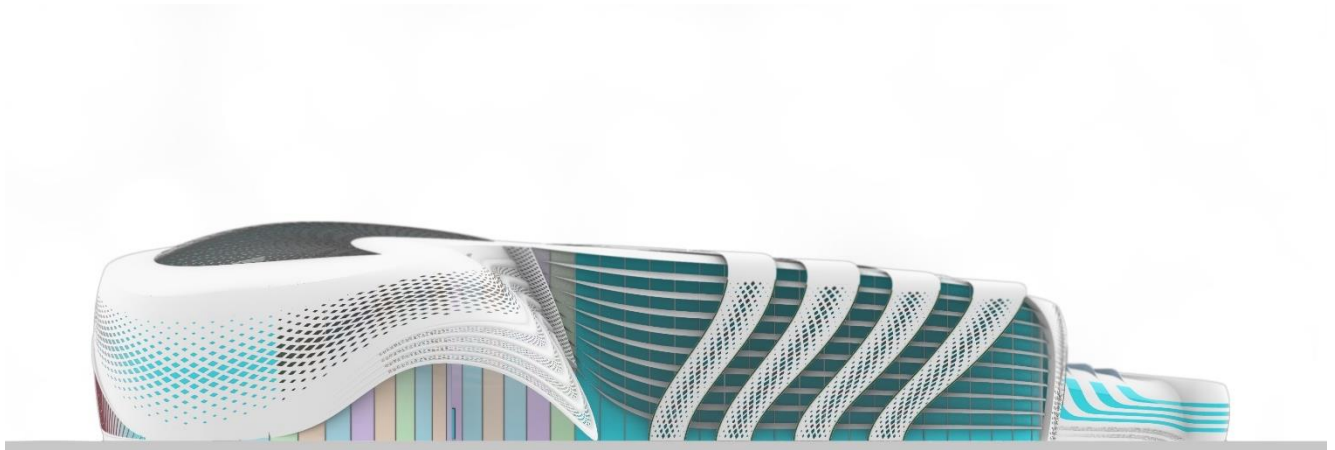


PLAN RDC

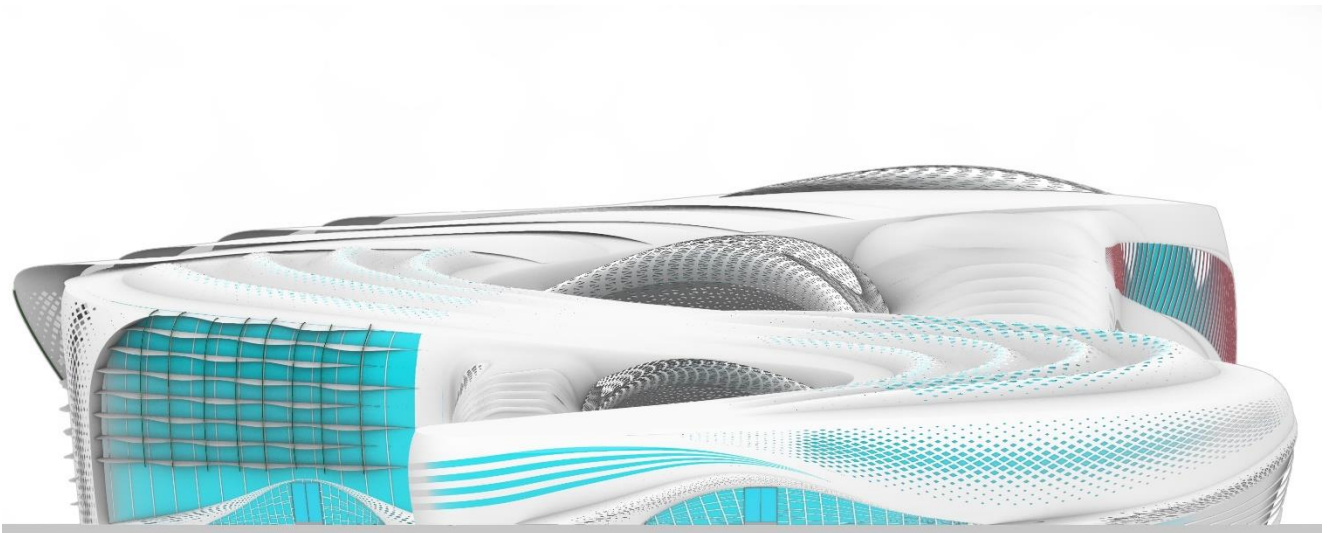


PLAN 1^{ER} ÉTAGE

Annexe 04 : Les Façades Et Les Coupes



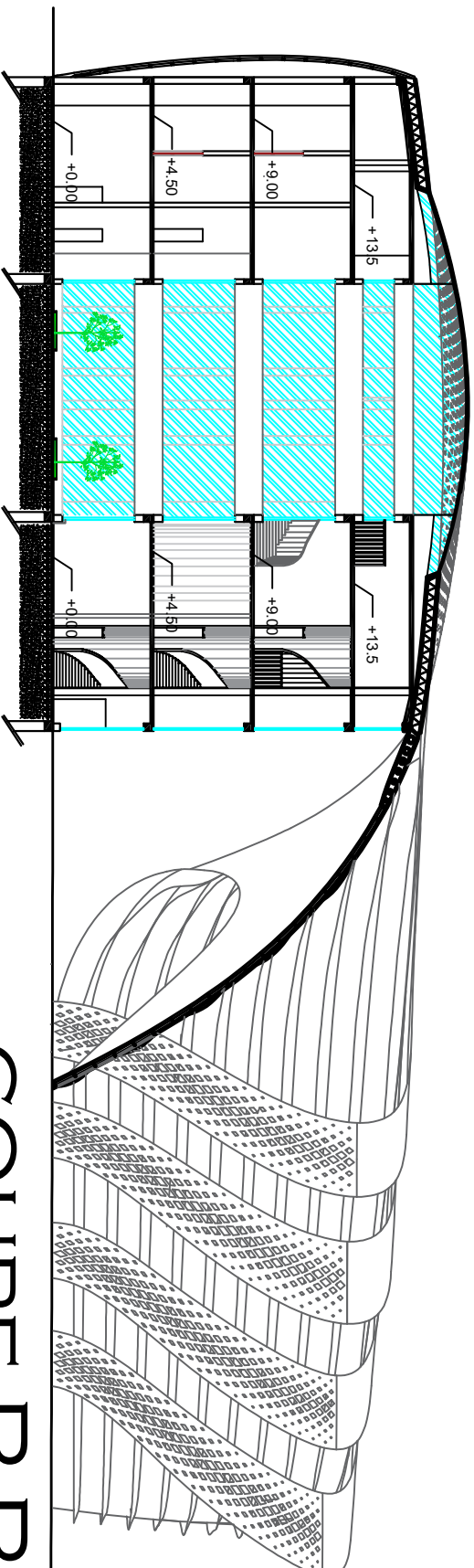
Façade Sud



