



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTÉ : DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
DÉPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par : SEGHIER Amani

DOMAINE : Architecture et urbanisme et matière de la ville

FILIERE : Architecture

OPTION : Architecture et Environnement

Thème

CONCEPTION DURABLE D'UNE ECOLE PRIMAIRE POUR
LES ENFANTS A BESOIN SPECIFIQUE MOTEURS DE 96 ELEVES
DANS
LA VILLE DE LAGHOUAT

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr.Boucedra Aissa	M.A.A	Président
Mr.Tabai Brahim	M.C.B	Examineur1
Mme.Baali Saida	M.A.A	Examinatrice2
Mme.Oubaid Dit Rebidi Hadjer	M.A.B	Rapporteur
Mme.Boulmerka Zoubida	M.A.B	Co-rapporteur

Promotion : juin - 2019

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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTÉ : DE GENIE CIVIL ET D'ARCHITECTURE
DÉPARTEMENT : D'ARCHITECTURE

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : architecture et urbanisme et matière de la ville

Filière : architecture

Option : architecture et environnement

Thème : conception d'une école primaire durable pour les enfants à besoin spécifique moteur de 96 élèves dans la ville de Laghouat.

Présenté par : SEGHIER Amani

Encadrées par:

- **Mme Oubaid Dit Rebidi Hadjer**
- **Mme Boulmerka Zoubida**

Résumé : Ce travail consiste à la conception d'une école primaire pour les enfants aux besoins spécifiques moteurs, selon les directives et les principes de l'architecture durable à la ville de Laghouat caractérisée par un climat chaud et aride. Après avoir effectué une recherche bibliographique détaillée pour comprendre la double thématique : l'éducation et la durabilité et ses principes, nous avons analysé des exemples d'équipements éducatifs afin de tirer des leçons de bon fonctionnement et les techniques, et les systèmes de durabilité pour les intégrer dans un terrain situé dans un milieu urbain dans la ville de Laghouat, pour ce faire, une analyse s'est précédée pour analyser les cadres physiques et climatiques du site d'intervention. Après l'élaboration du programme quantitatif et qualitatif de l'école spécifique, nous avons procédé à la conception architecturale qui s'est déroulée suivant des étapes de développement formel jusqu'à la matérialisation de l'idée sur site par un projet qui a essayé de répondre à la triple problématique fonctionnelle, durable, et humaine par la suite nous avons essayé de vérifier par le biais d'une simulation numérique à l'aide des logiciels le confort thermique dans une salle de classe puis porter des solutions aux problèmes trouvés tout en favorisant des dispositifs et systèmes passifs et actifs durables.

Mot clés : conception durable, éducation, école, besoin spécifique moteur, durabilité, climat chaud et aride, simulation numérique, confort thermique, la ville de laghouat.



republic Algerian Democratic and Popular
Ministry superior Education and Scientific Research
Amar Thelidji University-laghouat



FACULTY: CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
DEPARTEMENT: ARCHITECTURE

ABSTRACT OF MASTER MEMORY

Domaine: Architecture, Urbanism, and matter of the city

Sector: Architecture

Option: Architecture and Environment

Theme: Designing a sustainable primary school for children with specific motor needs of 96 pupils in the city of Laghouat.

Present by: SEGHIER Amani

Supervised by:

- **Mme Oubaid Dit Rebidi Hadjer**
- **Mme Boulmerka Zoubida**

Abstract: This work includes the design of a primary school for children with specific motor needs, according to the guidelines and principles of sustainable architecture in the city of Laghouat that characterized by her hot and arid climate. After conducting a detailed bibliographic search to understand the double thematic: education and sustainability and its principles, we analyzed examples of educational equipment in order to conclude good functional lessons and techniques, as well as sustainability systems and devices .To integrate those techniques and systems in site that was located in an urban environment in the city of Laghouat, an analysis has taken place for the physical and climatic settings of the intervention site. After the elaboration of the quantitative and qualitative program of the specific school, we carried out the architectural design which took place of following steps from formal development until the materialization of the idea on site by a project that tried to answer the triple problematic functional, sustainable, and human. There after we tried to check through a numerical simulation using software, the thermal comfort in a classroom, and then bring solutions to the problems found while promoting passive devices and active systems durable.

Key words: sustainable concept, education, school, specific motor need, sustainability, hot and arid climate, numerical simulation, thermal comfort, city of laghouat.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية: الهندسة المدنية والهندسة المعمارية
قسم: الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: هندسة معمارية وتعمير

الشعبة: هندسة معمارية

التخصص: هندسة معمارية وبيئة

عنوان المذكرة: تصميم مدرسة ابتدائية مستدامة للأطفال ذوي الاحتياجات الحركية الخاصة في مدينة الأغواط.

تقديم الطالبة: صغير أماني

الأساتذة المؤطرين:

• أوبعيد المدعو ريبيدي هاجر

• بولمرقة زبيدة

ملخص المذكرة :

يتضمن هذا العمل تصميم مدرسة ابتدائية للأطفال ذوي الاحتياجات الخاصة الحركية، وفقاً لإرشادات ومبادئ الهندسة المعمارية المستدامة في مدينة الأغواط التي تتميز بمناخ حار وجاف. وذلك بإجراء بحث مفصل ببيوغرافي لفهم الموضوعية المزدوجة: التعليم والاستدامة ومبادئها، والقيام بتحليل أمثلة للمرافق التعليمية بغية الفهم الأمثل للوظيفية الناجعة والتقنيات والأنظمة المستدامة لدمجها في موقع ضمن بيئة حضرية لمدينة الأغواط. من أجل ذلك قمنا بتحليل الأطر المادية والمناخية لموقع التدخل مع وضع برنامج الكمي والنوعي للمدرسة المتخصصة ثم الانتقال إلى التصميم المعماري الذي سار وفقاً لمراحل من تطوير الشكل إلى تجسيد الفكرة في الموقع بمشروع حول الإجابة على الإشكالية الثلاثية المطروحة التي تتمحور حول العلاقات الوظيفية للتصميم، الاستدامة وكذا الإنسانية بعد ذلك حاولنا التحقق من الراحة الحرارية لفصل من الفصول الدراسية وذلك من خلال استعمال برنامج خاص بالمحاكاة العددية ثم تقديم حلول للمشاكل الموجودة بتشجيع الأنظمة المستدامة دون التخلي على الأجهزة.

الكلمات المفتاحية: التصميم المستدام، التعليم، المدرسة، ذوي الاحتياجات الخاصة الحركية، الاستدامة، المناخ الحار والجاف، المحاكاة العددية، الراحة الحرارية، مدينة الأغواط.



Remerciement

Je tiens à remercier le bon dieu pour m'avoir donné la volonté, le courage et la santé afin de mener à terme ce travail.


Je remercie chaleureusement mes encadreurs Mme Boulmerka Zoubida et Mme Oubaid Hadjer pour leurs disponibilités, leurs patiences, leurs compréhensions, leurs confiances et leurs orientations.

Un grand remerciement va aussi à Melle Baali Saida pour son soutien et sa contribution.

Un grand remerciement est également adressé à tous les enseignants pour leur soutien et leur aide.

Un cordial remerciement à l'honorable jury qui a bien voulu examiner mon travail.

Et enfin je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.





Dédicace


Avec ma profonde affection je dédie le fruit de ce modeste travail :

-A mes chers parents 'mère et père' en témoignage de leurs sacrifices, leurs soutiens et leurs encouragements et leurs conseils judicieux.

-A mes chers frères Abdelkader et Mouad ,mes chères sœurs : Ikram et Ibtissam , mes tantes, mes oncles surtout Taher , Seddik ,Nadhir ,Farouk

-A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, spécialement Sara et Zohra

-A la mémoire de ceux qui ne sont plus parmi Nous ; mais sont toujours présents dans nos Cœurs.



INTRODUCTION GENERAL

I. INTRODUCTION :	1
II. PROBLEMATIQUES :	1
III. HYPOTHESES :	2
IV. OBJECTIFS :	2
V. MOTIVATION DU CHOIX DU THEME (ECOLE MATERNELLE SPECIFIQUE) :	2
VI. DEMARCHE METHODOLOGIQUE :	3
VII. OUTILS DE RECHERCHE :	3
VIII. STRUCTURE GENERALE DU MEMOIRE :	4

PARTIE THEORIQUE

□ CHAPITRE 1: ETUDE THEMATIQUE	5
I. VOLET 01 : EDUCATION ET L'ECOLE PRIMAIRE AUX BESOINS SPECIFIQUES MOTEURS	5
• Introduction :	5
I.1 Education et l'école primaire	5
I.1.1 Définition d'éducation :	5
I.1.2 Rôle d'éducation :	5
I.1.3 Formes d'éducation :	5
I.1.4 Aperçu historique de l'éducation en Algérie :	6
I.1.5 Système éducative en Algérie :	6
I.1.6 Etablissements scolaires en Algérie de 2017 :	7
I.1.7 Etablissement scolaire à Laghouat :	8
I.1.8 Ecole primaire :	8
I.1.9 Objectif de l'école primaire :	8
I.1.10 Exigences des écoles primaires :	8
I.2 Ecole primaire aux besoins spécifiques :	9
I.2.1 Enseignement des enfants en besoins spécifiques en Algérie :	9
I.2.2 Définition des besoins spécifique :	9
I.2.3 Classification des besoins spécifiques selon OMS :	10
I.2.4 Définition de besoin spécifique moteur :	10
I.2.5 Guide barème de besoin spécifique moteur :	10
I.2.6 Scolarisation des enfants à besoins spécifiques moteur en Algérie :	10
• Synthèse :	11
II. VOLET 02 : ARCHITECTURE ET DURABILITE	12
• Introduction :	12
I.1 Architecture durable	12
I.1.1 Définition de développement durable :	12
I.1.2 Définition d'architecture durable :	12
I.1.3 Rôle de l'architecture durable :	12
I.1.4 Principes de l'architecture durable :	12
I.1.5 Echelle chronologie des labels l'architecture durable :	15

SOMMAIRE

I.1.6 Définition de quelques labels :.....	15
I.2 Confort :.....	15
I.2.1 Définition :.....	15
I.2.2 Types du confort :.....	16
I.2.3 Confort thermique :.....	16
I.2.4 Dispositifs et techniques du confort thermique :	18
-Dispositifs d'architecture durable après la conception (les corrections) :.....	20
-Technique active :.....	20
I.2.5 Energies renouvelables :.....	20
I.2.6 Types des Energies renouvelables :	21
I.2.7 Matériau durable :.....	21
I.2.8 Principes et critères de matériau durable :.....	21
• Synthèse:.....	22
□ CHAPITRE 2 : ETUDE ANALYTIQUE.....	23
• Introduction :	23
I. Choix des exemples :.....	23
II. Exemple 01: Notley green	23
II.1 Fiche de présentation du projet :	23
II.2 Aspect architectural, fonctionnel et paysager :	23
II.2.1 Plan de Situation :	23
II.2.2 Différents éléments constituant l'espace extérieur :	24
II.2.3 Occupation de la parcelle :	24
II.2.4 Accessibilité :.....	25
II.2.5 Nature formelle du projet (volumétrie) :.....	25
II.2.6 Gabarit :.....	26
II.2.7 Entrée :.....	26
II.2.8 Façades :	26
II.2.9 Organisation des espaces :.....	27
II.3 Aspects liées à la durabilité :	28
II.3.1 Écoconstruction :.....	28
II.3.2 Eco-gestion :	29
II.3.3 Confort :.....	30
II.3.4 Techniques actives :	30
• Conclusion :	36
□ CHAPITRE 3 : ETUDE CONTEXTUELLE.....	37
• Introduction :	37
I. Présentation générale de la ville Laghouat :.....	37
I.1 Situation géographique :.....	37
I.2 Limites de la ville :.....	37
I.3 Accessibilité :.....	37

SOMMAIRE

I.4	Équipement éducatif primaire à Laghouat :	38
I.5	Différentes phases historiques de développement de la ville de Laghouat	38
II.	Analyse climatique :	40
II.1	Zone climatique de la ville de Laghouat :	40
II.2	Température :	40
II.3	Vents :	41
II.4	Précipitations :	41
II.5	Ensoleillement radiations :	41
II.6	Type de ciel :	41
II.7	Diagramme Psychométrique de Chart :	42
III.	Analyse du site d'intervention :	42
III.1	Motivation du choix de site :	42
III.2	Situation :	42
III.3	Accessibilité :	43
III.4	Environnement immédiat du site et gabarits :	43
III.5	Morphologie du site (coupe schématique) :	44
III.6	Aspect climatique du site :	44
•	Conclusion :	45

PARTIE PRATIQUE

□	CHAPITRE 1 : ETUDE PROGRAMMATIQUE.....	46
•	Introduction :	46
I.	Volet 1 : Élaboration du programme	46
I.1	Organigramme l'élaboration du programme :	46
I.2	Définition du projet :	46
I.3	Missions du projet :	47
I.4	Objectif :	47
I.5	Capacité d'accueil :	47
I.6	Activités et usagers :	47
I.7	Les entités du projet :	48
II.	Volet 2 : Programme quantitatif	49
III.	Volet 3 : Programme qualitatif	52
•	Synthèse :	57
□	CHAPITRE 2 : CONCEPTION DE PROJET	58
I.	Volet 1 : conception architecturale	58
•	Introduction :	58
I.1	Principes et concepts :	58
I.2	Idée et genèse du projet :	60
I.3	Matérialisation de l'idée du projet : les étapes de la genèse du projet	61
I.4	Conception des plans :	67
I.4.1	Principes de base de distribution	67

SOMMAIRE

I.4.2 Analyse et lecture des plans :	68
I.5 Conception des façades :	70
I.5.1 Le principe général de la conception des façades	70
I.5.2 Lecture et analyse des façades :	71
I.6 Aménagement extérieur :	74
I.7 Conception des espaces intérieurs :	75
• Synthèse :	76
II. Volet 2: étude technique	77
• Introduction :	77
II.1 Choix de Système structurel :	77
II.1-1GROS ŒUVRES :	77
II.1-2SECOND ŒUVRES :	79
II.2 Confort au niveau du projet :	82
II.2.1CONFORT THERMIQUE :	82
II.2.2CONFORT VISUEL :	84
II.2.3CONFORT ACOUSTIQUE :	84
II.2.4CONFORT RESPIRATOIRE :	84
II.2.5CONFORT PSYCHOLOGIQUE :	84
II.3 Eco gestion :	85
II.3.1 Gestion d'énergie :	85
II.3.2 Gestion d'eau :	87
II.3.3 Gestion des déchets :	87
II.4 Protection et sécurité :	87
• Synthèse :	88

PARTIE EXPERIMENTALE

□ CHAPITRE 1: SIMULATION NUMERIQUE	89
• Introduction :	89
I. MOTIVATION DU CHOIX :	89
II. PROBLEMATIQUE SPECIFIQUE :	89
III.OBJECTIF SPECIFIQUE :	89
IV.HYPOTHESES SPECIFIQUES :	89
V. METHODOLOGIE DE TRAVAIL :	90
VI.CONFORT THERMIQUE DANS LE PROJET :	90
VII.DONNEES THEORIQUE :	92
VII.1 Inertie thermique du bâtiment :	92
VII.2 Isolation extérieur :	93
VIII.SIMULATION :	94
VIII.1 Motivation du choix de cas d'étude :	94
VIII.2 Position dans le plan :	94
VIII.3 Présentation de cas d'étude :	94

SOMMAIRE

VIII.4	Caractéristiques formelles et géométriques :	94
VIII.5	Outil de simulation :	95
VIII.6	Paramètres simulés :	95
VIII.7	Norme de confort thermique dans une salle de classe :	95
VIII.8	Période de simulation :	95
VIII.9	Cas initial :	96
VIII.10	Caractéristiques thermo physiques des matériaux d'un mur en brique:	96
VIII.11	Résultat de simulation du cas initial :	97
VIII.12	Interprétation des résultats :	98
VIII.13	Cas amélioré :	98
VIII.14	Caractéristiques thermo physiques des matériaux dans le cas amélioré:	99
VIII.15	Résultat de simulation du cas amélioré :	99
VIII.16	Comparaison entre cas initial et cas amélioré :	101
•	Conclusion et recommandation:	102
□	CONCLUSION GENERALE	103
	BIBLIOGRAPHIE.....	104
	ANNEXES.....	105

LISTE DE FIGURE

Figure 1 : structuration du système éducatif algérienne.....	7
Figure 2 : les établissements scolaires spécialisés en Algérie	7
Figure 3 : les établissements scolaires en Algérie	7
Figure 4 les établissements scolaires en Laghouat	8
Figure 5 : les établissements éducatifs pour enfant aux besoins spécifique.....	8
Figure 6 :occupation du sol	12
Figure 7 :orientation du bâtiment.....	13
Figure 8 : intégration environnementale	13
Figure 9 : volumétrie et compacité	13
Figure 10 :Orientation des espaces intérieurs.....	13
Figure 11 : première conférence-bilan de la maison du développement durable : l'impact des matériaux	14
Figure 12 : Isolant thermique en laine de roche	14
Figure 13 :Laghouat.....	14
Figure 14 : habillage-extérieur.....	14
Figure 15 :toiture plat.....	14
Figure 16 : échelle chronologique de création de quelques labels	15
Figure 17 :les paramètres du confort thermique	16
Figure 18 : les types déperditions de chaleur	16
Figure 19 : : le confort d'hiver.....	16
Figure 20 : le confort d'été.....	17
Figure 21 : schéma de ventilation naturelle (ventilation traversant).....	17
Figure 22 : stratégie de l'éclairage naturel	18
Figure 23 :jardin durable	18
Figure 24 :tour à vent	18
Figure 25 : atrium.....	18
Figure 26 :façade végétalisée	18
Figure 27 : mur trompe	19
Figure 28 :façade double peaux.....	19
Figure 29 : patio.....	19
Figure 30 : zone tampon (véranda)	19
Figure 31 : toiture végétalisée	19
Figure 32: light shelf	20
Figure 33 :les stores	20
Figure 34 : brises solaire	20
Figure 35 :schéma d'installation de système VRV	20
Figure 36 :terre cuite	21
Figure 37 : notley green	23
Figure 38 :plan de situation	23
Figure 39 :plan de situation	24
Figure 40:structure textile	24
Figure 41 :air de jeux	24

LISTE DE FIGURE

Figure 42 : espace vert	24
Figure 43 : lac	24
Figure 44 : plan de masse	24
Figure 45 : le projet après extension	24
Figure 46 :espace bâti et non bâti avant extension	24
Figure 47 :le projet avant extension.....	24
Figure 48 : espace bâti et non bâti après extension.....	24
Figure 49 : l'accessibilité du projet.....	25
Figure 50 :entrée principale.....	25
Figure 51 : sortie vers la cour	25
Figure 52 :accès mécanique.....	25
Figure 53 : entrée administratif.....	25
Figure 54 :la volumétrie du triangle.....	25
Figure 55 : la volumetrie du quart du cercle.....	25
Figure 56 :plan de massede projet	25
Figure 57 :gabarit du triangle	26
Figure 58 :gabarit du quart du cercle	26
Figure 59 :entrée principale.....	26
Figure 60 :entrée principale.....	26
Figure 61 :exemple du lotissement	26
Figure 62 : exemple du lotissement	26
Figure 63 :exemple du lotissement	26
Figure 64 :façade sud	26
Figure 65 : façade sud	26
Figure 66 :façade est	27
Figure 67 :facade ouest	27
Figure 68: plan d'organisation.....	27
Figure 69 :implantation du projet	28
Figure 70 :linoléum et le bambo	28
Figure 71 :le bois et les murs en maconnerie	28
Figure 72 :trubine.....	29
Figure 73 : photovoltaïque et chauffage solaire	29
Figure 74 :les brises solaire	29
Figure 75 :toiture végétalisé	29
Figure 76 :confort visuelle	30
Figure 77 :confort thermique.....	30
Figure 78: Gloria Marshall elementary school.....	31
Figure 79 :plan de situation	31
Figure 80 : plan de masse	31
Figure 81 :plan de masse.....	32
Figure 82 :occupation de la parcelle	32