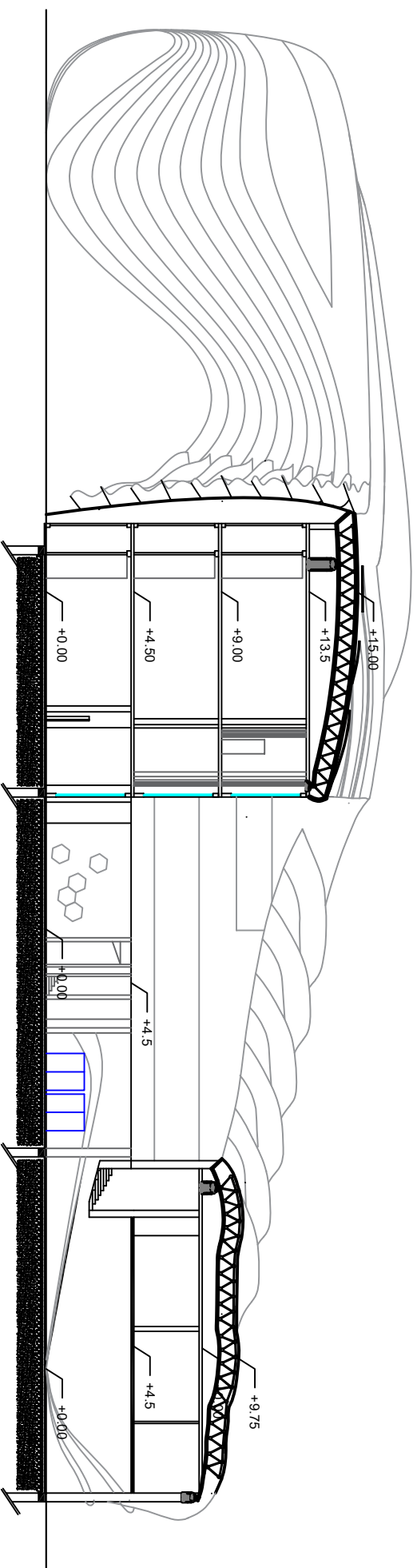
Façade Nord



Façade Nord – Ouest



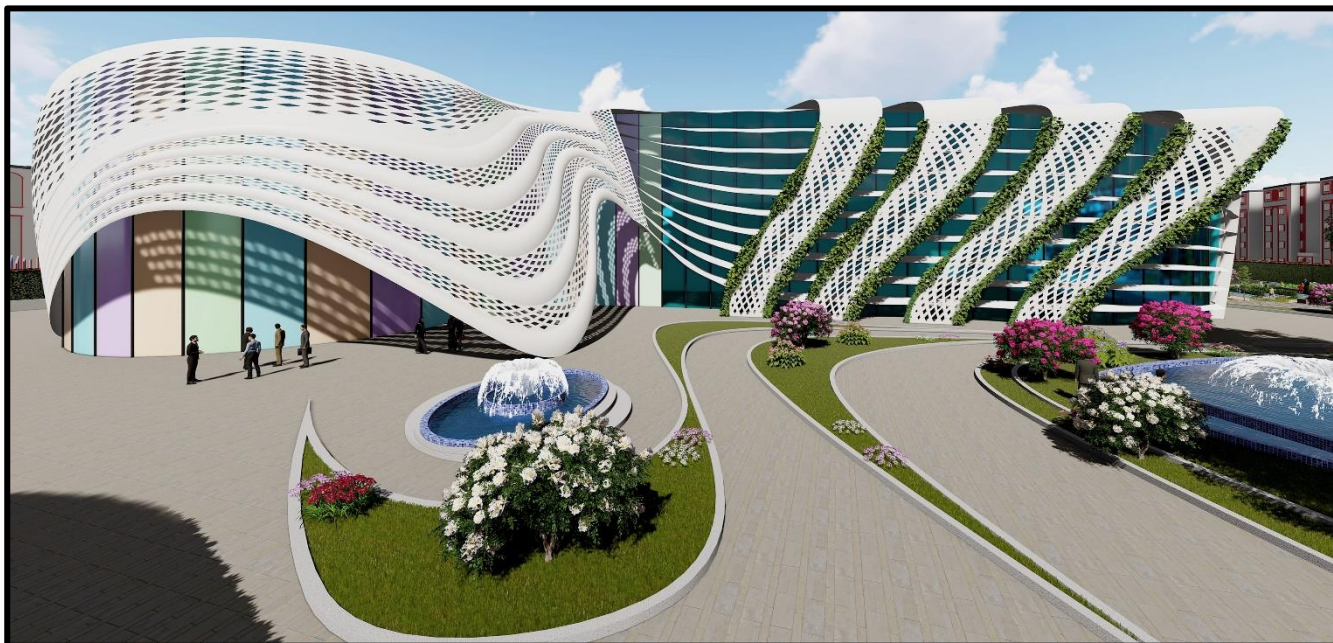
COUPE B-B



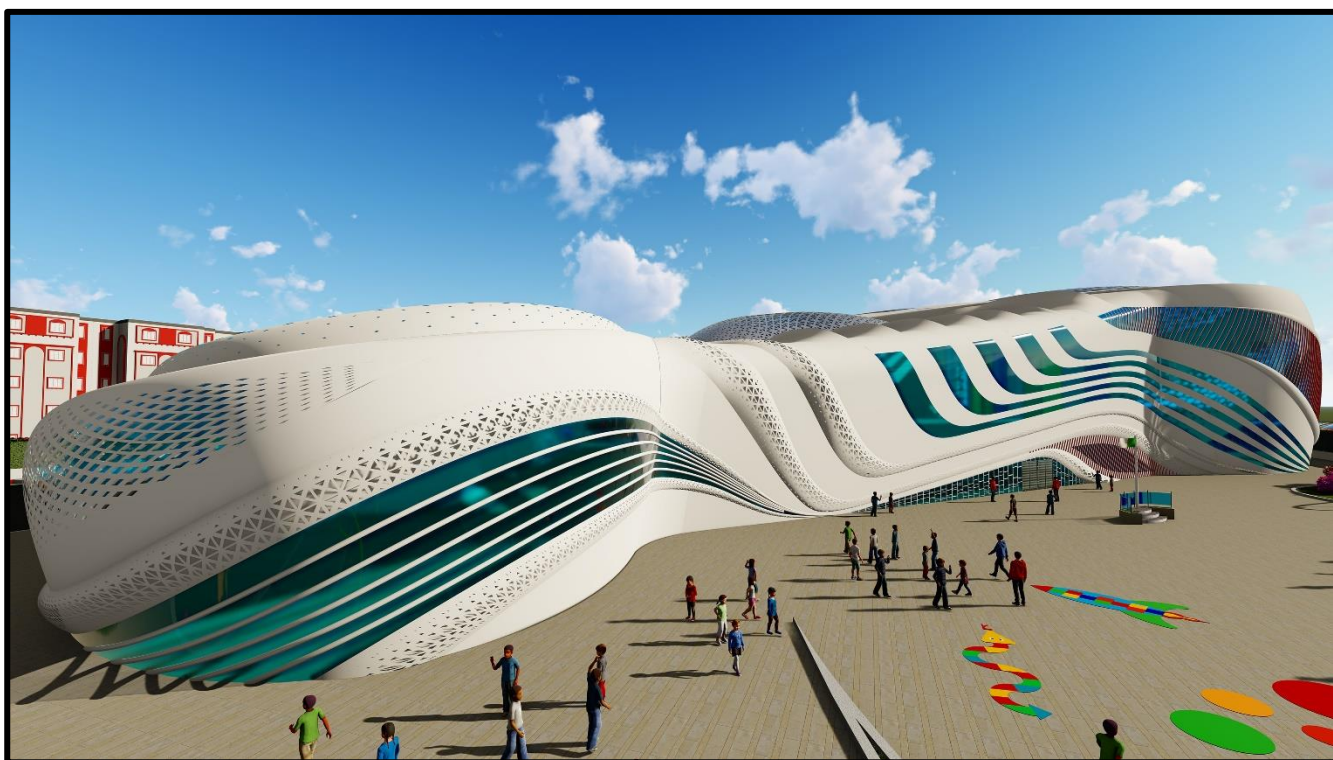
COUPE A-A

Annexe 03 : Vue 3D

Extérieur



Vue 3D : Côté sud



Vue 3D : Nord – Ouest



Vue 3D : Aérienne Côté Nord - Est



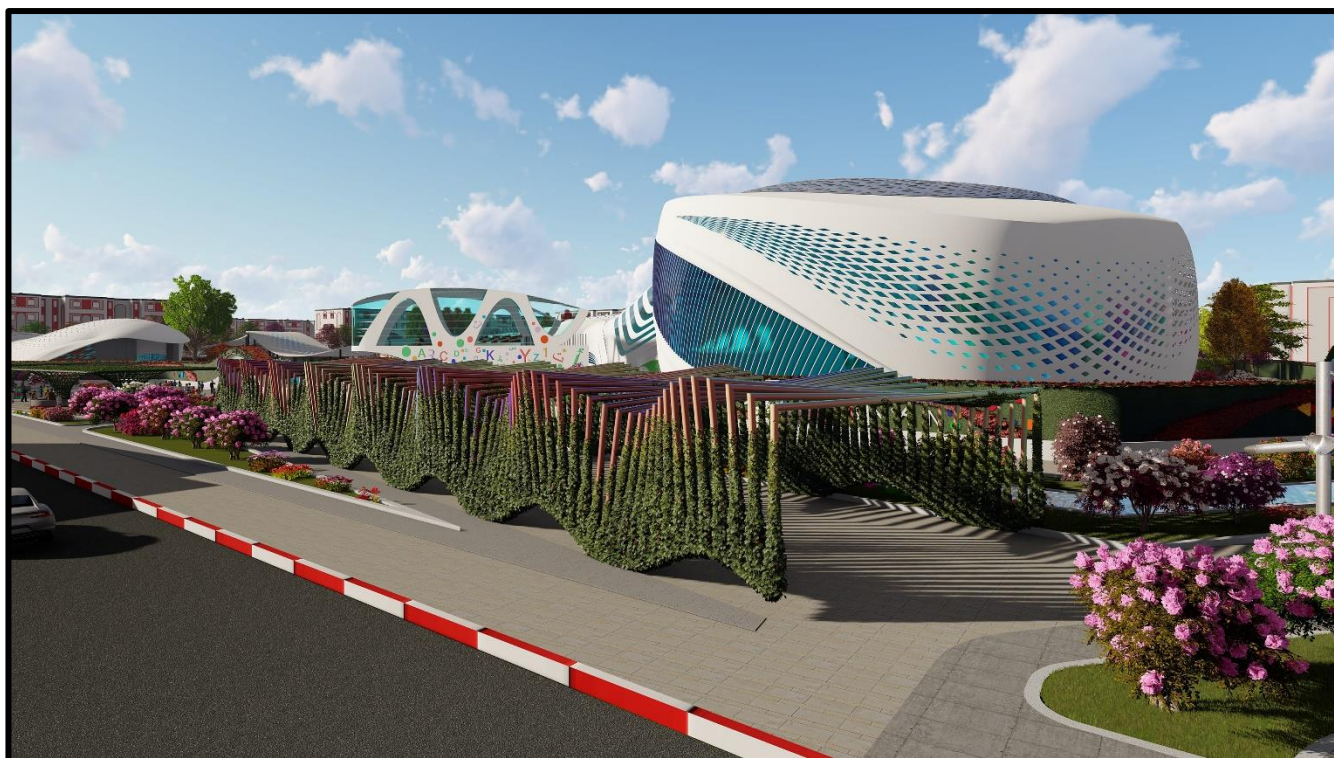
Vue 3D : la clôture Côté Ouest



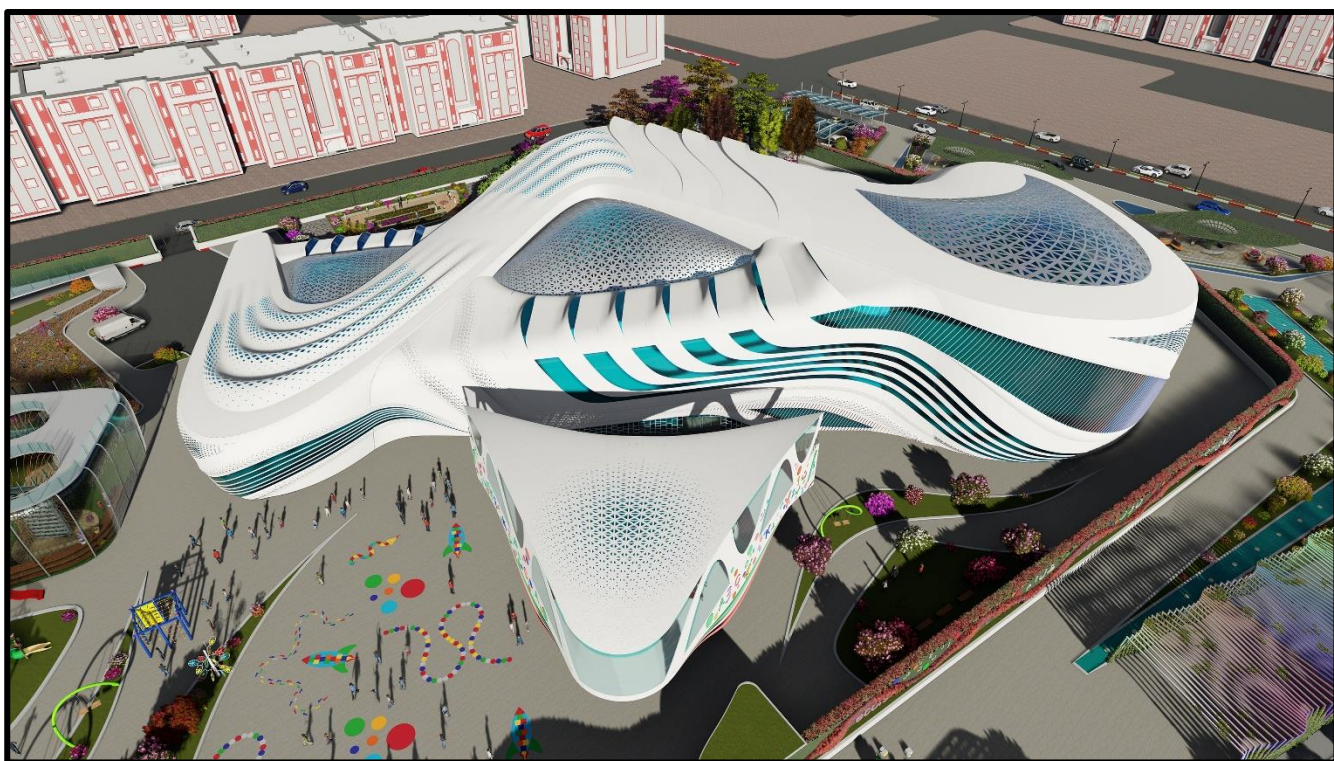