LISTE DE FIGURE

Figure 83 : accesibilite du projet	32
Figure 84:la volumétrie du projet	32
Figure 85:gabarit du projet	32
Figure 86 :entrée du projet	32
Figure 87 :facade est	33
Figure 88 :pixalisation de la photo de nature	33
Figure 89 :facade sud	33
Figure 90:plan d'organisation de RDC.....	33
Figure 91:plan d'organisation R+1	34
Figure 92 :implantaton et orientation du projet	34
Figure 93:les matériaux du projet	34
Figure 94 :système constructif.....	34
Figure 95:énergie éolienne	35
Figure 96:controle solaire dans le projet	35
Figure 97 :les gaines de chauffage et climatisation	35
Figure 98 : Communes de la wilaya de Laghouat	37
Figure 99 :Accessibilité de la ville de Laghouat	37
Figure 100: répartition des équipements éducatifs primaires à la ville de Laghouat.....	38
Figure 101:période des ksour	38
Figure 102:période prés coloniale avant 1852.....	38
Figure 103:période coloniale 1852-1892	39
Figure 104:période post coloniale.....	39
Figure 105:période actuelle	39
Figure 106 :découpage des zones climatiques.....	40
Figure 107 : Extrait des caractéristiques de la zone D	40
Figure 108: température de la ville de Laghouat	40
Figure 109 :les vents dominant de la vile de Laghouat.....	41
Figure 110 :les précipitations dans la ville de Laghouat.....	41
Figure 111 :ensoleillement radiations de la ville de Laghouat	41
Figure 112:type de ciel de la ville de Laghouat.....	41
Figure 113:diagramme psychométrique de Chart.....	42
Figure 114:le site dans la carte géographique	42
Figure 115: plan de situation	42
Figure 116 :accessibilité de site	43
Figure 117:habitat collectif R+3	43
Figure 118:habitat collectif R+4	43
Figure 119 : Habitat individuelle R+2	43
Figure 120:environnement immédiat du site	43
Figure 121 :habitat collectif R+4	43
Figure 122:coupe schématique longitudinale	44
Figure 123:coupe schématique transversale	44

LISTE DE FIGURE

Figure 124:plan de site	44
Figure 125:aspect climatique du site.....	44
Figure 126: ensoleillement dans le jour le plus froid.....	44
Figure 127: ensoleillement dans le jour le plus chaud	44
Figure 128: organigramme d'élaboration du programme	46
Figure 129: activités et usagers d'école	47
Figure 130:les entités du projet.....	48
Figure 131: pourcentage des activités	51
Figure 132:normes et dimensions de places de parking adaptées	52
Figure 133:circulation horizontale	52
Figure 134:les rampes	53
Figure 135:entrée	53
Figure 136:hall d'accueil	53
Figure 137:salle de classe.....	54
Figure 138:salle d'activité.....	54
Figure 139:salle de repos.....	54
Figure 140:atelier conductive	55
Figure 141:salle polyvalente.....	55
Figure 142:bibliotheque	55
Figure 143:refectoire	55
Figure 144:separations des sanitaires.....	56
Figure 145:les normes des sanitaires	56
Figure 146:Collecte et recyclage des déchets.....	56
Figure 147:cour de récréation.....	56
Figure 148:jardin potager	56
Figure 149 :socialisation et ergothérapie	57
Figure 150:kinésithérape et verticalisation.....	57
Figure 151:balnéothérapie	57
Figure 152:triangle pédagogique de jean houssaye	60
Figure 153:dessin d'enfant.....	60
Figure 154:rappel les données de site	61
Figure 155:accessibilité et fluidité	61
Figure 156:concrétisation des axes structurants	62
Figure 157 :emplacement de la masse du bâti et les protections	62
Figure 158: les choix formels	62
Figure 159:choix fonctionnel.....	63
Figure 160:tracé géométrique	63
Figure 161:les entités de projet.....	64
Figure 162:vue sur traitement de la volumétrie.....	65
Figure 163:traitement de la volumétrie	65
Figure 164:traitement des espaces extérieurs	66

LISTE DE FIGURE

Figure 165:présentation de plan de masse finale	67
Figure 166:plan de rez de chaussée	68
Figure 167:plan de premier niveau R+1	69
Figure 168:circulation horizontale et verticale dans R+1	69
Figure 169:circulation horizontale et verticale dans RDC	69
Figure 170:l'entité d'accueil et de réception	71
Figure 171:l'entité d'accueil et de réception	71
Figure 172:l'entité d'accueil et de réception	71
Figure 173:l'entité administrative.....	72
Figure 174:l'entité administrative.....	72
Figure 175:l'entité maternelle et élémentaire	72
Figure 176:l'entité sportive	72
Figure 177:l'ensemble du projet.....	73
Figure 178:l'ensemble du projet.....	73
Figure 179:la zone tamponne	74
Figure 180:la zone tamponne	74
Figure 181:la clôture	74
Figure 182:trame verte et bleue	74
Figure 183:trame verte et bleue	74
Figure 184:les espaces de jeux	75
Figure 185:les espaces de jeux	75
Figure 186:power plant	75
Figure 187:Eco-leaf.....	75
Figure 188:parking solaire.....	75
Figure 189:parking solaire.....	75
Figure 190:mobilier conformes.....	76
Figure 191:mobilier conformes.....	76
Figure 192:attractivité des espaces	76
Figure 193:attractivité des espaces	76
Figure 194:la simulation visuelle.....	76
Figure 195:l'ambiance intérieure	76
Figure 196:choix de système structurel.....	77
Figure 197: les joints du projet	78
Figure 198: la silhouette rotative du projet	79
Figure 199: la silhouette rotative du projet	79
Figure 200:escalier administratif	79
Figure 201:la rampe	80
Figure 202:double peau de la salle du sport	80
Figure 203:double peau de la dôme d'entrée	80
Figure 204: revêtements des façades en panneaux isolants	80
Figure 205:carrelage écologique.....	81

LISTE DE FIGURE

Figure 206:plafond en placo	81
Figure 207: la végétation	82
Figure 208:les ouverture.....	82
Figure 209:patio	82
Figure 210:atrium.....	83
Figure 211:toiture végétalisée inclinée	83
Figure 212:implantation des végétations et points d'eau.....	84
Figure 213:amenagement de zone tampon	85
Figure 214:amenagement de hall d'accueil	85
Figure 215:espace de jeux extérieur.....	85
Figure 216:espace de détente.....	85
Figure 217:parking solaire.....	85
Figure 218:panneaux photovoltaïques flexibles	86
Figure 219:Eco-Leaf	86
Figure 220:power plant	86
Figure 221:bio lampe	87
Figure 222:tri des déchets.....	87
Figure 223:la clôture du projet	88
Figure 224: méthodologie de travail	90
Figure 225:toiture végétalisée	91
Figure 226:renforcement de performance de l'enveloppe	91
Figure 227:patio	91
Figure 228:protection solaire.....	91
Figure 229:confort thermique dans le projet	91
Figure 230:trame verte et bleue	91
Figure 231:atrium.....	91
Figure 232 : BTS.....	92
Figure 233:isolation thermique extérieur	93
Figure 234 :Revêtement de façades isolants M62	93
Figure 235 :la vêtue de façade.....	94
Figure 236 : plan de cas d'étude.....	94
Figure 237: position de cas d'étude dans le plan générale.....	94
Figure 238: Ecotect 2011	95
Figure 239:comparaison entre la ville de Nevada et la ville de laghouat	96
Figure 240:coupe schématique du mur de cas initiale	96
Figure 241: graph de température cas initial hiver	97
Figure 242: graph de la température cas initial hiver	97
Figure 243: graph de la température cas initial été	98
Figure 244:graph de la température cas initial été	98
Figure 245:coupe schématique de cas amélioré mur BTS	99
Figure 246:graph de température du cas amélioré hiver	99

LISTE DE FIGURE

Figure 247:graph de température du cas amélioré hiver	100
Figure 248:graph de température du cas amélioré été	100
Figure 249:graph de température du cas amélioré été	101
Figure 250:comparaison entre cas initial et cas amélioré été	101
Figure 251:comparaison entre cas initial et cas amélioré	102

LISTE DE TABLEAU

Tableau 1 : exigences d'implantation	8
Tableau 2 : Norme de superficie des terrain.....	9
Tableau 3: tableau de surface de l'activité mère du projet	49
Tableau 4:tableau de surface de l'activité secondaire du projet.....	50
Tableau 5:surface et pourcentage des activités.....	51
Tableau 6: psychologie des couleurs	70
Tableau 7: caractéristiques formelles et géométriques du salle de classe.....	94
Tableau 8: caractéristiques thermo physiques des matériaux de murs en brique	96
Tableau 9:caracteristiques thermo physiques des matériaux de cas améliore mur BTS	99

I. Introduction :

L'éducation est l'un des piliers du développement social, en particulier l'enseignement primaire, où le monde entier se fait concurrence pour assurer une meilleure éducation aux générations futures dans tous les domaines que ce soit un domaine social pour les enfants ordinaires ou les enfants ayant des besoins spécifiques, dont le but est d'assurer une meilleure qualité de vie ou un domaine environnemental qui a émergé après la grande détérioration naturelle de l'environnement dont souffre le monde son objectif est de sensibiliser les générations futures à l'importance de la préservation de l'environnement. Pour promouvoir cette éducation doit se refléter sur son environnement.

Aujourd'hui, l'architecture améliore tout le confort de la santé humaine pour assurer une meilleure qualité de vie en concevant et en réalisant des bâtiments respectueux de l'environnement.

Pour les élèves leur environnement familial est : l'école et ceci est le rôle de l'architecture et l'architecte, où il tente d'intégrer de nouvelles exigences dans la conception, qu'il s'agisse d'une école pour enfants ordinaires ou d'enfants ayant des besoins spécifiques sans nuire à l'environnement dans notre cas la ville de Laghouat.

Les réglementations en matière de besoin spécifique font partie du quotidien des architectes. La totale accessibilité des écoles aux personnes souffrant de tous types de besoin spécifique est un enjeu d'une grande importance. Il est intéressant de relever le besoin spécifique moteurs avec une large documentation est à la disposition des architectes dans la ville de Laghouat pour offrir aux enfants en besoins spécifiques surtout moteurs dans le contexte de la ville de Laghouat.

Dans le contexte de la ville Laghouat avec son climat chaud et aride, la conception d'espaces pédagogiques surtout à besoins spécifiques moteurs liés à la ville n'est pas une tâche aisée, car elle est directement liée à la communauté tout en assurant sa préservation.

II. Problématiques :

Avec un Taux spécifique de scolarisation des enfants de 6 ans : 98,49% et Taux de scolarisation des enfants (6 – 16 ans) : 95%. 25 859 établissements scolaires dont : 18 459 écoles primaires, 5 253 collèges, 2 147 lycées. Le système éducatif Algérien a accompli des progrès considérables sur le plan quantitatif. Le nombre d'élèves à besoins spécifiques moteurs ayant suivi leur scolarité en 2013-2014 au niveau de l'ensemble des wilayas est de 9.364 dont 8.669 du cycle primaire et 695 du cycle moyen.¹

On dit que malgré ce développement sur le plan quantitatif des équipements scolaires et la scolarisation des élèves en besoins spécifiques moteurs. On trouve qu'il y'a un impuissant de répondre aux besoins des élèves en besoins spécifiques moteurs

A partir de ce prologue, nous pourrions formuler les questionnements suivants :

¹ www.education.gov.dz vue 20/10/2018 15:25

- Comment concevoir une école primaire durable pour les enfants ayant des besoins spécifiques moteurs en assurant le bien-être des usagers sans nuire à l'environnement dans la ville de Laghouat qui est caractérisée par son climat chaud-aride?

III. Hypothèses :

- Concevoir une école primaire avec les exigences des enfants aux besoins spécifiques moteurs selon les principes de l'architecture durable appliquées dans les zones chaudes et aride
- Choisir des matériaux durables et locaux pour une bonne conception durable.
- L'utilisation des énergies renouvelables, et la gestion des déchets. Tout en tirant profit de potentiels environnementaux et solaires et des contraintes climatiques de la ville de Laghouat.
- Assurer des meilleures conditions de confort psychique et physique (thermique, visuel...) Pour les enfants.

IV. Objectifs :

L'objectif de ce présent travail est la participation à l'amélioration et le développement de la discipline de l'architecture durable en Algérie ce qui aide à construire des établissements scolaires convenables et confortables sans nuire à l'environnement et réduire la consommation énergétique et ce par la conception d'une école primaire durable à la ville de Laghouat caractérisée par son climat chaud et aride par l'application des principes de durabilité dès les premières étapes de conception du projet afin de donner une réponse architecturale affirmative à l'énoncé.

- Appliquer les stratégies de conception durable qui permettent d'atteindre des niveaux de confort satisfaisants (thermique, acoustique...)
- Vérifier les paramètres de durabilité qui permettent de classer le projet en un projet durable, dans notre cas le confort thermique.

V. Motivation du choix du thème (école maternelle spécifique) :

Je voulais d'abord concevoir une école primaire pour intégrer les enfants ayant des besoins spécifiques moteurs. Mais après interrogatoire et la discussion avec les psychiatres, ils ont dit qu'il était vrai qu'ils devraient être intégrés à la société mais ils doivent être préparés psychologiquement parce que les enfants dans les écoles primaires ne savent pas ce qu'ils disent ou font et leurs réflexes sont spontanées et aléatoires. Ils peuvent les blesser avec des mots ou des actes sans se sentir, cela les fait arrêter d'étudier ou leur causer un complexe psychologique.

C'était donc leur conseil de concevoir leur propre école primaire. Afin qu'ils puissent être intégrés dans d'autres écoles pendant les jours personnalisés

D'abord concevoir une école primaire pour aux besoins spécifiques moteurs c'est chercher à offrir les locaux les mieux adaptés pour développer des compétences plus solide afin de ne pas les sensibiliser au leur manque et d'accepter leur différence.

VI. Démarche méthodologique :

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

- La recherche thématique et bibliographique (étude thématique) : Une récolte de tous les documents (livres, revues, mémoires et sites internet...etc.) qu'ils ont une relation étroite avec le sujet de recherche pour mieux comprendre le thème.
- L'analyse des exemples (étude analytique) : Une étude analytique qui nous permettra une connaissance plus approfondie sur l'application des stratégies d'architecture durable dans les écoles primaires, et nous aide enfin à proposer des solutions adéquates et des réponses à nos questionnements. Egalement comprendre le fonctionnement et l'organisation d'une école primaire ce qui nous aide à élaborer le programme de l'école par la suite.
- L'analyse de contexte d'intervention (étude contextuelle) : Une exploration de la zone d'étude, permet de déterminer les données climatiques, les contraintes et les potentialités
- Elaboration de programme quantitatif et qualitatif de l'école primaire (étude programmatique)
- La réponse architecturale (projet architecturale) : Le but de cette partie c'est la projection architecturale (conception du projet) prenant en considération les différentes conclusions tirées des chapitres précédents.
- Les détails techniques (étude technique) Cette partie consiste à définir le système constructif du projet ainsi que les aspects environnementaux adoptés.
- Vérification un concept lié à la durabilité (aspect individuel) : une évaluation du confort 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 du travail où on résume toute les démarches suivies afin d'aboutir à la conception d'école primaire.

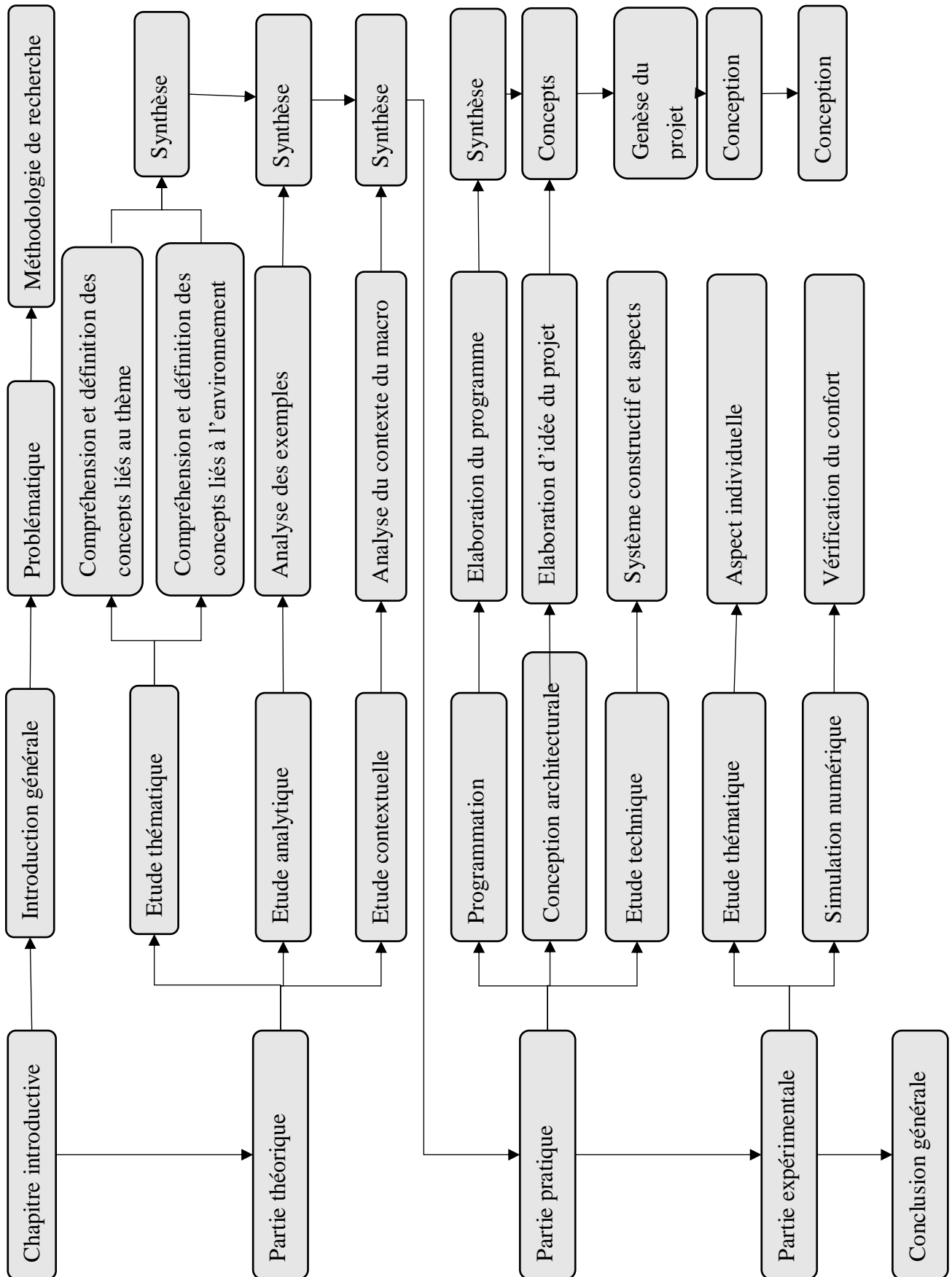
VII. Outils de recherche :

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

Outils documentaires : des sites d'internet ainsi que les livres et les revues ayant traités l'éducation et les écoles et le développement durable et à l'architecture durable.

Outils informatiques : Le logiciel de simulation : ECOTECT 2011

VIII. Structure générale du mémoire :



• Chapitre 1: étude thématique

I. Volet 01 : éducation et l'école primaire aux besoins spécifiques moteurs

• Introduction :

L'objectif de ce volet est de comprendre le thème de recherche qui est axé sur l'éducation et l'école primaire englobant quelques généralités sur ces derniers et définir un ensemble des notions liées à l'éducation passant sur les établissements scolaires spécifiquement l'école primaire touchant les enfants de besoins spécifiques moteurs et leurs difficultés.