Vue 3D : Aérienne Côté Sud – Est



Vue 3D : Aérienne Côté Sud – Ouest



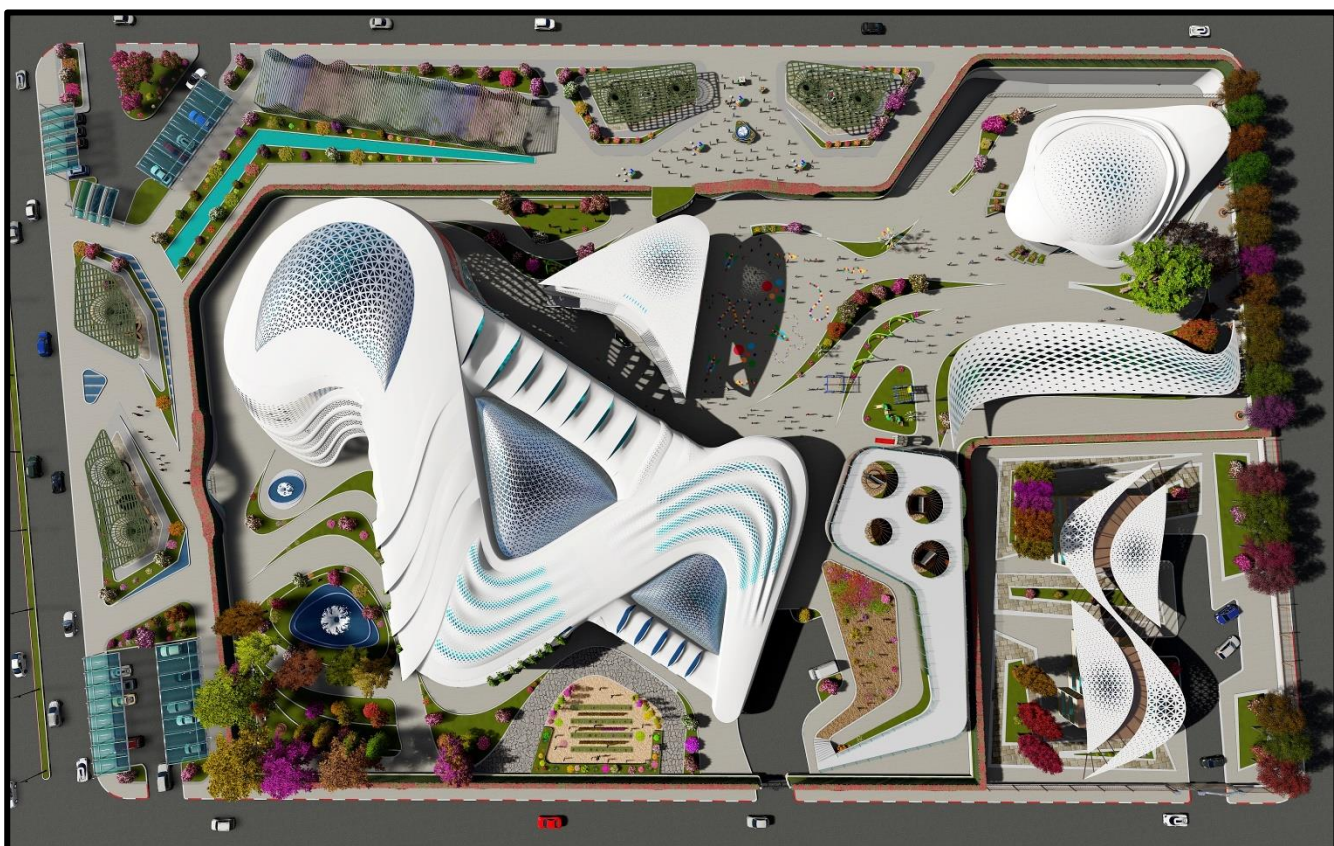
Vue 3D : Côté Sud – Ouest



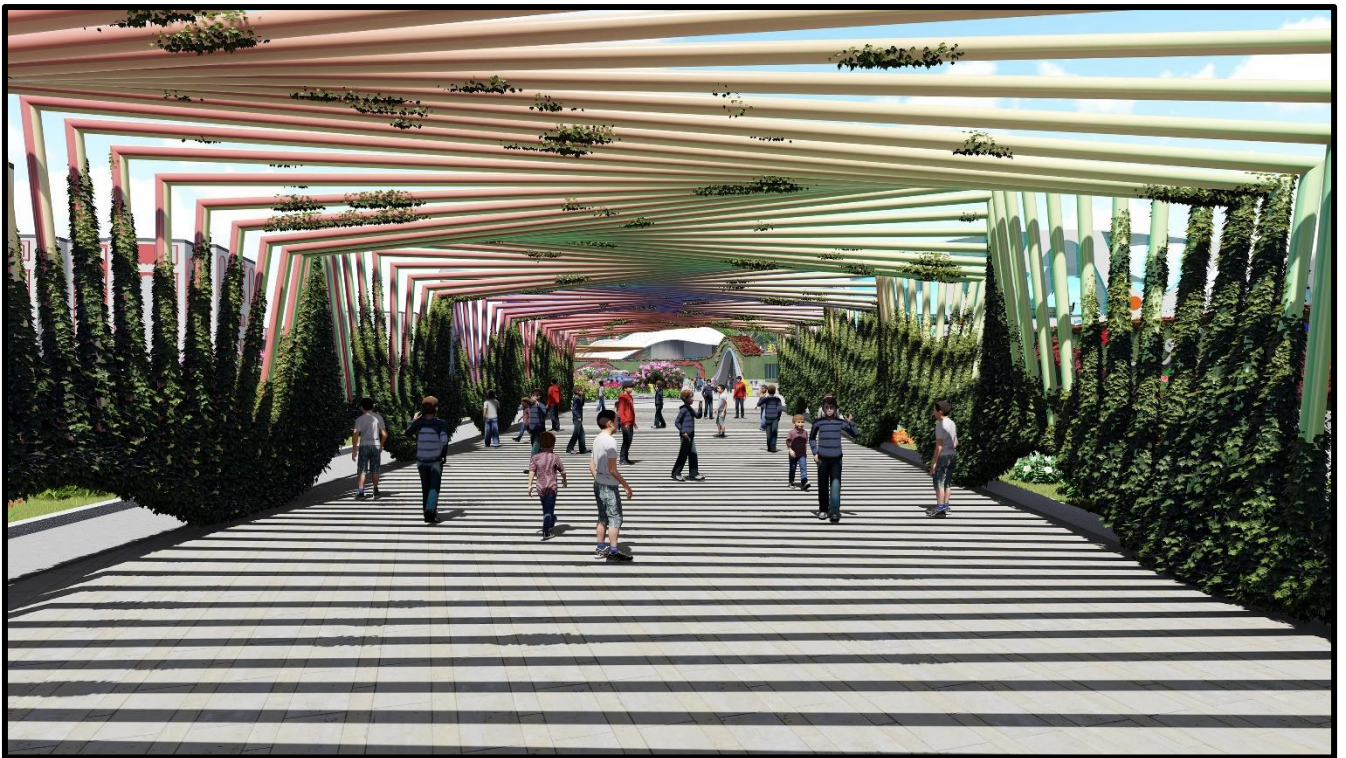
Vue 3D : Aérienne Côté Ouest



Vue 3D : Côté Est



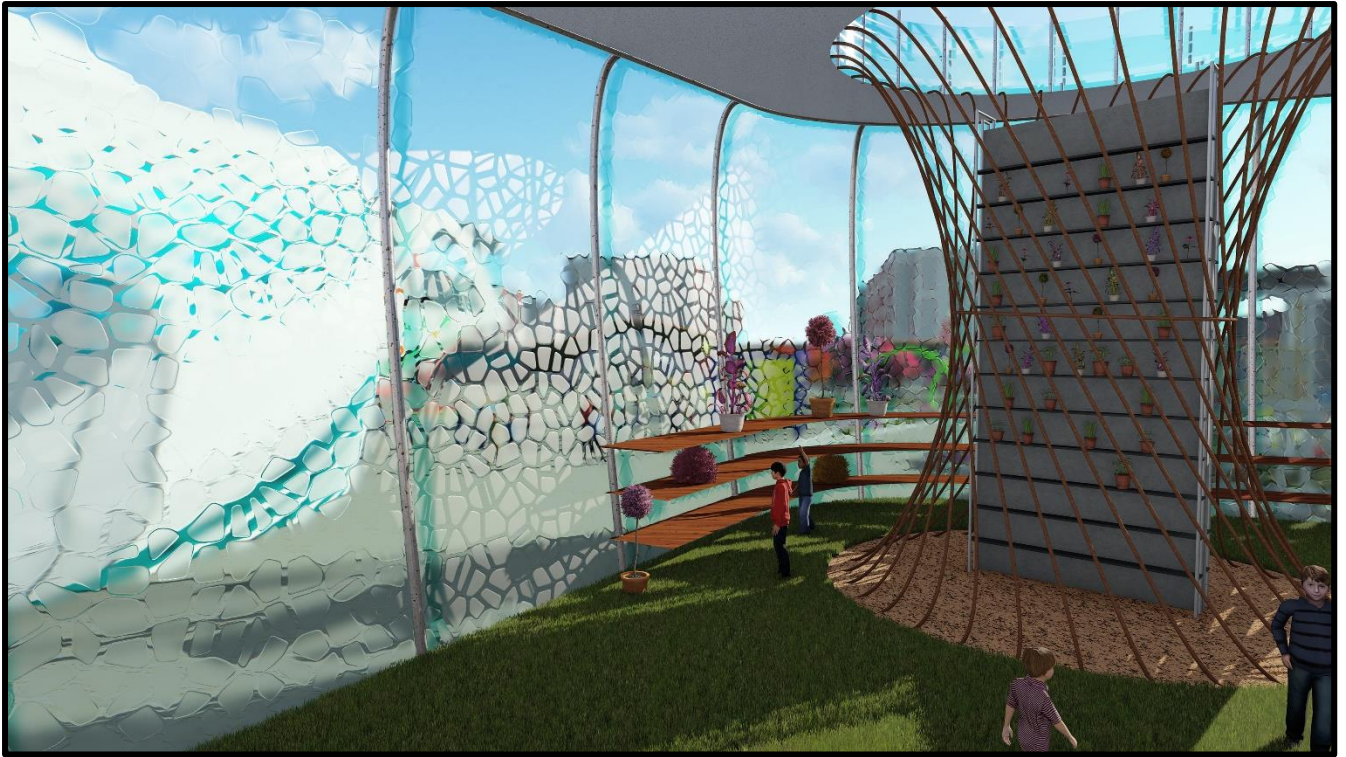
Vue 3D : Vue De Masse



Vue 3D : passage couvert dynamique



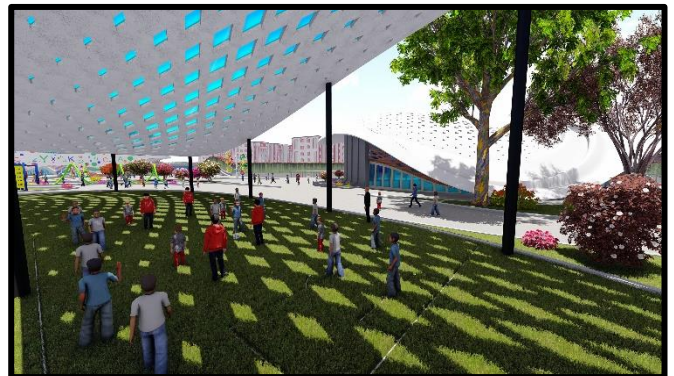
Vue 3D : la serre verticale et parking de service