I.1 Education et l'école primaire

I.1.1 Définition d'éducation :

Selon Émile Durkheim « Sociologue Français »: « 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. »²

I.1.2 Rôle d'éducation :

L'éducation doit être un moyen de donner aux enfants comme aux adultes la possibilité de devenir participants actifs de la transformation des sociétés dans lesquelles ils vivent. L'apprentissage doit aussi prendre en compte les valeurs, les attitudes et les comportements qui permettent aux individus d'apprendre à vivre ensemble dans un monde qui se caractérise par la diversité et le pluralisme.³

I.1.3 Formes d'éducation :

Education informelle :

L'éducation dite parallèle (ou encore accessoire, occasionnelle, diffuse, spontanée...) qui concerne des activités d'instruction non structurées (Evans, 1981). Dans l'éducation parallèle, le processus d'apprentissage est un processus d'osmose entre l'apprenant et son environnement.

Education non formelle :

L'éducation non formelle (extrascolaire) et qui englobe toute forme d'instruction que la source et l'élève favorisent délibérément, la rencontre étant voulue par les deux (émetteur et récepteur). Pour l'éducation non formelle, Coombs et ses collaborateurs ont posé une définition qui a reçu une acception générale: « ...Toute activité éducative organisée en dehors du système d'éducation formel établi et destinée à servir des clientèles et à atteindre des objectifs d'instruction identifiables » (Coombs 1973)

Education formelle :

L'éducation formelle (scolaire) qui se différencie de l'éducation non formelle en ce sens qu'elle est donnée dans des institutions d'enseignement (écoles), par des enseignants permanents, dans le cadre de programmes d'études déterminés. Ce type est caractérisé par l'unicité et une certaine rigidité, avec des structures horizontales et verticales (classes d'âge homogènes et cycles hiérarchisés), avec des conditions d'admission définies pour tous. Cet enseignement se veut universel et séquentiel normalisé et

²Livre: Education et sociologie Emile Durkheim, PRESSES UNIVERSITAIRES DE France (22/06/2005)

³www.unesco.org 19 :41 27/10/2018

institutionnalisé avec une certaine permanence (du moins pour ceux qui ne sont pas exclus du système).⁴

I.1.4 Aperçu historique de l'éducation en Algérie ⁵ :

L'époque précoloniale Avant 1830:

- L'enseignement primaire se déroulait dans les écoles coraniques(6 à 7 ans).
- L'enseignement secondaire dans les zaouïas (10 ans).
- L'enseignement supérieur au niveau des Médersas.

L'époque coloniale Entre 1830 et 1962:

- la création des écoles françaises en 1883 pour éliminer les principes fondamentaux de la personnalité algérienne
- préservation des écoles coraniques et les zaouias et les médersas pour lutter contre l'analphabétisme, la dilution ethnique et pour le ressourcement dans les valeurs de la religion

l'époque postcoloniale entre 1962 et 2008:

la 1er periode:1962-1976:

- L'algérianisation des cadres de l'éducation.
- L'adaptation des contenus hérités du système.
- L'arabisation progressive de l'enseignement.

la 2eme periode:1976-2008:

- L'enseignement préparatoire non obligatoire.
- L'enseignement fondamental, obligatoire et gratuit d'une durée de 9 ans.
- L'enseignement secondaire général

la 3eme periode après 2008:

- Suppression de l'école fondamentale et retour à l'ancien système d'organisation (primaire, moyen, secondaire)
- Généralisation du cycle préparatoire et une obligation de cet enseignement
- Intégrer les nouvelles technologies de l'information

I.1.5 Système éducative en Algérie :

Le système éducatif en Algérie est structuré de :

- Pré-scolaire non obligatoire.
- L'enseignement fondamental qui prend l'enseignement primaire et moyen.
- L'enseignement secondaire général et technique.
- La formation professionnelle.
- L'enseignement supérieur.

⁴ PDF : Articulation de l'éducation formelle et non formelle unesdoc.unesco.org

⁵ Livre : l'éducation et la culture de l'Algérie : des origines à nos jours, Semche Eddine Chitour 1999. Traité par l'auteur

PARTIE THEORIQUE

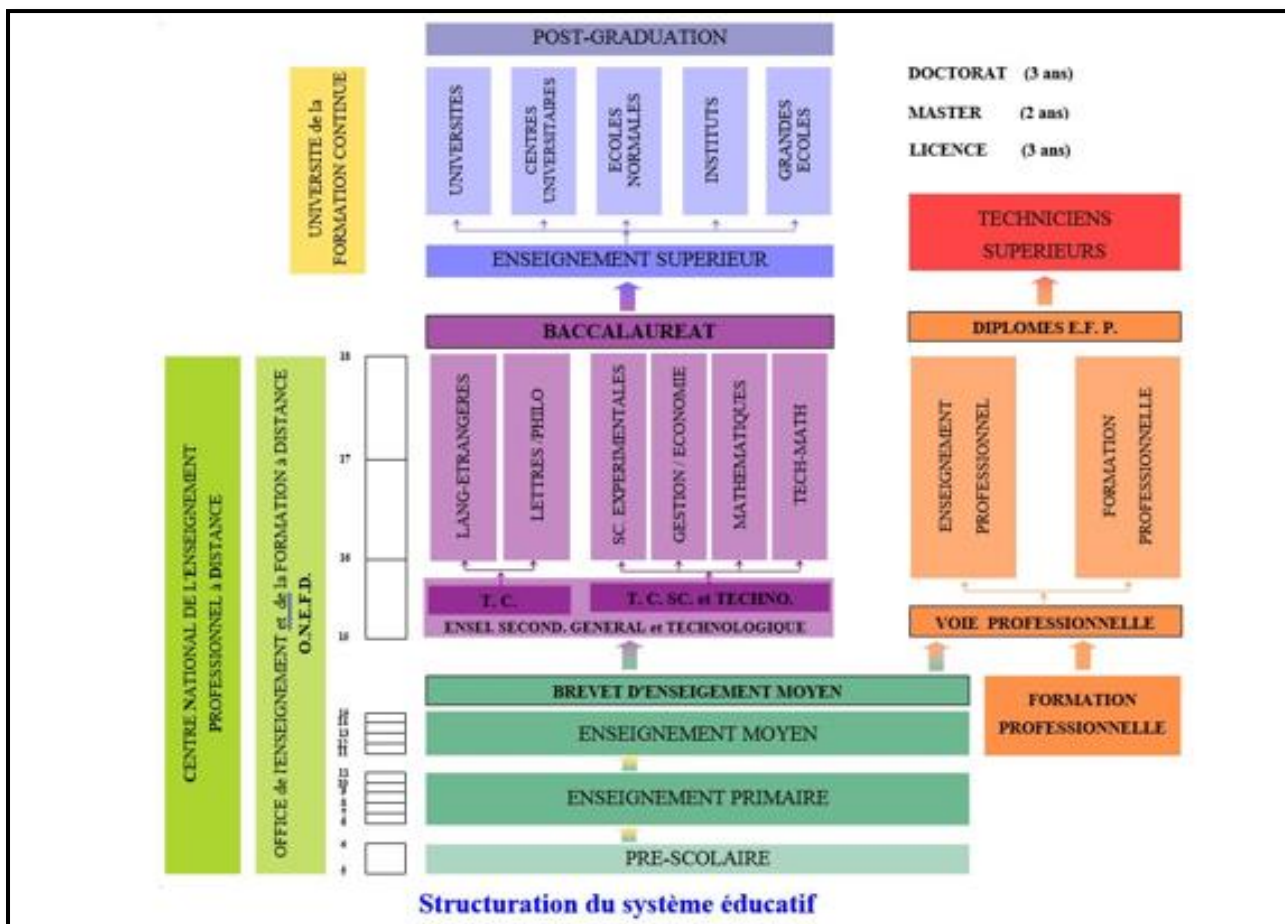


Figure 1 : structuration du système éducatif algérienne
 Source : www.education.gov.dz 20/10/2018 14:30
 Éducatif algérienne

I.1.6 Établissements scolaires en Algérie de 2017 :

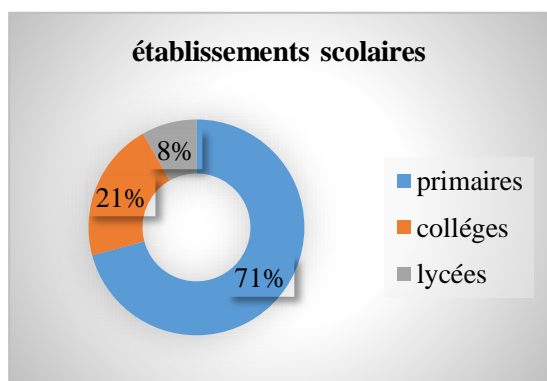


Figure 3 : les établissements scolaires en Algérie
 Source : www.education.gov.dz 20/10/2018 14:30

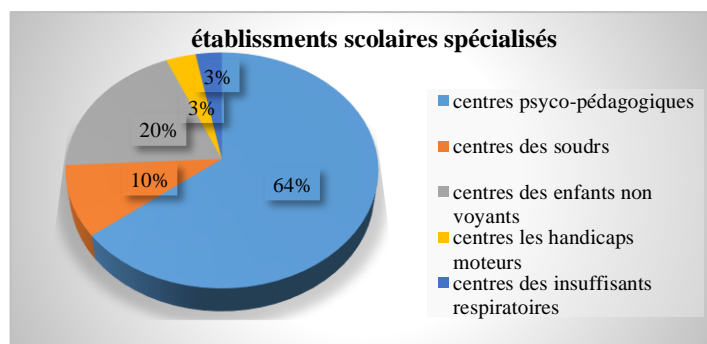


Figure 2 : les établissements scolaires spécialisés en Algérie
 Source : Prise en charge des personnes aux besoins spécifiques Annonce L'ouverture de 11 centres Mounia Meslem Radio algerinne.dz

Selon les statistiques de figure 3 on trouve que les établissements scolaires primaires en Algérie prennent un pourcentage de 71%. Le secteur de l'Éducation Nationale donne une grande importance à l'éducation primaires. Par contre dans la figure 2 on trouve que le secteur de l'Éducation Nationale à marginalisé les établissements scolaires pour les enfants à besoins spécifiques moteurs avec le plus bas pourcentage de 2%.

I.1.7 Etablissement scolaire à Laghouat :

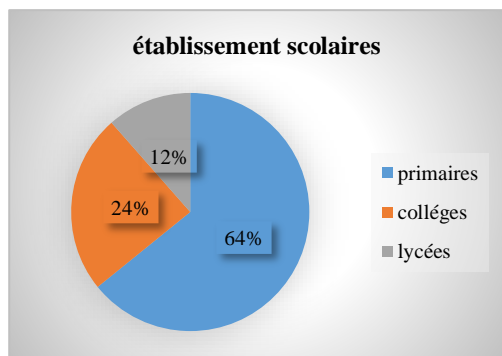


Figure 4 les établissements scolaires en Laghouat
Source : www.liberte-algerie.com article brèves de Laghouat

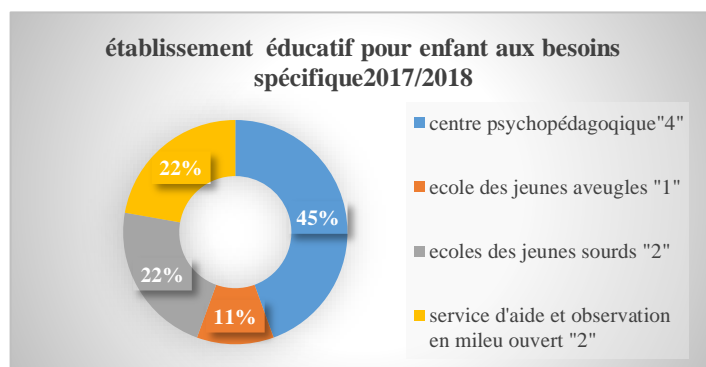


Figure 5 : les établissements éducatifs pour enfant aux besoins spécifique
Source : Monographie de Laghouat 2017
27/10/2018 00 :26

Dans la ville de laghouat on trouve que toujours l'état donne l'importance pour les établissements scolaires primaires avec un pourcentage de 64% mais concernant les établissements éducatifs pour les enfants à besoins spécifiques moteurs on trouve une absence totale de ce type des établissements.

I.1.8 Ecole primaire :

En Algérie : L'enseignement primaire, ou l'école primaire, est dans plusieurs pays, le premier degré de l'enseignement. Il permet notamment l'apprentissage de la lecture, de l'écriture et des bases des mathématiques. Les enfants entreprennent leurs études primaires vers l'âge de 6 ans et les achèvent vers l'âge de 11 ans.⁶

En France : - Il regroupe:

*Ecole maternelle: de 3 ans « parfois 2 ans » à 6ans, l'enseignement scolaire n'y pas obligatoire.

* Ecole élémentaire: de 6 ans à 11ans, l'enseignement scolaire obligatoire à l'école ou à la maison.⁷

I.1.9 Objectif de l'école primaire :

Est de développer toutes les capacités de l'enfant en lui apportant les éléments et les instruments fondamentaux du savoir : expression orale et écrite, lecture, mathématiques.

Il lui permet de recevoir une éducation convenable, d'étendre sa conscience du temps, de l'espace, des objets et de son propre corps, de développer son intelligence, sa sensibilité, ses aptitudes manuelles, physiques et artistiques. Il lui permet également l'acquisition progressive de savoir méthodologique et le prépare à suivre dans de bonnes conditions la scolarité au collège d'enseignement moyen.⁸

I.1.10 Exigences des écoles primaires :

Exigences d'implantation :

Milieu Urbain

Le site de l'école sera choisi de préférence à l'écart des grands axes de circulations, tout en restant facilement accessible depuis la voirie publique.
-éviter que les poussières, les gaz, les odeurs et les bruits ne gênent les élèves.
- Le terrain doit être clôturé par un mur

Milieu rural

Le site de l'école sera choisi en fonction d'une desserte optimale, c'est à dire:
- une topographie permettant un accès aisé à l'école
- la proximité d'un réseau de routes, de pistes ou de sentiers praticables par temps de pluies
- une desserte en transports collectifs
- à proximité de l'eau potable (puits, sources, oueds...)

Tableau 1 : exigences d'implantation

Source : Guide pour la réalisation des établissements du premier cycle de l'enseignement fondamental UNESCO, Paris, 2000

⁶ Ministre éducatif algérienne

⁷ Ministre éducatif française

⁸ www.education.gov.dz 20/10/2018 14:25

Normes de superficie des terrains :

Superficie des terrains conseillées « m ² »		
Nombre des élevés	Milieu	
	Urbain « 12,5m ² /élevé »	Rural « 25m ² /élevé »
20-240	3000	6000
241-360	4500	9000
361-480	6000	12000
Plus de 480	6000+12,5m ² /élève	12000+25m ² /élève

Tableau 2 : Norme de superficie des terrain

Source : NORMES DE CONSTRUCTION DES BATIMENTS SCOLAIRES 2013

La hauteur des constructions : Est limitée à deux niveaux (rez-de-chaussée + un étage).

Exceptionnellement, cette hauteur peut être portée à trois niveaux (rez-de-chaussée + deux étages). Les cas d'exception sont:

- la rareté du sol (par exemple dans les palmeraies)
- le prix élevé du sol ou de l'équipement
- la difficulté de réalisation des fondations.⁹

Locaux et espaces scolaires principaux :

- Salles de classe
- Administration : Direction, secrétariat, archives. Salle des enseignants
- Cantine : Réfectoire, cuisine, entrepôt
- Préau ou patio : Espace protégé de détente et récréation
- Cour de récréation et jardin : Récréation, sport, jardin éducatif
- Sanitaires : Sanitaires des élèves et des enseignants.¹⁰

I.2 Ecole primaire aux besoins spécifiques :

I.2.1 Enseignement des enfants en besoins spécifiques en Algérie :

Dans le cadre du développement de l'éducation inclusive, des actions ont été entreprises et ont permis la prise en charge d'un certain nombre d'élèves à besoins spécifiques en milieu scolaire ordinaire.

S'agissant du droit à l'éducation des enfants en situation d'handicap, le secteur de l'Education Nationale a œuvré pour concrétiser la politique nationale visant l'insertion de cette catégorie de personnes, par la mise en place d'un cadre législatif et réglementaire approprié, ainsi que des programmes et dispositifs de mise en œuvre, en collaboration étroite avec les secteurs concernés, en l'occurrence la solidarité nationale et la santé.¹¹

I.2.2 Définition des besoins spécifique :

Selon la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), « est handicapée toute personne dont l'intégrité physique ou mentale est passagèrement ou définitivement diminuée, soit congénitalement, soit sous l'effet de l'âge ou d'un accident, en sorte que son autonomie, son aptitude à fréquenter l'école ou à occuper un emploi s'en trouvent compromises ». ¹²

⁹ Ministère de l'éducation nationale et de la formation professionnelle direction du génie scolaire normes de construction des bâtiments scolaires juin 2013

¹⁰ Guide pour la réalisation des établissements du premier cycle de l'enseignement fondamental unesdoc.unesco.org

¹¹ www.education.gov.dz 20/10/2018 14:25

¹² Article : Les différents types de handicap www.ccah.fr 18/10/2018 21:41

I.2.3 Classification des besoins spécifiques selon OMS :

- 1- Le handicap moteur.
- 2- Le handicap sensoriel.
- 3- Le handicap psychique.
- 4- Le handicap mental.
- 5- Les maladies invalidantes.¹³

I.2.4 Définition de besoin spécifique moteur :

Il se caractérise par une capacité limitée pour un individu de se déplacer, de réaliser des gestes, ou de bouger certains membres.

L'atteinte à la motricité peut être partielle ou totale, temporaire ou incurable, selon son origine.

Exemples : Paralysies, amputations, infirmité motrice cérébrale, spina bifida, myopathie.¹⁴

I.2.5 Guide barème de besoin spécifique moteur :

guide-barème Introduite par le décret n° 2007-1574 du 6 novembre 2007

Le guide-barème ne fixe pas de taux d'incapacité précis. En revanche, le guide-barème indique des fourchettes de taux d'incapacité, trois à cinq degrés de sévérité (en général 4) :

- Forme légère : taux de 1 à 15 % ;
- Forme modérée : taux de 20 à 45 % ;
- Forme importante : taux de 50 à 75 % ;
- Forme sévère ou majeure : taux de 80 à 95 %.
- Il convient de rappeler que les seuils de 50 % et de 80 %, s'ils sont atteints, peuvent ouvrir droit à divers avantages ou prestations.

Un taux de 50 % correspond à des troubles importants entraînant une gêne notable dans la vie sociale de la personne. L'entrave peut soit être concrètement repérée dans la vie de la personne, soit compensée afin que cette vie sociale soit préservée, mais au prix d'efforts importants ou de la mobilisation d'une compensation spécifique. Toutefois, l'autonomie est conservée pour les actes élémentaires de la vie quotidienne.¹⁵

I.2.6 Scolarisation des enfants à besoins spécifiques moteur en Algérie :

Les enfants handicapés moteurs sont systématiquement pris en charge dans les établissements scolaires quand leur handicap ne nécessite pas une assistance assurée par une tierce personne. Des mesures organisationnelles et pédagogiques sont prises pour faciliter à l'enfant handicapé moteur l'accès à l'établissement, les déplacements à l'intérieur de l'établissement et la réalisation des activités pédagogiques.