Vue 3D : intérieur de la serre verticale



Vue 3D : la Serre Horizontale



Vue 3D : terrain sportif



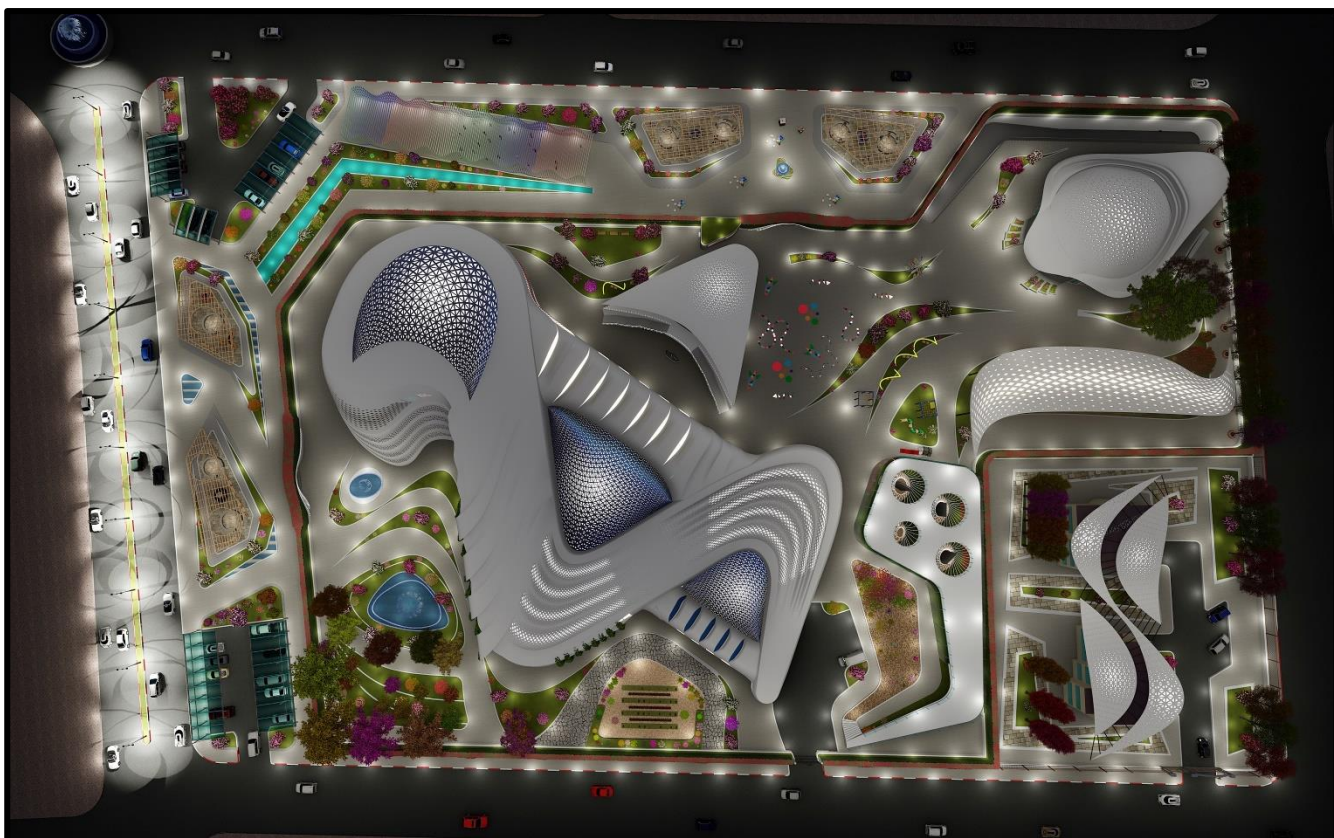
Vue 3D : Jardin Côté Sud



Vue 3D : Cour De Récréation



Vue 3D : Salle De Sport



Vue 3D : Vue De Masse (Nuit)



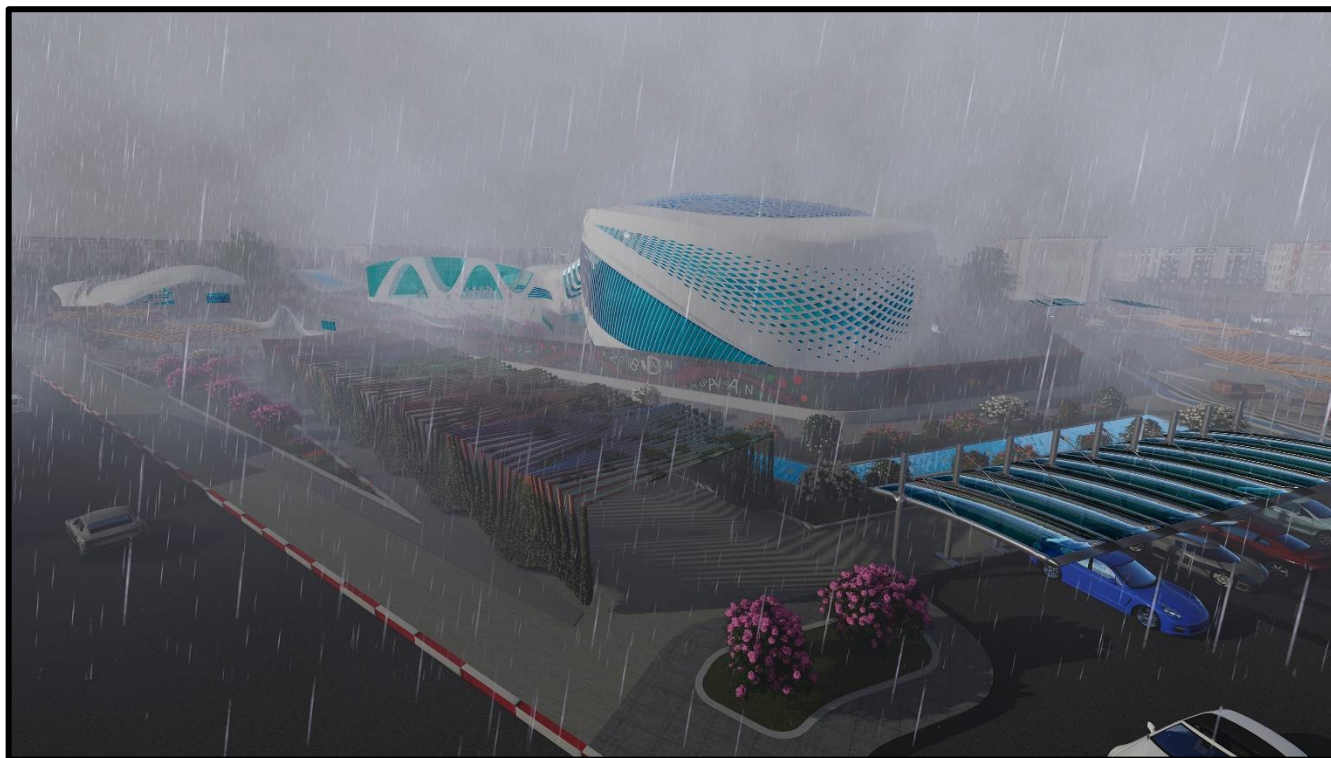
Vue 3D : Aérienne Côté Nord – Est (Nuit)



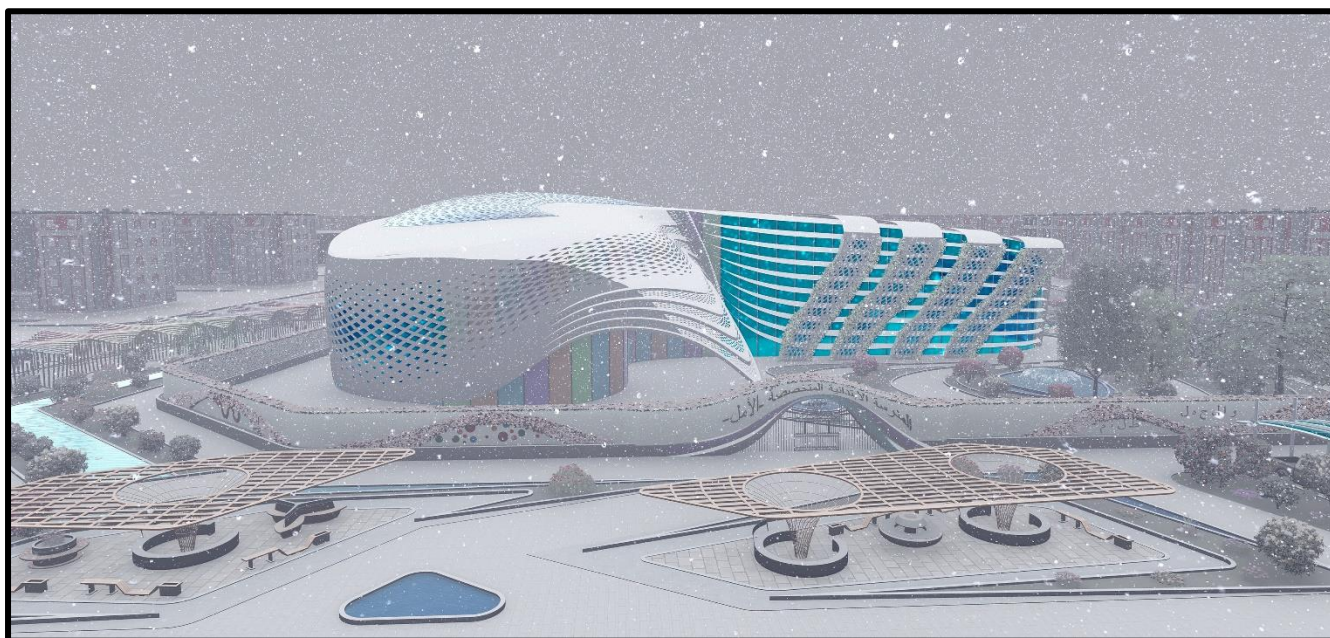
Vue 3D : Aérienne Côté Ouest (Nuit)



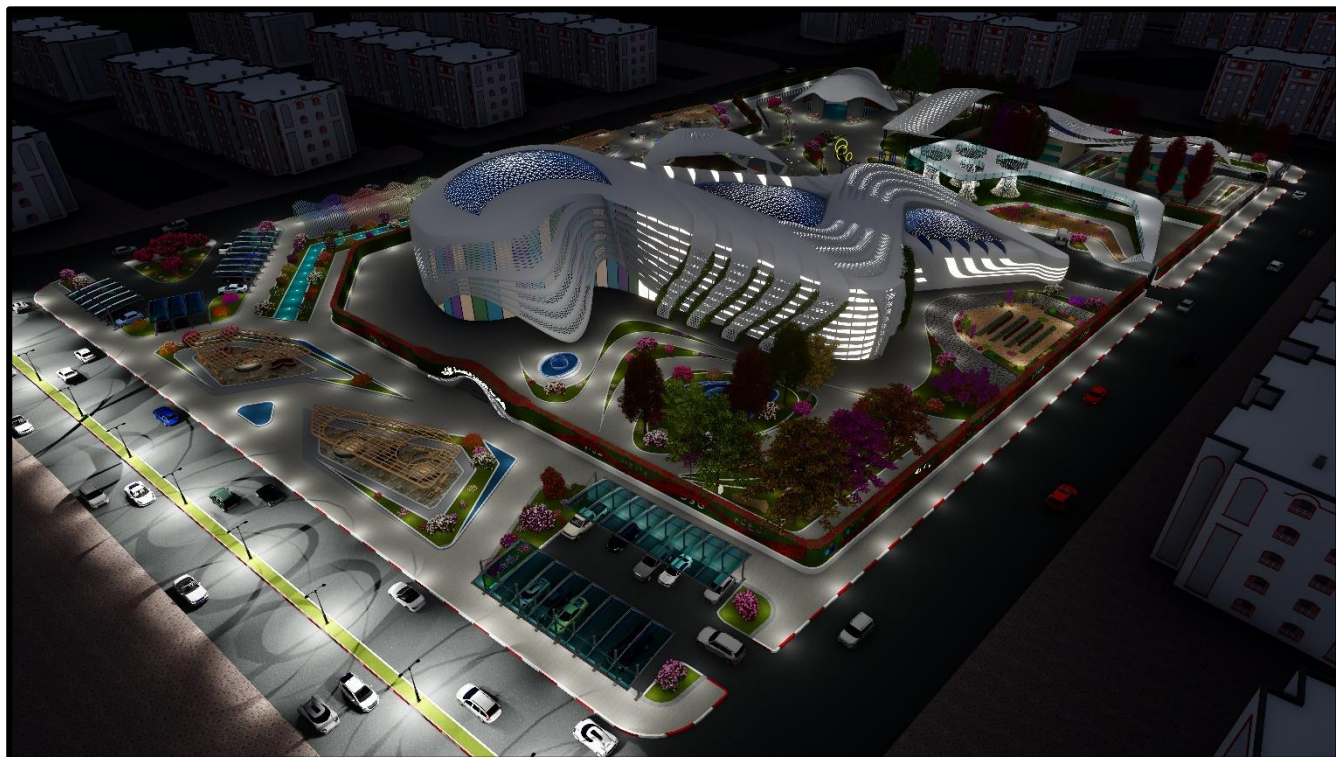
Vue 3D : Amphi Théâtre couvrir Côté Nord – Ouest