Le nombre d'élèves ayant suivi leur scolarité en 2013-2014 au niveau de l'ensemble des wilayas est de 9.364 dont 8.669 du cycle primaire et 695 du cycle moyen.¹⁶

¹³ Article Définition / classification des handicaps (CIH et OMS) Par handicap.fr, le (01-04-2013)18/10/2018 21:42

¹⁴ Article Définition / classification des handicaps (CIH et OMS) Par handicap.fr, le (01-04-2013)18/10/2018 21:42

¹⁵ Décret n°2007-1574 du 6 novembre 2007 modifiant l'annexe 2-4 du code de l'action sociale et des familles établissant le guide-barème pour l'évaluation des déficiences et incapacités des personnes handicapées, www.legifrance.gouv.fr, 20:32, 03/11/2018

¹⁶ www.education.gov.dz, 20/10/2018, 14:30

- **Synthèse :**

L'école primaire pour les enfants à besoins spécifiques moteurs est l'un des établissements éducatifs qui sont moins développés en Algérie en générale et à Laghouat en particulier malgré le nombre croissant des enfants en besoin spécifiques moteurs.

Les notions développées dans ce volet nous permis de comprendre bien le thème du projet et les aspects liés au thème de l'éducation en générale et les écoles primaires des besoins spécifique en particulier est ça va reflet à bien aborder la phase conceptuelle du projet.

II. Volet 02 : Architecture et durabilité

• Introduction :

La recherche de la qualité environnementale est une attitude ancestrale visant à établir un équilibre harmonieux entre le bâtiment et la nature qui l'entoure, pratiquée par nécessité pendant des années en particulier dans l'architecture durable.

Ce volet est pour le but de comprendre comment obtenir la qualité environnementale quels sont les principes les concepts liés à ce terme et quels sont les éléments de la réussite d'un projet durable.

I.1 Architecture durable

I.1.1 Définition de développement durable :

Terme désignant les actions (ou un mode de développement) conciliant développement économique, respect de l'environnement, renouvellement des ressources, exploitation rationnelle et développement socialement équitable. Ce mode de développement « répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ». ¹⁷

I.1.2 Définition d'architecture durable :

Une pratique qui a pour objectifs de réduire l'impact négatif d'un bâtiment sur son environnement et de prendre soin la qualité de vie des utilisateurs et de communautés riveraines. ¹⁸

I.1.3 Rôle de l'architecture durable :

L'architecture durable permet de concevoir, construire, exploiter et démanteler des bâtiments qui:

- Fournissent une sécurité optimale contre les catastrophes naturelles.
- Sont économes en énergie et en ressources.
- Réduisent les déchets domestiques et de construction et la consommation d'eau.
- Recyclent les eaux usées quand cela est possible.
- Optimisent l'utilisation des structures et infrastructures existantes.
- Tirent le meilleur parti de matériaux inoffensifs pour l'environnement.
- Offrent un environnement intérieur approprié : qualité de l'air, lumière, acoustiqueetc. ¹⁹

I.1.4 Principes de l'architecture durable :

• Choix de site:

Il est de la responsabilité du concepteur de projet de vérifier la pertinence de ce choix en veillant à ce que le terrain réponde à une série de critères, telle que l'accessibilité ou la facilité de raccordement aux réseaux.

• Implantation :

Déconseillent d'allouer la totalité d'une parcelle à la construction, tenir compte des besoins de circulation et de parking. Il conviendra de valoriser des espaces verts utiles à la préservation de la biodiversité.

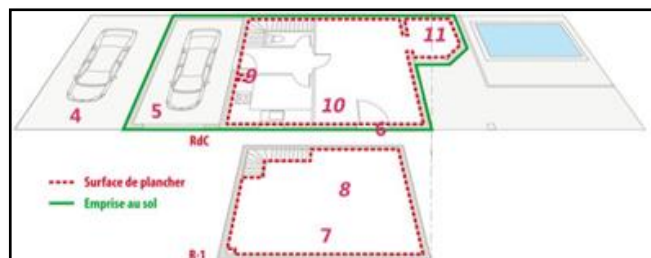


Figure 6 :occupation du sol
Source : fotosfotos.eu

¹⁷ Livre : « 100 mots de la construction durable » 3ème Edition, JEAN PASSINI

¹⁸ Livre : De la Conception à la Construction: Guide pour l'Architecture de Bâtiments Format Kindle. Florian Bansac, Architecte de Bâtiments, 2017

¹⁹ Les enjeux et opportunités de l'architecture durable. PNUE .PDF

PARTIE THEORIQUE

- **Orientation du bâtiment :**

Doit tenir compte de la trajectoire du soleil, des vents dominants. Et outre l'alignement avec les bâtiments existants. L'orientation la plus favorable dans les pays chauds se trouve le long de l'axe est-ouest.

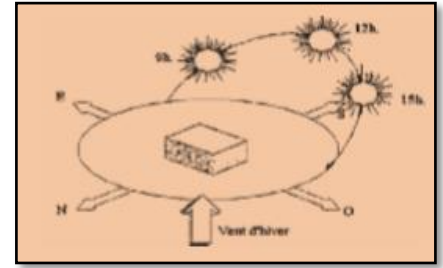


Figure 7 : orientation du bâtiment
Source : guide pratique de conception de logements économes en énergie

- **Intégration environnementale :**

L'intégration environnementale appelle à minimiser l'impact du bâtiment sur la faune et la flore, en ce compris les arbres remarquables, source d'ombre et de fraîcheur.



Figure 8 : intégration environnementale
Source : La Maison Ecologique

- **Forme et compacité du bâti :**

Une forte compacité est un moyen de réduire les déperditions thermiques de l'enveloppe. Dans les climats arides, où l'on retrouve un écart de température important entre le jour et la nuit, une forme compacte est idéale.

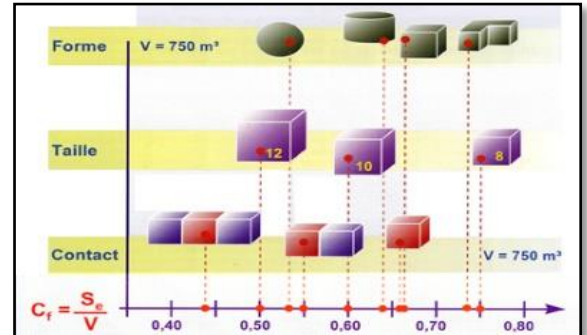


Figure 9 : volumétrie et compacité
Source : miaep.cerma.archi.fr

- **Organisation des espaces intérieurs :**

L'agencement des pièces dans un bâtiment doit être pensé sur leur fonctionnalité, leurs relations, la gestion des flux, les possibles nuisances générées, l'accès à certains fluides, et compte-tenu de leur exposition et relation avec l'extérieur.

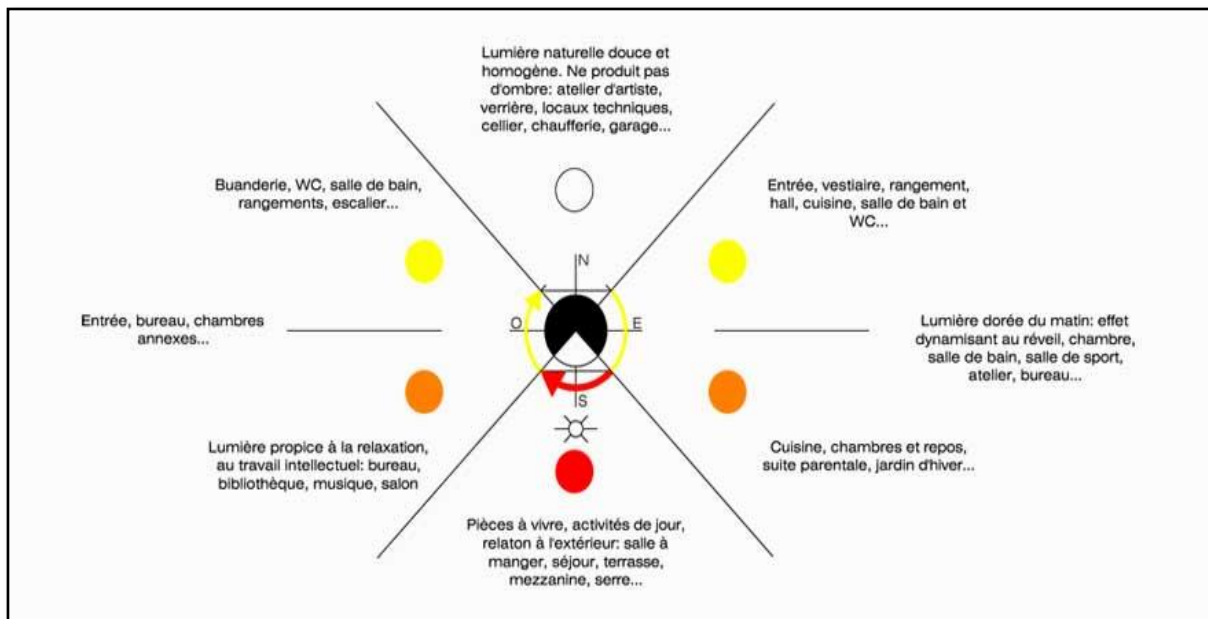


Figure 10 : Orientation des espaces intérieurs
Source : www.architecte-interieur-lyon.com

- **Choix des matériaux :**

Les qualités constructives des matériaux sont des critères selon que leur coût, leur durée de vie, leurs besoins en entretien, leur disponibilité sur le marché. A cela s'ajoute les contraintes environnementales de réduction de leur empreinte écologique.



Figure 11 : première conférence-bilan de la maison du développement durable : l'impact des matériaux
Source : equiterre.org

- **Isolation thermique :**

L'isolation des parois est un excellent moyen de limiter les transferts de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur. Lorsque le mur est pourvu d'une forte inertie thermique permettant d'évacuer ces calories à l'extérieur durant la nuit et de rafraichir les pièces pour le jour suivant, c'est intéressant dans un climat aride.

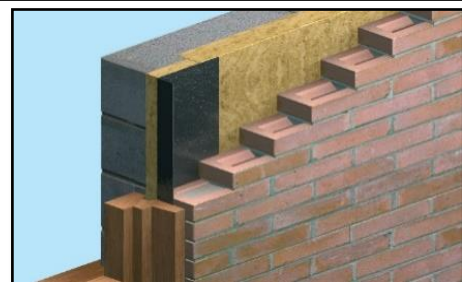


Figure 12 : Isolant thermique en laine de roche
Source : www.archiexpo.fr

- **Choix des couleurs :**

La couleur est un autre facteur important. Les couleurs claires réfléchissantes sont à privilégier par rapport aux couleurs sombres plus absorbantes.



Figure 13 :Laghouat
Source : airalgerie.dz

- **Conception et protection des baies :**

Dans les climats chauds et secs, l'éblouissement provient. Il convient donc de placer les ouvertures sur le bas de l'horizon et les protégera par des stores. On favorisera dans les climats chauds la multiplication de petites baies, dont l'occultation est plus facile, tout en évitant les fenêtres plein sud, à moins qu'elles ne soient ombragées.



Figure 14 : habillage-extérieur
Source : www.arkedia.fr

- **Toiture :**

La toiture, qu'elle soit plate ou inclinée, absorbe une grande quantité de calories provenant des rayons solaires. Pour limiter tout risque de surchauffe, différentes alternatives sont envisageables, certaines étant compatibles l'une avec l'autre.²⁰



Figure 15 :toiture plat
Source : www.terrain-construction.com

²⁰ MANUEL DE BONNES PRATIQUES ARCHITECTURALES Écoconstructions et efficacité énergétique dans les bâtiments– Juin 2017 p20 à p36

I.1.5 Echelle chronologique des labels l'architecture durable :

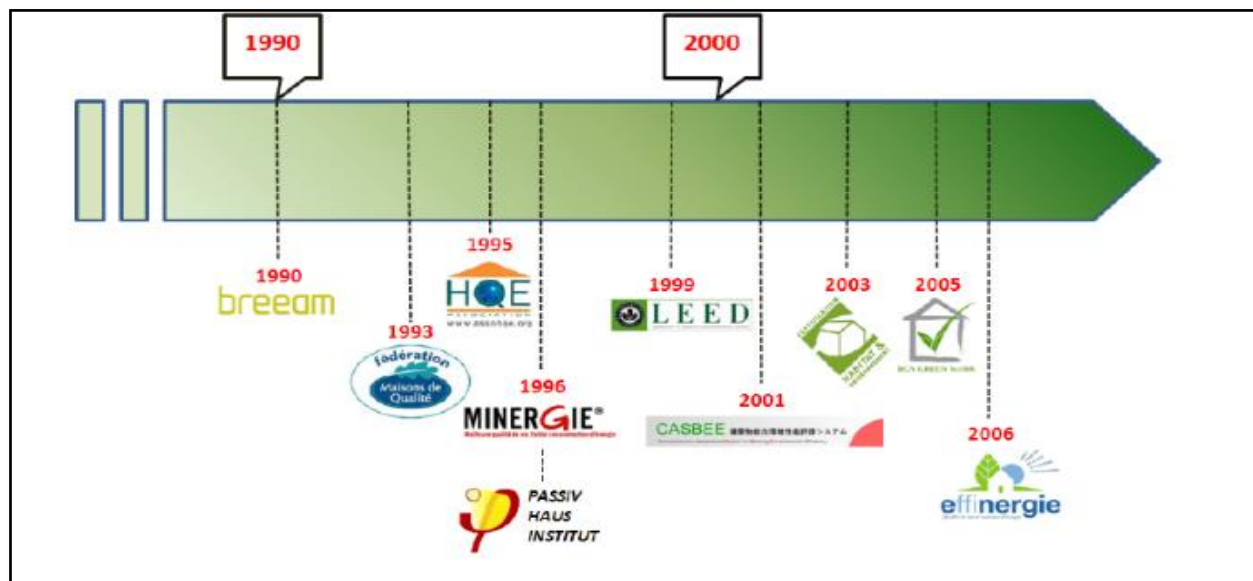


Figure 16 : échelle chronologique de création de quelques labels

Source : Jonathan Veillot, Natacha Gontran et Valérie Laforest Labels de la construction: quelle Contribution possible au facteur 4?

En matière énergétique et environnementale, il existe une multitude d'organismes, labels ou certifications. Impossible de les lister tous : chacun a ses caractéristiques, souvent redondantes, parfois antagonistes.

I.1.6 Définition de quelques labels :

- ✓ **Bream:** (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

Ce label britannique privé évalue et classe la durabilité et le comportement environnemental des bâtiments tertiaires selon plusieurs cibles, de passable à excellent

- ✓ **Haute Qualité Environnementale (HQE®) :**

Est une démarche volontaire pour maîtriser les impacts sur l'environnement générés par un bâtiment tout en assurant à ses occupants des conditions de vie saines et confortables tout au long de la vie de l'ouvrage. Elle distingue les bâtiments plus respectueux de l'environnement en fonction de 14 critères.

- ✓ **LEED (Leadership in Energy and Environmental Design):**

Est un système nord-américain de standardisation de bâtiments à haute qualité environnementale créé par le US Green Building Council (en) en 1998, donc est un label de standardisation des bâtiments respectant des critères de haute qualité environnementale (respecter les fondements de l'écologie et du développement durable).²¹

I.2 Confort :

I.2.1 Définition :

La satisfaction vis-à-vis de l'environnement fait appel à toutes les dimensions physiques des ambiances, mais également à des aspects comportementaux et psychologiques.²²

²¹ NORMES ET LABELS CERTIFIANT UNE DÉMARCHE PLUS RESPECTUEUSE DE L'ENVIRONNEMENT. www.architecture-environnement.com 18/10/2018 22:49.

²² Le confort, www.energieplus-lesite.be, 02/11/2018, 21:07

I.2.2 Types du confort :

I.2.3 Confort thermique :

-**Définition :** Est un état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique il est déterminé par l'équilibre dynamique établi par échange thermique entre le corps et son environnement. ²³

-**Paramètres de confort thermique :**

Le métabolisme.

L'habillement.

Température ambiante de l'air.

Température des parois.

L'humidité relative de l'air.

La vitesse de l'air. ²⁴

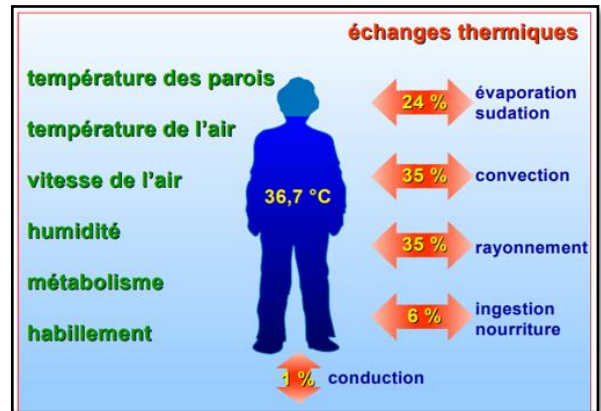


Figure 17 : les paramètres du confort thermique
Source : livre : traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

-**Types déperditions de chaleur :**

L'échange de chaleur entre le corps humain et son environnement se produit principalement de trois manières. A savoir, par le biais de :

- La radiation
- La conduction
- La convection
- L'évaporation

L'environnement thermique intérieur est affecté par des sources internes et des sources externes. ²⁵

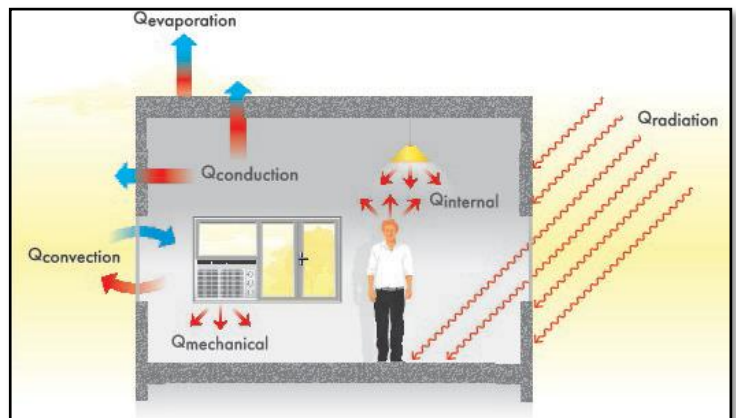


Figure 18 : les types déperditions de chaleur
Source : Le confort thermique www.ecophon.com

-**Stratégie de confort thermique :**

***Confort d'hiver :**

Au confort d'hiver répond la stratégie du chaud :

*Capter la chaleur par rayonnement solaire (les surfaces vitrées).

*Stocker dans la masse (l'inertie des matériaux).

*Conserver par l'isolation (l'isolation des parois).

*distribuer dans le bâtiment (par convection et rayonnement). ²⁶

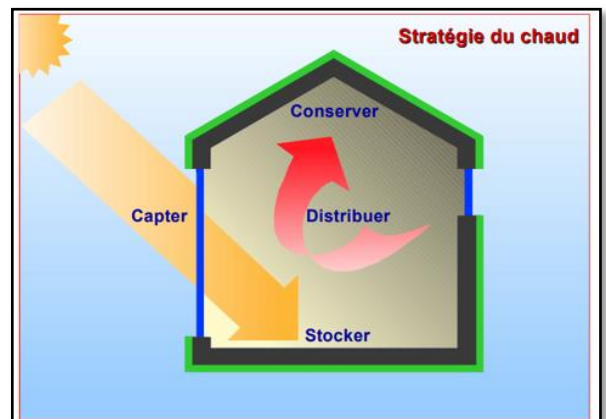


Figure 19 : : le confort d'hiver
Source : livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

²³ Livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Liébard Alain, De Herde André, 2005, Observ'ER, p27

²⁴ Livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Liébard Alain, De Herde André, 2005, Observ'ER, p27

²⁵ Le confort thermique www.ecophon.com

²⁶ Livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Liébard Alain, De Herde André, 2005, Observ'ER, p31

*Confort d'été :

Au confort d'été répond la stratégie du froid :

-Se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur :

Il s'agit de protéger la construction de l'ensoleillement direct afin de limiter les gains de chaleurs par des écrans. Et une isolation et une inertie thermique efficace.

-Minimiser les apports internes :

Minimiser les apports internes vise à minimiser les apports thermiques provenant de l'occupation des usagers et leurs utilisations de l'énergie dans l'habitat.

-Dissiper la chaleur en excès : Il s'agit de dissiper l'air chaud rentré pendant la journée, La disparition des surchauffes par la ventilation naturelle nocturne ou ventilation transversale On peut aussi avoir une ventilation verticale.

-Refroidir naturellement : Le refroidissement dans l'habitat se fait par plusieurs dispositifs naturels, telle que la ventilation naturelle. La présence de l'eau ou encore la végétation peut améliorer la qualité d'ambiance thermique.

-Eviter la chaleur : Il s'agit d'éviter le transfert de la chaleur vers l'intérieur par les matériaux (l'isolation des murs et les toitures), ainsi par la ventilation des espaces sous toiture et encore par la présence des végétaux, sur les murs verticaux ou par des toitures végétalisées.²⁷

*Stratégie de ventilation naturelle :

L'air se déplace grâce la pression dues au vent qui existent entre les façades du bâtiment et grâce à la différence de masse volumique en fonction de sa température. La circulation de l'air est donc totalement naturelle.²⁸

*Type de ventilation naturelle :

- ventilation par simple exposition (ouverture des fenêtres)
- ventilation traversant (le vent)
- ventilation par tirage thermique
- ventilation vent et tirage thermique associés.²⁹

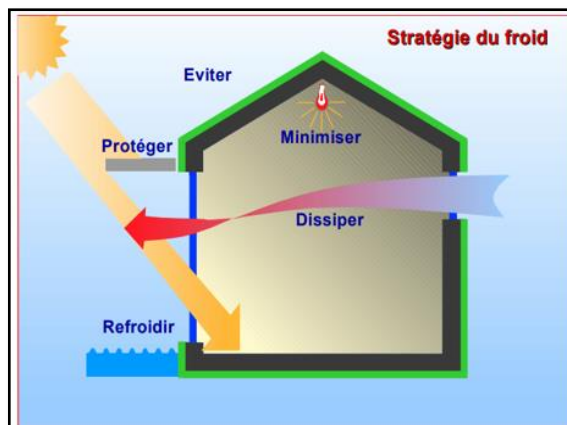


Figure 20 : le confort d'été
Source : livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique

-Confort visuel :

Un bon éclairage doit garantir à l'habitant qu'il puisse exercer ses activités le plus efficace possible (performance visuelle) en assurant son bien-être (confort visuel) et en lui apportant un certain agrément visuel (lumière naturelle).³⁰

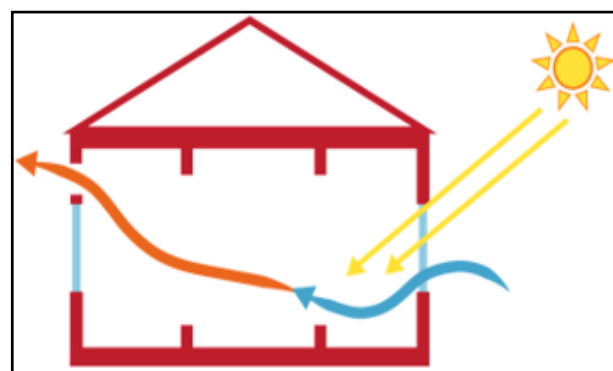


Figure 21 : schéma de ventilation naturelle (ventilation traversant)
Source : Optimisation de la consommation énergétique des systèmes de chauffage et de climatisation. stockage.univ-valenciennes.fr
03/11/2018, 16 :00

²⁷ Livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Liébard Alain, De Herde André, 2005, Observ'ER p32

²⁸ Ventilation naturelle. www.energieplus-lesite.be.22:05.02/11/2018

²⁹ Ventilation naturelle www.ooreka.fr 22 :26.02/11/2018

³⁰ Livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Liébard Alain, De Herde André, 2005, Observ'ER, p43

-Paramètres du confort visuel :

Le niveau d'éclairage de la surface de travail.

Le contraste de luminance entre l'objet observé et son support.³¹

-Stratégie de l'éclairage naturelle:

Capter

Pénétrer.

Repartir.

Protéger et contrôler.

Focaliser.³²

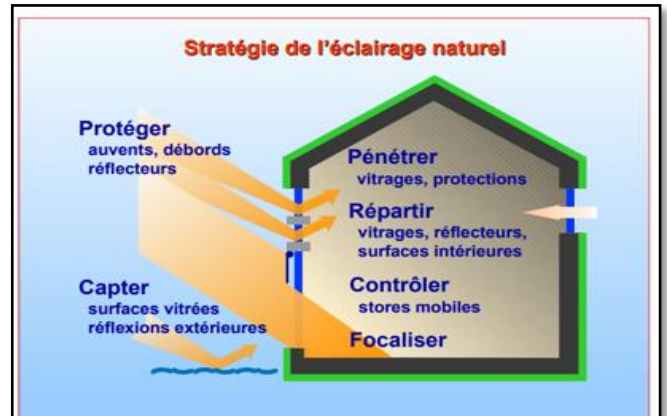


Figure 22 : stratégie de l'éclairage naturel
Source : livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques

-Confort respiratoire :

Est ressenti travers des odeurs et dans les bâtiments bien isolés sont souvent étanche. L'air ne s'y renouvelle pas suffisamment et il fréquent de constater que la pollution intérieure de l'air y est plus élevée qu'à l'extérieur. Le meilleur remède c'est ventiler et contrôler les sources de pollution.³³



Figure 23 : jardin durable
Source : www.espaces-verts-val-des-francs.fr.

I.2.4 Dispositifs et techniques du confort thermique :

-Dispositifs d'architecture durable qui fait partie de la conception :



Figure 26 : façade végétalisée
Source : www.construction21.org 15 :52 23/03/2019

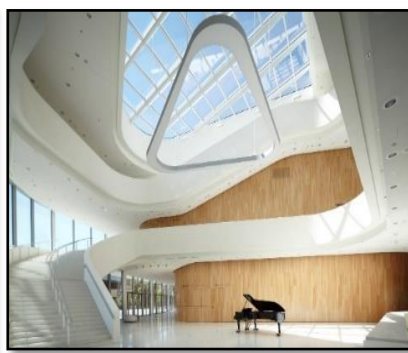


Figure 25 : atrium
Source: www.montforthausfeldkirch.com 18:35 18/02/2019

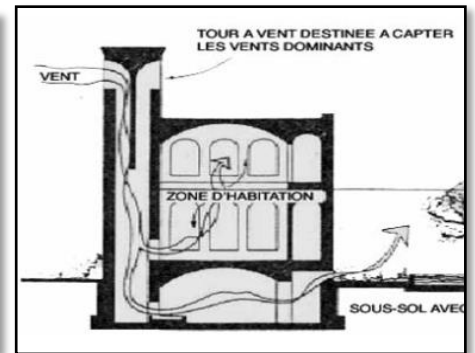


Figure 24 : tour à vent
Source : « Mécanisme de climatisation naturelle » Article al-ahram, wajih al sakkar 19 octobre 2010

- **Atrium** : Une partie d'un bâtiment à toit ouvert, bien que maintenant il a plus généralement un toit en verre. L'atrium est utilisé aujourd'hui pour laisser entrer la lumière naturelle et pour relier l'espace intérieur protégé à l'environnement extérieur.³⁴

³¹ Livre : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Liébard Alain, De Herde André, 2005, Observ'ER, p43

³² Idem, p49

³³ Idem, p33

³⁴ Atrium en architecture: définition et présentation. *Melissa Olivieri*

PARTIE THEORIQUE

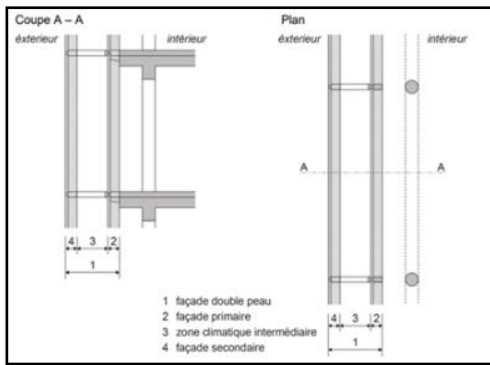


Figure 28 :façade double peaux
Source : bâtiments à façades double-peau. Association des établissements cantonaux d'assurance incendie .PDF.

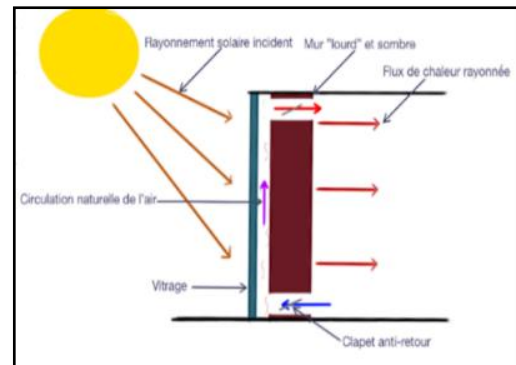


Figure 27 : mur trompe
Source : www.bc-maison-ecologique.fr 20/10/2018 12:25

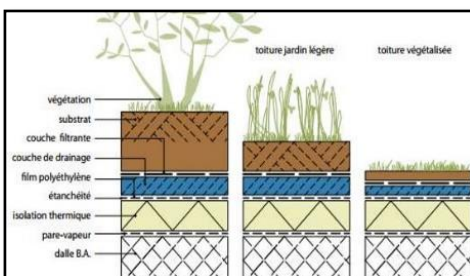


Figure 31 : toiture végétalisée
Source : MANUEL DE BONNES PRATIQUES ARCHITECTURALES– Juin 2017 p39



Figure 30 : zone tampon (véranda)
Source : www.veranda-veranco.com

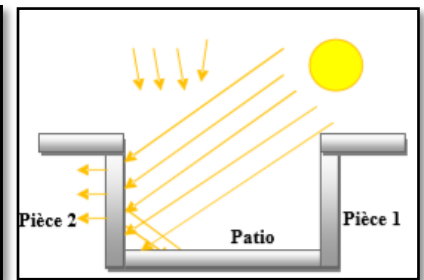


Figure 29 : patio
Source : Encyclopédie scientifique

- **Façade double peaux** : Est une paroi extérieure à plusieurs couches composées de deux niveaux de façade. Le niveau extérieur a pour fonction de supporter les contraintes environnementales. Le niveau intérieur délimite les différentes zones utiles et assure en règle générale la fonction d'isolation thermique. L'espace entre ces deux façades constitue une zone climatique intermédiaire, généralement ouverte sur plusieurs étages.³⁵
- **Toit végétalisé** : La toiture végétalisée utilise la terre et les végétaux comme barrière thermique. Elle permet de réaliser une isolation phonique, thermique, une étanchéité à l'air et à l'eau, ainsi qu'une résistance au vent et au feu. En saison chaude. Elles permettent de diminuer l'absorption d'énergie solaire contribuant ainsi au maintien d'une température intérieure stable et plus fraîche.³⁶
- **Patio** : Une cour intérieure à ciel ouvert permet une protection temporaire contre le soleil, ainsi que celle de la pluie au niveau du rez-de-chaussée et de l'étage. La présence de l'eau constitue à son tour un aspect important, permettant le rafraîchissement de la température ambiante par humidification. Comme autre régulateur de la température.

Dans l'éclairage naturel de l'espace intérieur de la maison en absence d'éblouissement visuel.

L'utilisation plus facile de l'éclairage naturel permettant, pratiquement toute l'année, aucun éclairage artificiel aux heures ouvrables.³⁷

³⁵ Bâtiments à façades double-peau. Association des établissements cantonaux d'assurance incendie .PDF

³⁶ MANUEL DE BONNES PRATIQUES ARCHITECTURALES Écoconstructions et efficacité énergétique dans les bâtiments– Juin 2017 p39

³⁷ Encyclopédie scientifique

-Dispositifs d'architecture durable après la conception (les corrections) :



Figure 34 : brises solaire
Source: www.archzine.com



Figure 33 :les stores
Source : www.azurbaie.com 19 :20

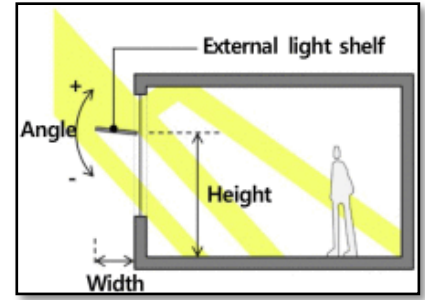


Figure 32: light shelf
Source: Light shelf livre: Energy and Buildings ELSEVIER 1 June 2017

- **Brises solaires** : Sont des installations fixes ou mobiles ayant pour le but de protéger les parois et les ouvertures du rayonnement Solaire direct.³⁸

-Technique active :

Climatisation et chauffage en mode VRV® :

Le système DRV (Débit de Réfrigérant Variable), aussi appelé VRV (Variable Refrigerant Volume) ou encore VRF (Variable Refrigerant Fluid), - est un système à détente directe qui permet de chauffer et/ou refroidir un bâtiment en faisant circuler un fluide frigorigène dans des tuyauteries en cuivre entre une unité extérieure et plusieurs unités intérieures.

Le système VRV (Variable Réfrigérant Volume) fonctionne avec le principe d'un réfrigérant dont le volume est variable selon les besoins des unités intérieures de confort.³⁹

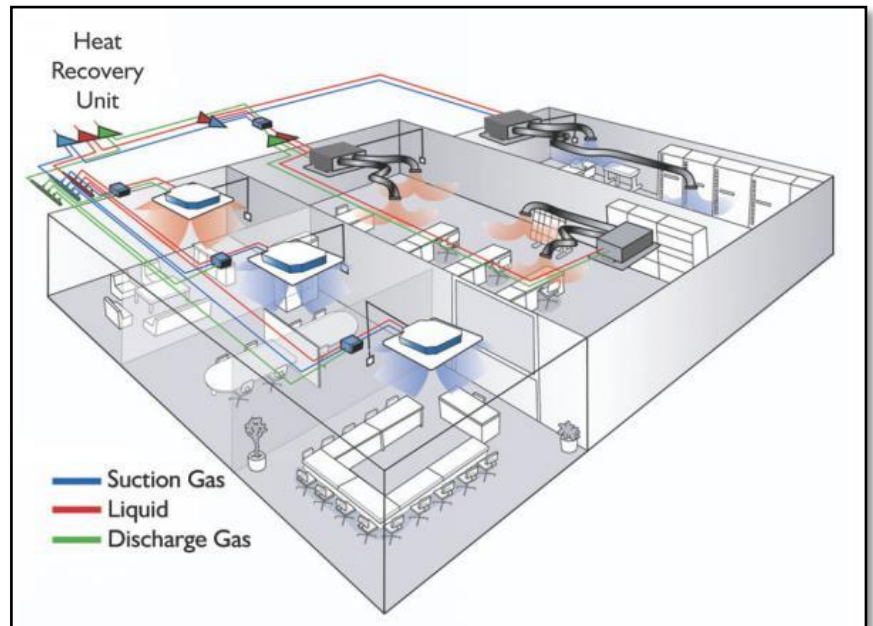


Figure 35 :schéma d'installation de système VRV
Source : www.guidebatimentdurable.brussels

1.2.5 Energies renouvelables :

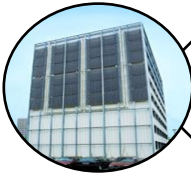
Des sources d'énergie dont renouvellement naturel est assez rapide pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables à l'échelle des temps humain. Elles constituent une solution respectueuse de l'environnement. Elles permettent d'acquérir une certaine autonomie énergétique et de réaliser des économies à moyen et long terme.⁴⁰

³⁸ Livre : « 100 mots de la construction durable » 3ème Edition

³⁹ www.guidebatimentdurable.brussels

⁴⁰ Livre : « les énergies renouvelables ». Jean Christian Lhomme, 2004, p42

I.2.6 Types des Energies renouvelables⁴¹ :



Energie solaire :

Provient du flux de photons émis par le soleil utilisé soit pour la production de chaleur (solaire thermique), soit pour la production directe d'électricité (solaire photovoltaïque)



Energie éolienne:

Qu'on tire de la force du vent qui circule des hautes vers les basses pressions de l'atmosphère

L'énergie éolienne est produite par des aérogénérateurs qui captent à travers leurs pales l'énergie cinétique du vent et entraînent elles-mêmes un générateur produit de l'électricité d'origine renouvelable



Energie hydraulique:

Elle est obtenue à partir de la force mécanique des chutes d'eau L'eau fait tourner une turbine qui entraîne un générateur électrique qui injecte les Kilowattheures sur le réseau.



Biomasse:

Obtenue par la combustion d'un combustible ou d'un carburant tiré de la matière organique (les plantes, les arbres, les déchets des animaux...) aussi fabriqué par photosynthèse du carbone Comprend trois familles principales :

- Les bois énergie ou biomasse solide - Le biogaz - Les biocarburants



Géothermie:

Le principe de la géothermie consiste à extraire l'énergie contenue dans le sol pour l'utiliser sous forme de chauffage ou l'électricité .partout, la température croit depuis la surface vers l'intérieur de la terre

I.2.7 Matériau durable :

Matériau durable (éco matériau) ou encore (matériau sain) : Est un Matériau d'origine naturelle, disponible en quantité, facilement mobilisable, aisément recyclable, produit et mis en œuvre dans le respect de ceux qui le font, inoffensif au plan santé, peu énergivore, performant (ça c'est un minimum) et durable.⁴²



Figure 36 :terre cuite
Source : Les-Eco-matériaux-et-matériaux-bio
www.build-green.fr 23/03/2019 16 :43

I.2.8 Principes et critères de matériau durable :

Pour répondre aux critères et principes du développement durable, un éco matériaux doit :

- Provenir pour ses matières premières de ressources durablement renouvelables.
- Présenter des qualités techniques et performances durables dans le temps.
- Être sain, impacts négatifs sur la santé (sa mise en œuvre) au cours de sa vie, sa phase d'élimination.
- Favoriser le confort de l'habitant et de celui qui le met en œuvre (artisan, ouvrier, habitant).
- Être aussi sûr qu'un matériau « classique ».

⁴¹ Idem, p100

⁴²Les-Eco-matériaux-et-matériaux-bio sources www.build-green.fr 23/03/2019 16 :43

- Avoir un impact (coût) environnemental et énergétique faible ou neutre. En particulier le matériau de base ne devrait pas être rare, et il doit induire une consommation d'énergie la plus faible possible de son cycle de vie. Et pas d'énergie en fin de vie.
- Présenter à long terme, des coûts d'investissement (conception-fabrication) et différés (entretien, remplacement, recyclage), évités (pollution, déconstruction, transports) connus, et les plus bas possibles.⁴³

- **Synthèse:**

La durabilité d'un bâtiment assure le confort et la santé des occupants et limite au mieux les impacts sur l'environnement, s'intégrer dans le milieu avec utilisation des ressources naturelles et locales limitant la consommation énergétique, donc pour réussir la conception d'une école primaire durable pour enfants à besoins spécifiques moteur nous devons intégrer les principes et les dispositifs de l'architecture durable au des début de la phase conceptuel.

⁴³ Les éco matériaux www.reseau-ecohabitat.fr 03/11/2018,16 :31

• Chapitre 2 : étude analytique

• Introduction :

Ce chapitre présente l'étude analytique à travers laquelle tous les exemples sont analysés d'une manière détaillée, dans le but de comprendre le passage entre le cadre méthodologique aux projections dans le plan réel (de l'idée à l'objet), et extraire des points essentiels tels que l'inspiration des idées, des techniques, des solutions climatiques, le programme, principe de la conception des écoles, fonctionnement des écoles...etc.

I. Choix des exemples :

Le premier exemple est choisi par rapport à son architecture, son programme, et ses techniques de durabilité utilisées comme principes de base dans la conception architecturale.