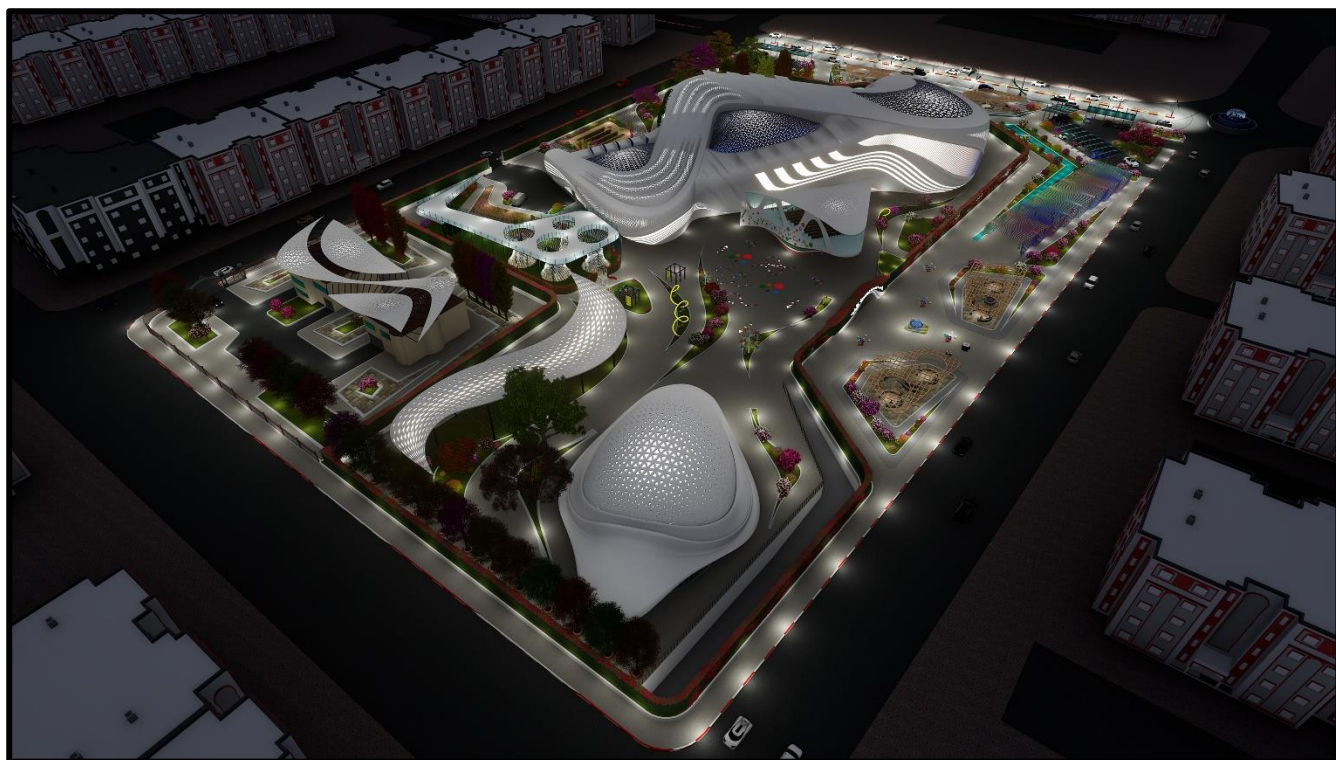
Vue 3D : Côté Sud – Ouest (Pluie)



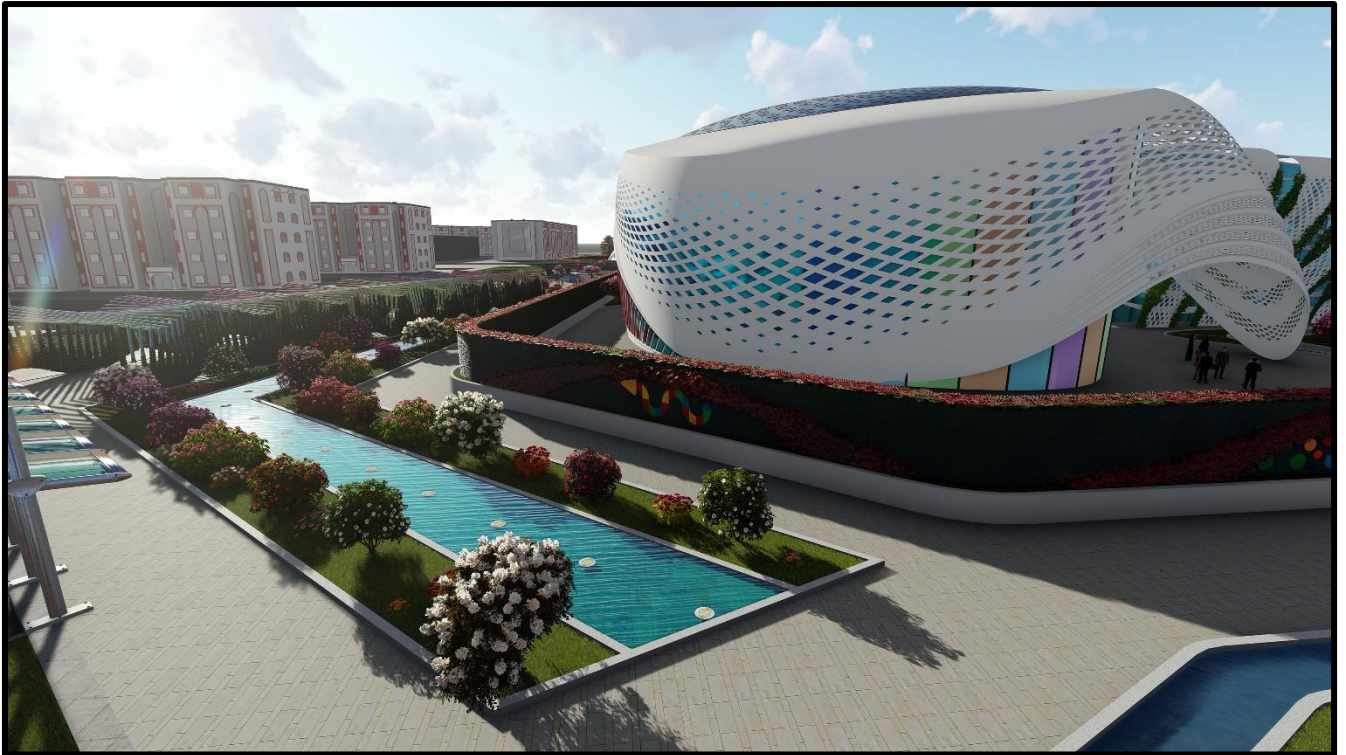
Vue 3D : Côté Sud (neige)



Vue 3D : Aérienne Côté Sud – Est (Nuit)



Vue 3D : Aérienne Côté Nord – Ouest (Nuit)



Vue 3D : Côté Sud



Vue 3D : Côté Ouest