Le deuxième exemple est choisi par rapport à son architecture, son programme, et ses techniques de durabilité et surtout par rapport son climat identique à celui de la ville de Laghouat.

II. Exemple 01: Notley green

II.1 Fiche de présentation du projet :

Projet: Notley green.
 Ville: Great notley Angleterre
 Milieu : village
 Climat: tempéré océanique
 Architect : allford hall Monaghan Morris
 Niveau d'enseignement : maternelle et élémentaire de 12 classes
 Nombre d'élève :360
 Ages : 4 à 11 ans
 Fin des travaux : 1999 phase 1 et 2005 phase 2
 Maitre d'ouvrages : Essex country Council
 Surface:1694m²
 Prix : -2001 - Prix Civic Trust
 -2000 - Innovation de l'année, Building Services Awards
 - 2000 - Prix RIBA



Figure 37 : notley green
 Source: Good and bad school design BBC news

II.2 Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

II.2.1 Plan de Situation :

École notley green est située au Sud-est Angleterre dans La ville Essex en Braintree Great notley dans la route de Bickling.

Le projet s'inscrit au cœur d'une nouvelle opération de Lotissement entourée par des zones résidentielles.

Implanté à proximité de transports en commun
 Cette implantation offre la sécurité et le confort acoustique pour l'école



Figure 38 :plan de situation
 Source : Google earth

PARTIE THEORIQUE

La légende :

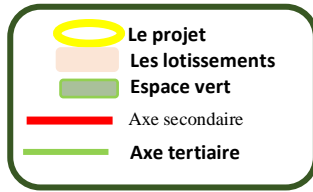


Figure 39 : plan de situation
Source : Google Earth

II.2.2 Différents éléments constituant l'espace extérieur :

Le projet est implanté dans un milieu rural en parallèle avec la voie.

Il est entouré par une mini clôture rurale et renforcée par une bande des arbres.

L'espace vert occupe une grande partie du projet avec ces deux types surfacique et ponctuelle.

La liaison entre les deux blocs de projet est assurée par une structure textile démontable.



Figure 44 : plan de masse
Source : Google Earth



Figure 43 : lac
source : www.essexschoolsjobs.co.uk



Figure 42 : espace vert
Source : www.externalworksindex.co.uk



Figure 41 : aire de jeux
Source : www.externalworksindex.co.uk



Figure 40 : structure textile
Source : <http://www.bhpp.co.uk>

II.2.3 Occupation de la parcelle :

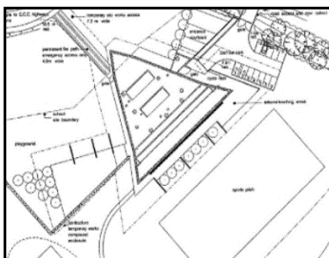


Figure 47 : le projet avant extension
Source : Great Notley Primary School www.ahmm.co.uk

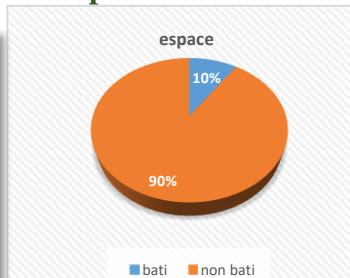


Figure 46 : espace bâti et non bâti avant extension
Source : l'auteur



Figure 45 : le projet après extension
Source : Great Notley Primary School www.ahmm.co.uk

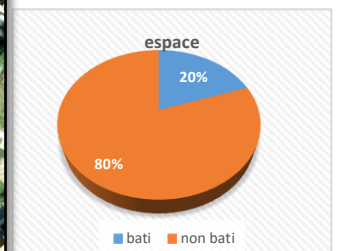


Figure 48 : espace bâti et non bâti après extension
Source : l'auteur

Le bâti prend un faible pourcentage par apport à la parcelle parce que le milieu est rural.

II.2.4 Accessibilité :

L'accessibilité du projet est facile et directe pour les différents usagers « Elèves, enseignants et personnels auxiliaires »



Figure 52 :accès mécanique
www.grmroofing.co.uk

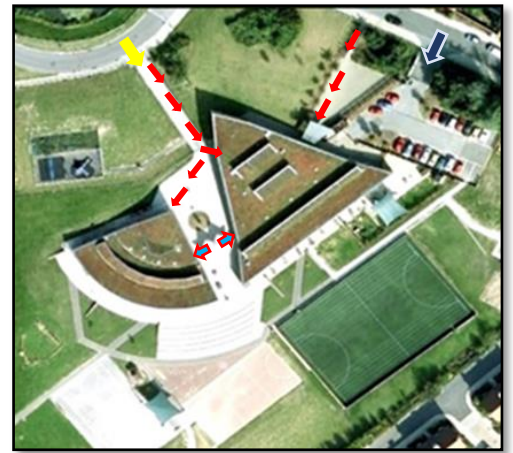
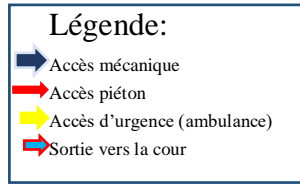


Figure 49 : l'accessibilité du projet
Source: Great Notley Primary School
www.ahmm.co.uk



Figure 53 : entrée administratif
source :www.grmroofing.co.uk



Figure 51 : sortie vers la cour
source :timothysoararchive.co.uk



Figure 50 :entrée principale
Source : www.ahmm.co.uk

II.2.5 Nature formelle du projet (volumétrie) :

Le projet se compose de deux volumes éclatés implantés dans un milieu rural

Le premier volume était réalisé en 1999 le deuxième volume c'est extension du projet en 2005.

Idée du projet dans la phase 1 : le choix d'une forme géométrique triangulaire brute appréciable par les enfants: « pupils enjoy learning in their unusual school building with many hidden corners and surprises »

Pour la deuxième phase l'architecte a gardé la même idée de base que la première en faisant le choix sur une forme circulaire dynamique et attractive pour les enfants.

La relation entre les deux volumes est assurée par une structure textile démontable.

Pour l'affectation des deux blocs, le volume triangulaire prend l'élémentaire et l'un quart de cercle prend la maternelle.



Figure 54 : la volumétrie du triangle
Source : timothysoararchive.co.uk



Figure 55 : la volumétrie du quart de cercle
Source : www.bhpp.co.uk



Figure 56 :plan de masse de projet
Source : Google earth

II.2.6 Gabarit :

RDC seulement avec une hauteur de 5 m vue la situation du projet (projet au milieu rurale)



Figure 58 :gabarit du quart du cercle
source :www.bhpp.co.uk



Figure 57 :gabarit du triangle
source :timothysoararchive.co.uk

II.2.7 Entrée :

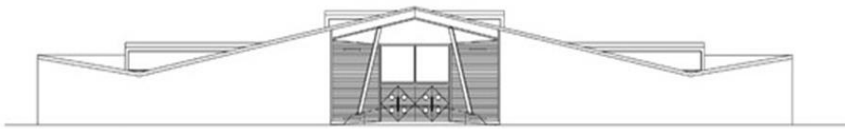


Figure 59 :entrée principale
Source : www.ahmm.co.uk



Figure 60 :entrée principale
Source : www.ahmm.co.uk

Une entrée identique à celle des maisons de ville pour procuré un sentiment de sécurité chez les enfants.



Figure 63 :exemple du lotissement
www.zoopla.co.uk



Figure 62 : exemple du lotissement
source:www.primelocation.co



Figure 61 :exemple du lotissement
source :www.primelocation.com

II.2.8 Façades :

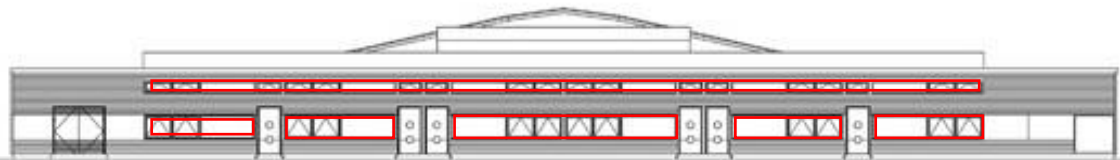


Figure 65 : façade sud
Source : www.ahmm.co.uk



Figure 64 :façade sud
Source : timothysoararchive.co.uk

Pourcentage de plein et vide : 40%

Deux bandes des fenêtres contournent ses élévations pour faire référence à l'horizontalité du paysage et pour profiter le maximum d'éclairage naturel pour les classes

PARTIE THEORIQUE



Figure 67 : façade ouest
Source : www.ahmm.co.uk



Figure 66 : façade est
Source : www.ahmm.co.uk

Pourcentage de plein et vide : 25%

Le pourcentage plein et vide est faible mais l'Architecte a joué sur les textures pour faire référence à l'horizontalité du paysage et souligner les montées et les descentes du toit de l'immeuble

En général il a utilisé le même traitement des façades pour donner une harmonie sur la totalité du projet

II.2.9 Organisation des espaces :

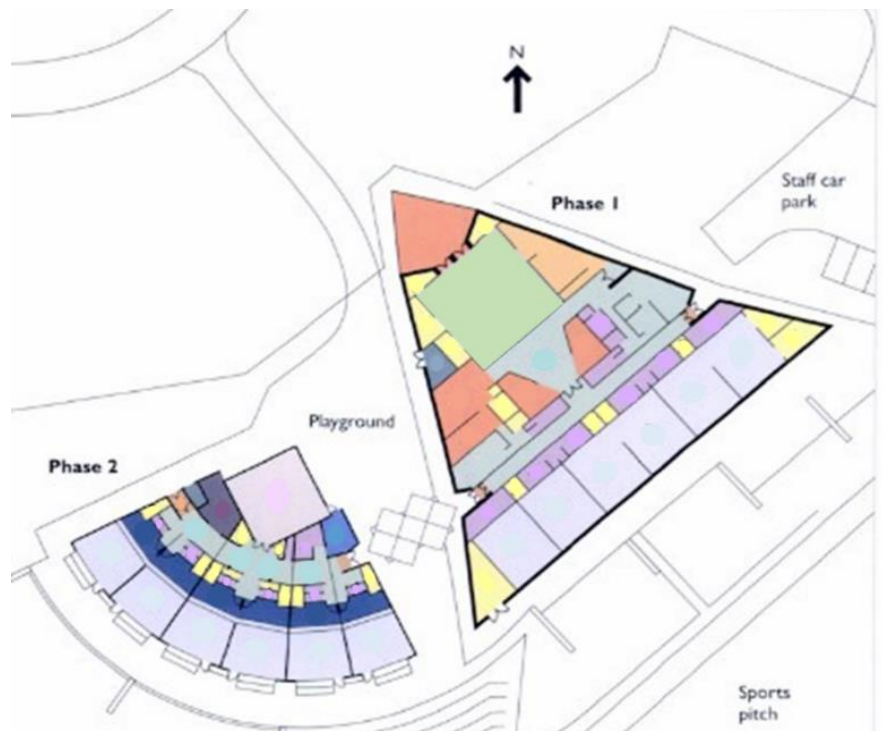
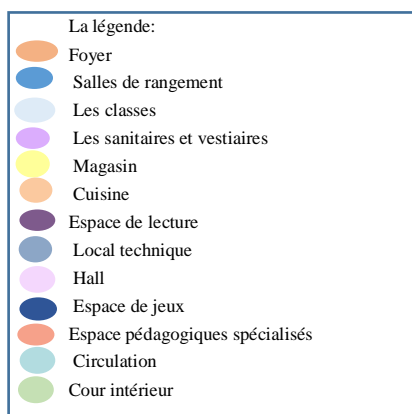


Figure 68: plan d'organisation
Source: Schools for the Future: Design of Sustainable Schools; Case Studies

-Surface du quart du cercle 650 m²

-Surface du triangle 1044 m²

-Le plan du phase 1 dégage en outre une cour intérieure centrale cette cour et un espace de circulation aussi facile à combiner avec la cour et les autres locaux

-La pointe du triangle abrite le préau structuré par un petit amphithéâtre

-L'école à 6 classes orientées au sud est elles ouvrent sur des terrasses extérieures, la salle d'informatique donne au sud ouest sur les aires de jeux, les bureaux et les pièces de service offrent au nord et nord est

-Le plan du phase 2 a le même principe du plan du triangle est dégagé en outre un hall. Ce hall est un espace de circulation aussi facile à combiner avec la cour et les autres locaux.

II.3 Aspects liées à la durabilité :

II.3.1 Écoconstruction :

-Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

- **Implantation :**

L'école notley green est implantée dans un milieu rurale elle est composée de deux volumes séparés compacts ils occupent 10% de la parcelle

- **Orientation :**

Le bâtiment est orienté sur l'axe sud-est / nord-ouest

- **Matériaux :**

Tous les matériaux ont été évalués en termes d'utilisation, d'énergie incorporée, d'impact environnemental, d'établissement du coût du cycle de vie et de potentiel recyclable.

-Les murs intérieurs sont construits en maçonnerie porteuse qui supporte une structure de toit en bois.

-Le linoléum a été utilisé dans certaines zones d'enseignement et d'administration, ainsi que dans des couloirs, des toilettes et des vestiaires. Des planches de bambou comprimées recouvrent le sol de la salle.

-La charpente en bois et les murs extérieurs respirant sont recouverts de bois de cèdre non traité et construits à partir de poteaux en bois, avec une isolation en cellulose

- **Système constructif :**

Élément	Construction
Des murs	Les murs extérieurs : des poteaux en bois porteurs "mur de respiration", isolation Warmcel, peau de remplissage en plaques de plâtre, revêtement extérieur en cèdre Les murs intérieurs en blocs de béton soutenus par semelle filante
Fenêtres et portes	Éléments à double vitrage low E en bois résineux et bois tendre, portes en bois résineux
Des sols	Panneaux préfabriqués en béton, finition bois Panneaux préfabriqués en béton, finition moquette / linoléum
Toit	Une structure de toit en bois comprend une série de poutres en maçonnerie I s'étendant de 4 à 12 m sur les murs en blocs et les murs à ossature extérieure. revêtement de toit en sedum Erisco Bauder, lanternes, revêtement en contreplaqué, cadres en bois tendre revêtu d'aluminium
Dalle	La dalle de rez-de-chaussée suspendue et composée d'une série de planches en béton préfabriqué s'étendant sur la semelle filante.

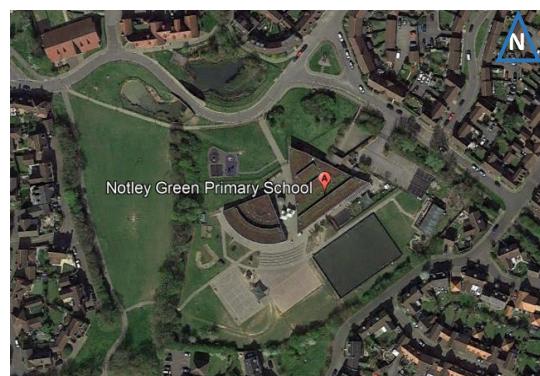


Figure 69 :implantation du projet
Source : Google Earth



Figure 70 :linoléum et le bambo
source : www.ahmm.co.uk



Figure 71 :le bois et les murs en maçonnerie source : www.ahmm.co.uk

II.3.2 Eco-gestion :

Le consultant en environnement Atelier Ten, en association avec les autres membres de l'équipe, a procédé à une évaluation des options permettant de renforcer la durabilité. Le potentiel d'application de quatre technologies établies à Great Notley a été analysé:

-L'énergie éolienne :

Une taille de turbine et de batteries pour faire face à la charge hivernale. Cela nécessiterait un mât et un rotor de 10 m de diamètre. La solution fournirait environ 70% de la demande annuelle de l'école.

Une taille de turbine et de batteries pour répondre à une charge de circuit spécifique.

Une petite turbine de démonstration avec un diamètre de rotor de 2,4 à 3,6 m sur un mât de 10 m. À raison de 1 000 à 2 000 kWh par an, il ne générerait que 3 à 6% des besoins énergétiques totaux du bâtiment.

-Le photovoltaïque :

Une zone de panneau PV pour faire correspondre le débit de pointe solaire à la demande de pointe estivale. Cela nécessiterait une surface PV de 70 m² inclinée selon un angle compris entre 20 et 30 degrés pour répondre à la charge maximale de 7 kW.

-Le chauffage solaire :

La lucarne au-dessus du hall principal offre un emplacement approprié avec une inclinaison optimale pour un ensemble de capteurs solaires à plaques planes offrant la méthode de production d'eau chaude la moins coûteuse.

La biomasse : A comme carburant n'a pas été retenue. L'inconvénient majeur était que la biomasse nécessitait beaucoup d'entretien, nécessitant une présence quotidienne, et l'école a décidé que cela ne pouvait être justifié. Le coût de l'emploi d'un boiler man dépasserait de loin toutes les économies réalisées.

-Contrôle solaire :

Le gain solaire direct est contrôlé au périmètre par le brise-soleil.

-Gestion de l'eau :

Le toit, un toit « vert » Erisco-Bauder comprenant une couverture végétale, des filtres et des membranes de drainage, comporte des bandes de drainage périphériques qui descendent jusqu'aux tuyaux de descente. Il est posé sur un pont à plis isolé reposant sur des solives en maçonnerie de 400 mm de profondeur.



Figure 72 :turbine
Source : timothysoararchive.co.uk



Figure 73 : photovoltaïque et chauffage solaire
Source : timothysoararchive.co.uk



Figure 74 :les brises solaire
source :timothysoararchive.co.uk

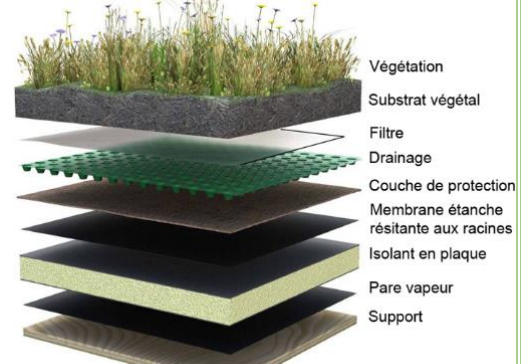


Figure 75 :toiture végétalisé
Source : www.new-learn.info

II.3.3 Confort :**-Confort visuel :**

Niveaux éclairants design

Bureaux 500 lux

Cuisine 300 lux

Salle informatique 300 lux

Toilettes 100-150 lux

Zones de circulation 100-150 lux

Indice de reflets 19 indice 19



Figure 76 :confort visuelle
Source : www.new-learn.info

La perception des espaces comme étant faible ou lumineuse

dépend de la luminance moyenne dans le champ de vision de 40 degrés au-dessus et au-dessous de l'horizontale. Au-dessous de 30cd / m², les espaces ont tendance à être perçus comme sombres. La transition à brillant apparaît entre 30 et 100 cd / m². Malgré des niveaux de lumière suffisants dans les espaces de travail, la faible luminance sur les surfaces verticales fait souvent l'objet de plaintes.

-Confort hygrothermique :

Températures et humidités extérieures

Hiver -4C / samedi

Été (non a / c) 29C db, 19C wb

Températures / humidités nominales

Salles de classe 18C Bureaux 20C Salles de réunion 18C

Circulation et toilettes 18C + 2C

Eté 28C, 60% HR (non critique)

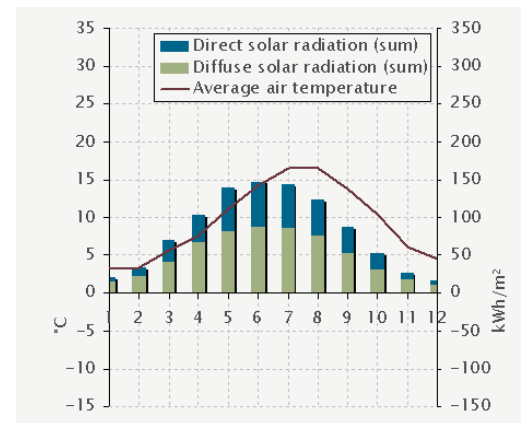


Figure 77 :confort thermique
Source : www.new-learn.info

II.3.4 Techniques actives :**-Chauffage /climatisation :**

-La ventilation mécanique est uniquement dans les toilettes et la cuisine.

Dans les toilettes, la ventilation par cheminée Willan Passivent fournit 5-6 ac / h. Dans la cuisine, l'usine d'extrait est placée à haut niveau sous la forme d'un ventilateur d'extrait à deux vitesses.

-Les chaudières à condensation fonctionnent mieux avec les systèmes de chauffage par le sol et un système Pipe2000 a été utilisé chez Notley. Il comprend des longueurs continues de tuyaux en polyéthylène enfouis dans la chape et alimentés par des collecteurs de zone situés autour du bâtiment. Zones de contrôle dans le bâtiment sont contrôlées par un thermostat réglable avec une valeur de consigne de 21 ± 2 degrés. Trois collecteurs desservent les 22 zones du bâtiment.

-Gestion d'énergie électrique :

L'éclairage naturel est complété par un éclairage artificiel fourni par des lampes fluorescentes compactes basse consommation dans des luminaires encastrés au plafond.

-Sécurité :

- Les entrées et les sorties sont contrôlées par des agents avec mini clôture et renforcées par les arbres
- Le projet est implanté côté d'un axe secondaire éloigné des axes principaux.

III. Exemple 02: école élémentaire Gloria Marshall

III.1 Fiche de présentation du projet :

Projet: Gloria Marshall elementary school
 Ville: Spring, Texas, USA
 Architect: SHW Group
 Surface: 9.847 m²
 Date: 2008-2010
 Climat: chaud et aride
 Catégorie : élémentaires et moyen
 Maître d'ouvrages : Essex country Council
 Surface:1694m²
 Prix : * Lauréat du AIA Design Awards 2011
 * Gagnant TASA TASB Caudill 2011
 * USGBC Green School 2011
 Certification: LEED Gold



Figure 78: Gloria Marshall elementary school
 Source: www.rses.org

III.2 Aspect architectural, fonctionnel et paysager :

III.2.1 Plan de Situation :

L'école l'une des écoles élémentaires les plus vertes de l'État du Texas est située au Sud-est de Texas.

Le projet est entouré par des lotissements implantés à proximité d'espace vert.

Cette implantation offre la sécurité et le confort acoustique pour l'école

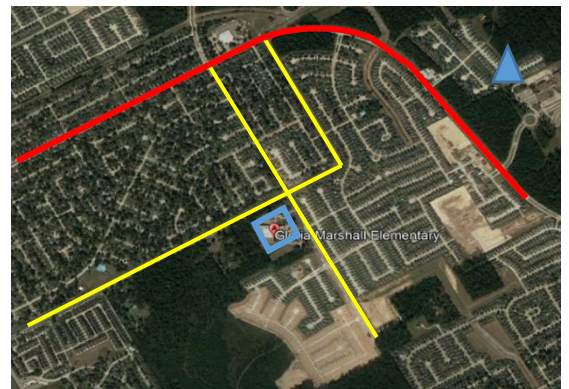
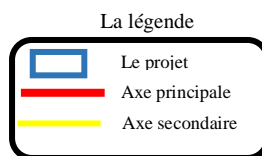
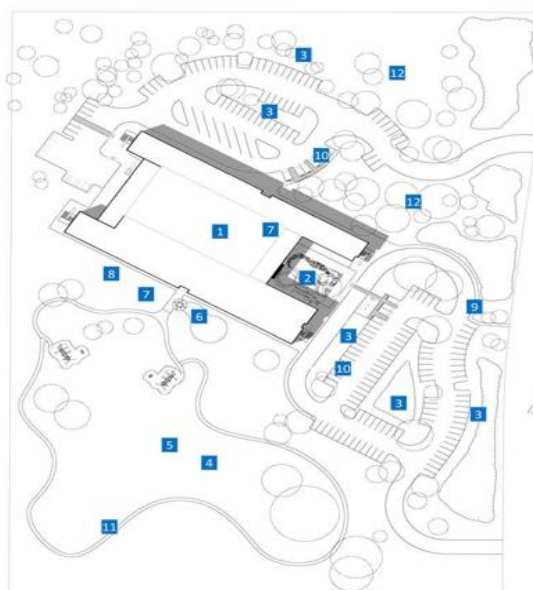


Figure 79 :plan de situation
 Source : Google earth

III.2.2 Différents éléments constituant l'espace extérieur :

Le projet est implanté dans un quartier résidentiel, Il est entouré par une bande des arbres. Il prend une forme rectangulaire. Il prend deux parkings et une piste cyclable. L'entrée du bâtiment se fera à côté d'un jardin scientifique et d'un étang écologique. Le parking et les terrains de jeu se trouve un champ de forage géothermique



- 1-Toiture blanche
- 2- Bassin écologique
- 3-Races biologiques (fossé végétalisé)
- 4- Champ géothermique
- 5- Éolienne
- 6- Cadran solaire
- 7- Panneaux photovoltaïque
- 8- Collecte des eaux pluviales
- 9- Piste cyclable
- 10- Parking
- 11- Terrain naturel
- 12- Cour

Site Plan

Figure 80 : plan de masse
 Source : archdaily.com

III.2.3 Occupation de la parcelle :

Le bâti prend un faible pourcentage par rapport à la totalité de la parcelle

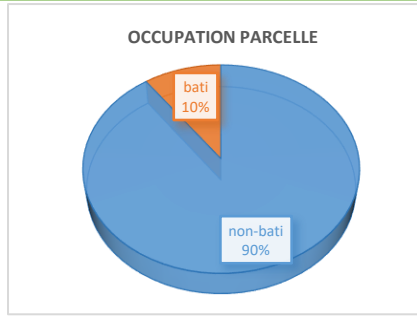


Figure 82 : occupation de la parcelle
Source : l'auteur

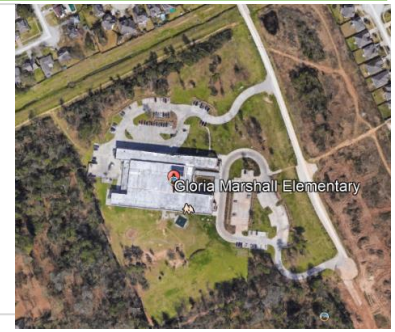


Figure 81 : plan de masse
Source : Google earth

III.2.4 Accessibilité :

Le projet est très facile d'accès au Nord-est et au Nord – Ouest par voies secondaires

Il prend deux accès mécaniques

L'accès principale orienté vers l'est et deux accès secondaires des bus et vers la cour

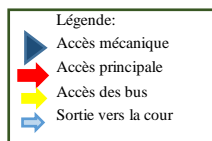


Figure 83 : accessibilité du projet
Source : Google earth

III.2.5 Nature formelle du projet (volumétrie) :

Le projet prend une simple forme (parallélépipède) implantée sur l'axe est-ouest avec deux décrochements du côté est et ouest l'un de deux décrochements est profond que l'autre pour marquer l'entrée principale du projet.



Figure 84: la volumétrie du projet
Source : Google earth

III.2.6 Gabarit :

Le projet est en R+1 la forme du parallélépipède développée en horizontalité pour une bonne intégration par rapport au paysage.



Figure 85: gabarit du projet
Source: Google earth

III.2.7 Entrée :

L'entrée du bâtiment se fera à côté d'un jardin scientifique et d'un étang écologique comprenant une citerne en surface et un abreuvoir. Ceux-ci peuvent être utilisés pour enseigner aux enfants des concepts intégrés sur les mathématiques et les sciences qui permettent des expériences réelles avec un passage piéton couvert



Figure 86 : entrée du projet
Source : www.ayalavargas.com

III.2.8 Façades :



Figure 87 : facade est
Source : archdaily.com

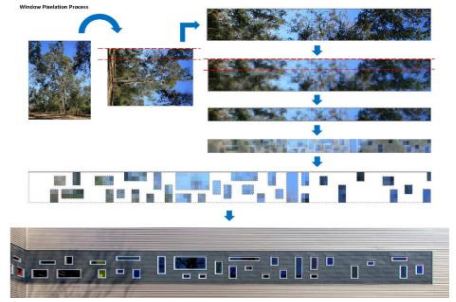


Figure 88 : pixalisation de la photo de nature
Source : archdaily.com

Pourcentage de plein et vide : 20%

La façade est : est basée sur un processus de pixellisation d'une photo de la nature existante dans l'environnement du projet ce traitement est choisis pour des raisons de conception écologique.



Figure 89 : facade sud
Source: Arch Daily

Pourcentage de plein et vide : 30%

Deux bandes des fenêtres contournent ses élévations pour faire référence à l'horizontalité du projet et pour profiter le maximum d'éclairage naturel pour les classes.

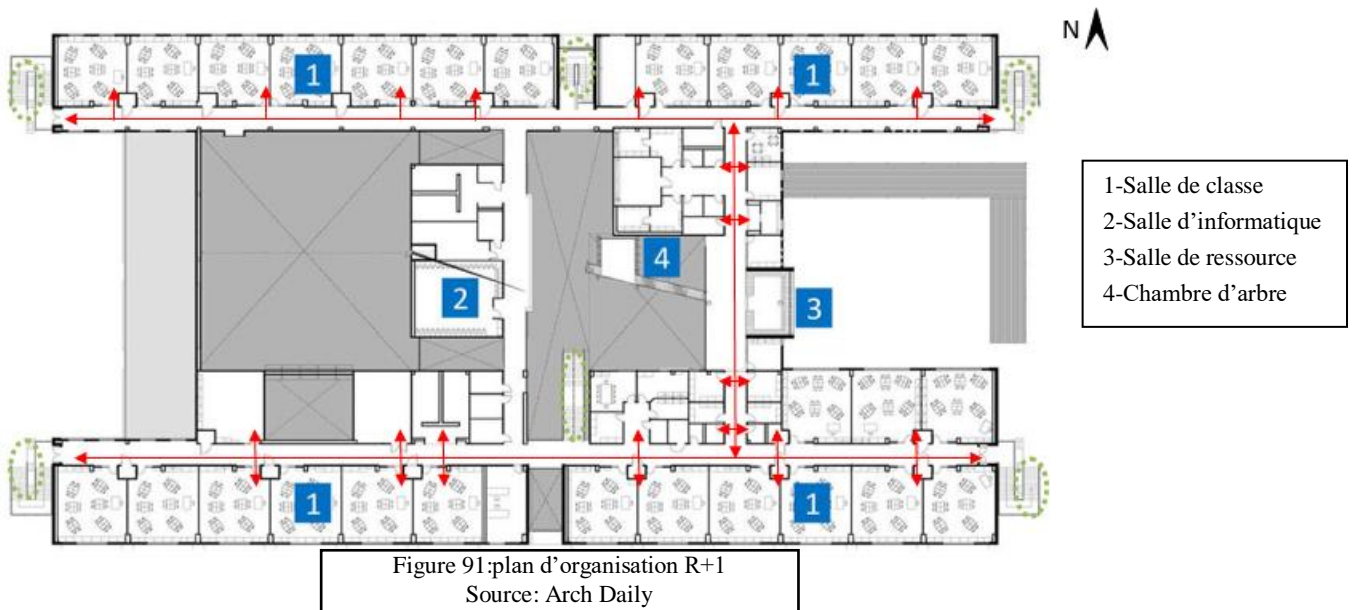
III.2.9 Organisation des espaces :



Figure 90: plan d'organisation de RDC
Source: Arch Daily

Le projet est composé de deux niveaux, le rez de chaussé abrite les classes de la maternelle jusqu' à la 2ème année dans le plan avec une distribution bilatérale.

Le plan de forme compacte présente un accès principal en Est, un accès vers la cours de récréation en Sud, un accès ver les bus en Nord. La circulation horizontale est assurée par les couloirs et la circulation verticale est assurée par des escaliers.



Dans le 1^{er} étage les salles de classe sont réservées aux élèves de 2^{ème} années jusqu' à 5^{ème} année
La circulation est linéaire avec une distribution unilatérale sur le côté Nord et bilatérale sur le côté Sud

III.3 Aspects liées à la durabilité :

III.3.1 Ecoconstruction :

-Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat :

- Implantation :

L'école est implantée dans un milieu résidentiel elle est conçue sous forme de volume compact qui occupe 10% de la parcelle

- Orientation :

L'école est un bâtiment rectangulaire de deux étages orienté avec de longs côtés orientés au nord et au sud. Chaque salle de classe dispose de lumière naturelle et les salles de classe orientées au sud tirent parti de la récupération à la lumière du jour. En outre, le bâtiment a été conçu pour que les lumières soient éteintes dans les salles de classe 75% du temps.

- Matériaux :

La plupart des matériaux utilisés pour la construction sont fabriqués avec du contenu recyclé ou à partir de ressources rapidement renouvelables

- Système constructif :

-Les murs intérieurs sont construits en béton en bois et en terre cuite et en pierre

-La silhouette en charpente en métallique et les murs extérieurs en terre cuite de plusieurs dimensions et en pierre et en métal



Figure 92 : implantation et orientation du projet
Source : Google earth



Figure 93: les matériaux du projet
Source : Arch Daily



Figure 94 : système constructif
Source: Arch Daily

III.3.2 Eco-gestion :

Le bâtiment est conçu pour utiliser un programme d'études axé sur les projets et axé sur l'environnement. Cela garantira que l'ensemble de l'école et ses éléments durables sont des outils pédagogiques. Les énergies utilisées sont :

-Énergie éolienne :

Une éolienne sur site qui convertie la force des vents en électricité elle est implantée dans la cour.

-Couleurs :

Un toit de couleur blanche très réfléchissant

-biomasse :

Un jardin de papillons le long d'un sentier pédestre

Les arbres du site existant ont été réutilisés dans le bâtiment en tant que bureaux, bancs et tables de salle de conférence



Figure 95:énergie éolienne
Source : Arch Daily

-Géothermie :

Le bâtiment utilise le chauffage et le refroidissement géothermiques, ce qui devrait permettre d'économiser au moins 25% de la consommation d'énergie par rapport au code actuel.

Sous le parking et les terrains de jeux se trouve le champ de forage géothermique abritant un système de tubes et de vannes qui permettent l'entrée et la sortie d'eau chaude et froide.

-Énergie solaire photovoltaïque :

10 000 kilowatts de cellules photovoltaïques montées sur le toit, qui transformera directement la lumière du soleil en électricité

-Contrôle solaire :

Sur les fenêtres des salles de classe ils ont utilisé des brises solaires fixés pour la protection des rayons solaires directes. L'utilisation de tablettes horizontales qui reflètent les rayons solaires pénétrés.

Gestion de l'eau :

Un réservoir souterrain de 20 000 gallons qui est également alimenté par le système de drainage du toit fournit de l'eau de pluie pour les salles de bain de l'école. La conservation de l'eau est également assurée grâce à un aménagement paysager sans irrigation. Un jardin scientifique, une table de rivière



Figure 96:contrôle solaire dans le projet
Source : Arch Daily

III.3.3 Les techniques actives :

-Chauffage /climatisation :

Le système de 275 tonnes, le premier du genre à être utilisé pour le chauffage et le refroidissement dans une école de Houston, comprend un réseau de 180 puits verticaux et une technologie de pompe à chaleur géothermique de Climat Master.

-Gestion d'énergie électrique :

L'éclairage naturel est complété par un éclairage artificiel fourni par des lampes fluorescentes compactes basse consommation.



Figure 97 :les gaines de chauffage et climatisation
Source : Arch Daily

PARTIE THEORIQUE

-Sécurité :

- Utilisation des camera toute autour du projet
- Le problème des escaliers en métal mais il était résolu par la distribution des plans : élémentaire en étage maternelle en RDC
- Le projet entouré par une végétation
- Le projet est implanté côté de deux axes secondaire éloigné des axes principaux
- **Conclusion :**

Exemple	Situation	Accessibilité	Plan de masse	Volume	Façade	Plan
Notley green	Dans un milieu rurale à caractère résidentiel	Facile et directe	-Deux accès pour accéder au projet -Une volumétrie simple mais fonctionnelle.	Gabarit : RDC Volume : régulier prolongement du projet nord/est- sud/ouest	-Marquage d'horizontalité deux bandes des fenêtres en sud -Illusion en traitement de façade est et ouest	Organisation centralisée
Gloria Marshall elementary school	Dans un milieu urbain à caractère résidentiel	Facile et directe	-Deux accès -Bâti entoure le Non bâti	Orientation: Est et l'ouest Gabarit : R+1 -projet en Monobloc	-Des façades simples -L'alignement des fenêtres en sud -l'utilisation de pixellisation en est pour marquer entrée	Organisation Linéaire

Recommandations pour la conception :

- ✓ Utilisation des formes géométriques primaires.
- ✓ Utilisation des couleurs vivantes attractives pour les enfants.
- ✓ Respect des normes de l'architecture enfantine (formes, traitements, sécurité exigences ...)
- ✓ Un projet monobloc ou articulé pour diminuer la consommation des énergies et contrôler la circulation et minimiser le contacte avec l'extérieur.
- ✓ Occupation d'une partie de site pour le bâti et l'autre réservée pour les espaces verts et plans d'eau et les aires de stationnement.
- ✓ Reprendre lors de la programmation les différentes entités d'une école primaire et la qualité spatiale de leurs espaces.
- ✓ Ajouter des espaces complémentaires au projet pour améliorer et enrichir le programme.
- ✓ L'ouverture vers l'extérieur pour la continuité visuelle, avec des espaces claires, une atmosphère accueillante permettant aux enfants d'étudier dans des conditions agréables.
- ✓ Une entrée attirante et repérable.
- ✓ Hauteur limitée vue la spécificité des usagers et la nature du projet (besoin moteur).
- ✓ Orienté le projet sur l'axe climatique est-ouest.
- ✓ La répartition des espaces selon les groupes d'âge.
- ✓ Assurer la sécurité pour les enfants avec un recul dans l'accès principale et une clôture tout autour le projet.

• Chapitre 3 : étude contextuelle

• Introduction :

A travers cette phase on va récolter et analyser des informations sur la ville de Laghouat pour choisir le site d'intervention, pour intégrer le projet dans son contexte environnemental et son milieu urbain et pour définir et estimer les stratégies adaptées suivant les particularités du climat.

La phase e contextuelle du projet, n'est donc pas seulement une simple lecture de la ville mais c'est une base d'étude pour l'analyse des aspects sociaux économiques et les caractéristiques climatiques locales de site, pour nous permettrait de faire un diagnostic du terrain afin de dégager ces potentialités et ces contraintes. L'objectif assigné de cette étude est d'identifier les variables contextuelles susceptibles d'influencer la conception durable du projet.

I. Présentation générale de la ville Laghouat :

I.1 Situation géographique :

La ville de Laghouat est située au pied de l'atlas saharien du côté nord elle s'étend sur le plateau saharien du côté sud

LAGHOUAT est définie par les coordonnées (Latitude 33° 45'50" N et Longitude 02°49'35" Altitude : 777m). Le relief de la région est en général plat à pente moyenne et faible de 0% à 3 % .⁴⁴

I.2 Limites de la ville :

La légende :

1-laghouat	13-brida
2- Ksar El Hirane	14-El ghicha
3- Bennasser benchouhra	15-hadj mechri
4-sidi makhlouf	16-sebgag
5-hassi delaa	17-taouiala
6-hassi R`mel	18-tadjrouna
7-ain madhi	19-afflou
8- tadjemout	20-El assafia
9-kheneg	21-oued morra
10-gueltat sidi saad	22-oued M'zi
11-ain sidi Ali	23-el houaita
12-beidha	24-sidi bouzid

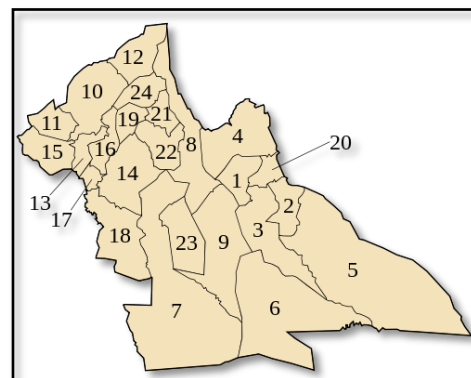


Figure 98 : Communes de la wilaya de Laghouat
Source : Wikipédia

Donc la ville de Laghouat est limitée par la commune Sidi Makhoulf ou nord et la commune d'el assafia est. En sud par la commune ksar El Hirane et nord-ouest par la commune de tadjmout et en sud-ouest par la commune de kheneg

I.3 Accessibilité :

-Réseau routier : Route nationale 01

-Réseau ferroviaire: Chemin de fer nord-sud en cour de réalisation

-Réseau aérien: L'aéroport civil se situe à 14km de la ville de Laghouat.



Figure 99 :Accessibilité de la ville de Laghouat
Source : Google Earth

⁴⁴ Monographie de la Wilaya de Laghouat Edition 2017

I.4 Équipement éducatif primaire à Laghouat :

Pour l'année scolaire 2016 / 2017

Enseignement Primaire : La wilaya compte **67** établissements utilisant 593salles de classes.

Enseignement moyen : La wilaya dispose de 23 établissements utilisant 380 salles de classes.

Enseignement secondaire : La wilaya dispose de 13 établissements d'enseignement secondaire utilisant 273 salles de classe.⁴⁵

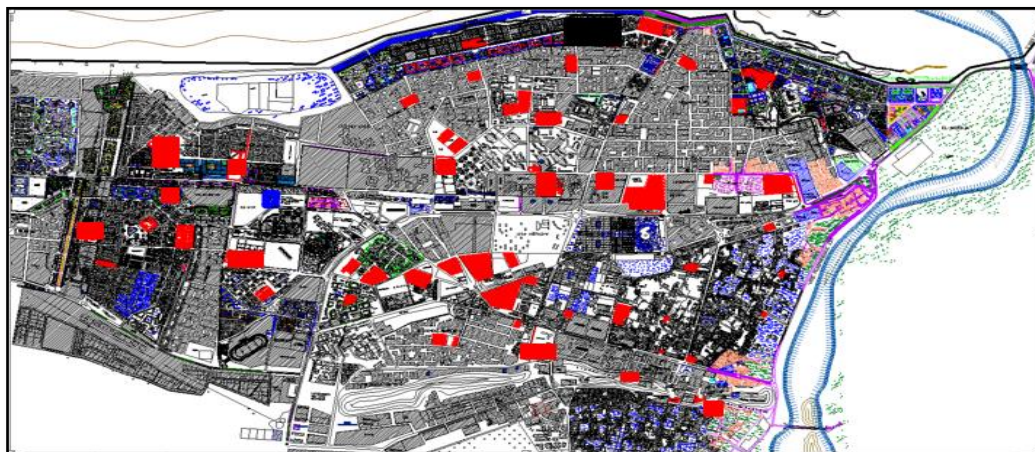


Figure 100: répartition des équipements éducatifs primaires à la ville de Laghouat
Source : PDAU Laghouat 2018. URBATIA

I.5 Différentes phases historiques de développement de la ville de Laghouat

Période des Ksour avant 1698 :

Laghouat à la fin du 17^{ème} siècle se composait de ksour satellites (Bou Mendala, nedjal, oueld sisi mimoun, bedla, kasbet ben fetouh)

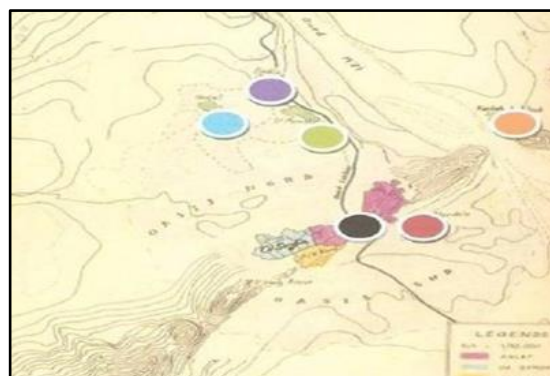


Figure 101:période des ksour
Source : l'Algérie nomade et ksourine.com

Période prés coloniale avant 1852 :

Le fusionnement de tous les ksour autour de ksar fédérateur ben bouta

La ville est isolée sur une chaîne rocheuse entre deux oasis

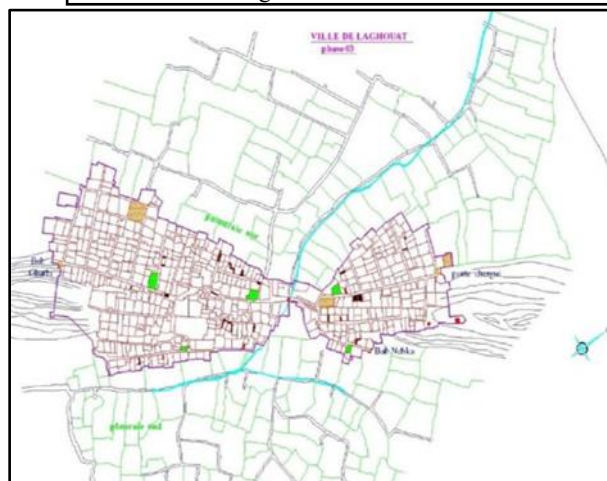


Figure 102:période prés coloniale avant 1852
Source: PDAU Laghouat

⁴⁵ MONOGRAPHIE de la ville de Laghouat 2017

Période coloniale 1852-1962 :

L'élargissement des voies de circulation
 Création et l'aménagement des places La réalisation
 de deux forts (Morand 1856, bous carène 1857)



Figure 103:période coloniale 1852-1892
 Source : PDAU de laghouat

Période post coloniale après 1962:

La ville est en pleine. Elle se dédouble sur la coté
 nord-ouest oasis nord, ouest lmhafir, khneg
 Cette extension est orientée par les obstacles
 naturels (oued mzi, oued msaad, djebel l'Ahmar)



Figure 104:période post coloniale
 Source: PDAU laghouat

Période actuelle :

Dans cette phase la ville s'est développée
 par un dédoublement de sa surface initiale
 suivant la direction (nord-ouest) du coté de
 M'hafir et suivant l'axe structurant (RN°1)
 cette extension est limitée par le djebel
 L'Ahmar

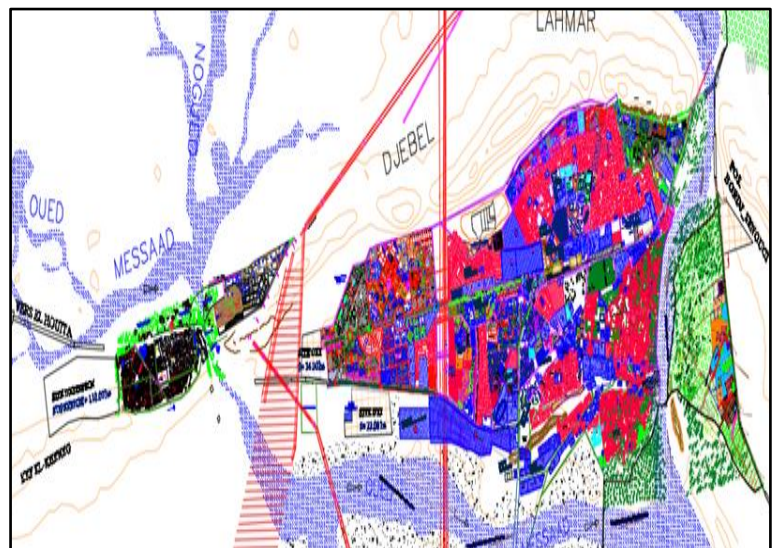


Figure 105:période actuelle
 Source: PDAU laghouat

II. Analyse climatique :

II.1 Zone climatique de la ville de Laghouat :

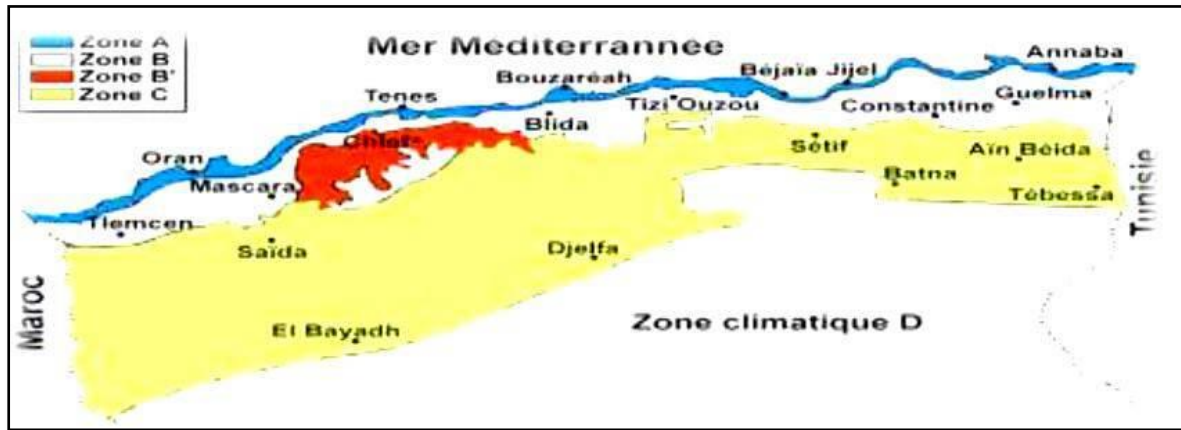


Figure 106 :découpage des zones climatiques
Source : Mazouz. S. 2004

Dans le territoire algérien quatre zones climatiques sont distinguées A.B.C et D La zone de Laghouat se trouve dans la zone D .le climat de Laghouat est distingué par la diversité des régions géographiques ce qui lui donne une diversité de climat avec des hivers froid et des étés chaud.⁴⁶

Zone D : pré Sahara et Sahara	
Variations saisonnières	02 saisons, chaude et froide
Températures	T° Moy.Max : 45° et entre 20-30° en hiver variation saisonnière de 20°. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments
humidité	Humidité réduite entre moins de 20% après midi à plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnements	Ciel clair pour une grande partie de l'année, rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchis par le sol
Végétations	Extrêmement clairsemées
Vents	Généralement locaux, les vents de sable et les tempêtes sont fréquents observé généralement pendant les après midi.

Figure 107 : Extrait des caractéristiques de la zone D
Source : Eléments de conception architecturale. Saïd Mazzouz Aspects conceptuels. OPU. Alger.2001 page 177

II.2 Température :

-Le climat de Laghouat se caractérise par une période chaude et une période froide.

-Une longue saison chaude et sèche s'étalant du mois mai jusqu'au mois d'Octobre avec des températures maximales moyennes comprises entre 27°C et 39 °C et des températures minimale moyennes entre 13 et 21.

-Une saison froide s'étalant Novembre jusqu'au mois d'avril avec des températures maximales moyen comprises entre 25°C et 15 °C et des températures minimale moyen entre 1et 8.

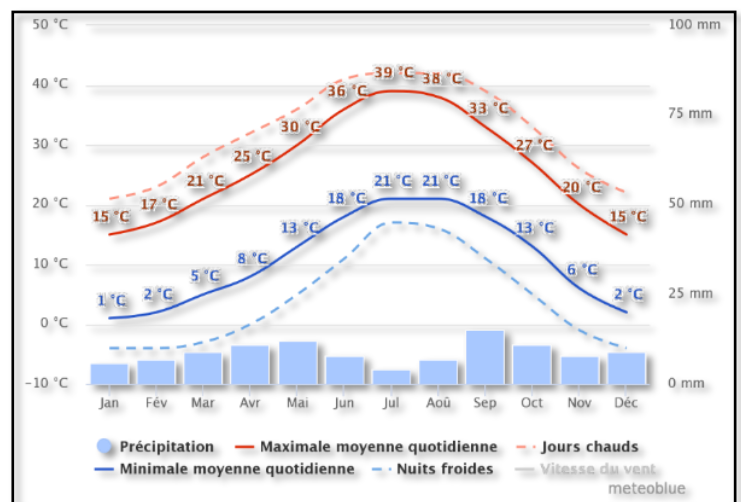


Figure 108: température de la ville de Laghouat
Source: météo Blue

⁴⁶ PDAU Laghouat. U.R.B.A. TIARET.DIRECTION DE LA WILAYA DE LAGHOuat

II.3 Vents :

Selon la rose des vents on remarque que les vents dominant sont de direction ouest et aussi importante du sud-ouest.il Ya très peu de vent d'orientation nord- ouest et presque nul au sud- est.

-Le siroco souffle 65-70 jours par an à partir de mois de mai, il est fréquent du côté nord et ouest généralement en juillet sur les hautes terres du Nord et de Ouest

-Le CHEHILI venant du sud, ces vents sont souvent violents et leur vitesse varie de 15 à 30m/s et de direction sud-ouest fréquence 687 heures/mois.⁴⁷

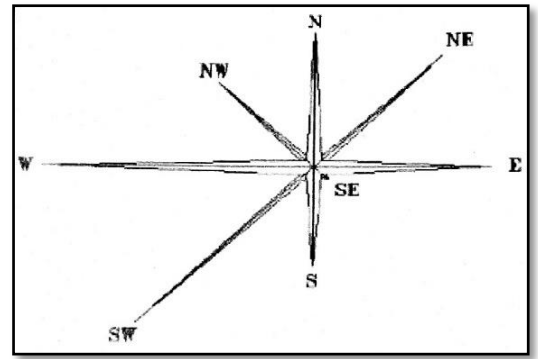


Figure 109 :les vents dominant de la ville de Laghouat
Source: station météo. Laghouat

II.4 Précipitations :

-Peu de pluie (inférieure à 25 mm en moyenne).

-On remarque une irrégularité des précipitations selon les saisons.

-Notamment concernent la saison hivernale alors qu'elles sont réduites ou pénurie dès les saisons de croissance végétale.

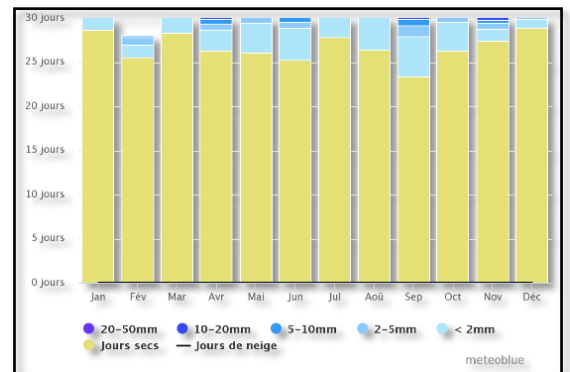


Figure 110 :les précipitations dans la ville de Laghouat
Source : météo Blue

II.5 Ensoleillement radiations :

- Laghouat a un ensoleillement annuel moyen de 1900kwh/m².

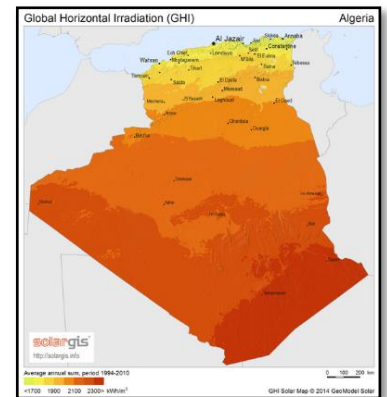


Figure 111 :ensoleillement radiations de la ville de Laghouat
Source : atlas solaire algérien

II.6 Type de ciel :

- Le graphique montre le nombre mensuel de jours ensoleillés de 75% et de ciel partiellement nuageux moins de 20% et 5% de ciel nuageux.

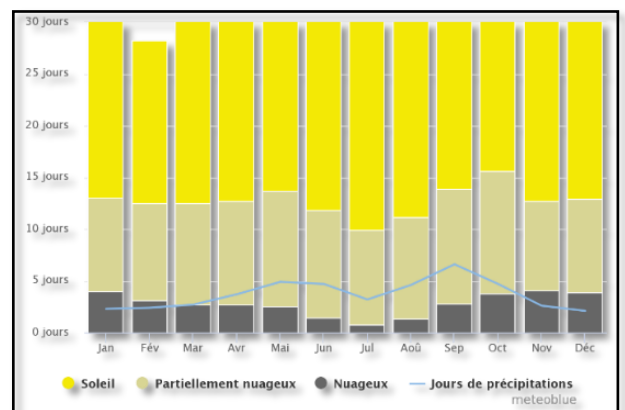


Figure 112:type de ciel de la ville de Laghouat
Source: météo Blue

⁴⁷ PDAU Laghouat. U.R.B.A. TIARET.DIRECTION DE LA WILAYA DE LAGHOuat

II.7 Diagramme Psychométrique de Chart :

On peut distinguer d'après les résultats obtenus :

-les mois avril et d'octobre et la moitié de mois mai sont dans la zone du confort.

-les mois Janvier février novembre la moitié de mars sont besoin de chauffage solaire passive et gains internes de chauffage

-les mois de juin juillet août septembre sont besoin de refroidissement avec ventilation naturelle au mécanique et refroidissement nocturne (matériaux à grand inertie thermique) et refroidissement par évaporation (végétation, point d'eau)

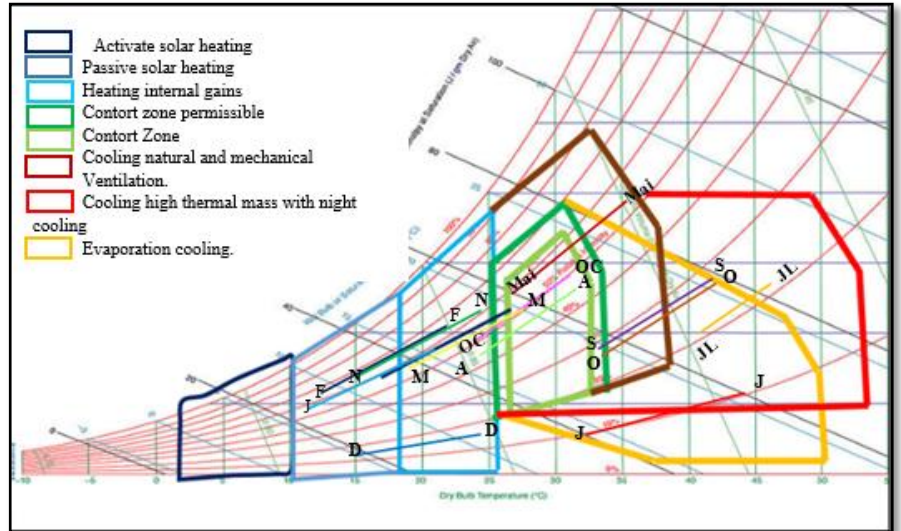


Figure 113:diagramme psychométrique de Chart
Source : l'auteur

III. Analyse du site d'intervention :

III.1 Motivation du choix de site :

- Accessibilité facile et directe du terrain.
- La variété du paysage (montagne).
- Un terrain de nature calme adéquate pour les enfants.
- Un terrain proche du milieu urbain résidentiel.

III.2 Situation :

Le site situé ou oasis nord dans un milieu urbain avec une forme régulière.

La surface totale de terrain est 19366 m² selon le POS.



Figure 115: plan de situation
Source: Google Earth



Figure 114:le site dans la carte géographique
Source: Google Earth

III.3 Accessibilité :

Le site d'intervention est accessible par 4 voies :



-  Voie primaire flux fort (12m)
-  Voie tertiaire flux faible (9m)



Figure 116 :accessibilité de site
Source : Google Earth

III.4 Environnement immédiat du site et gabarits :



Figure 117:habitat collectif R+3
Source: l'auteur



Figure 118:habitat collectif R+4
Source: l'auteur



Figure 120:environnement immédiat du site
Source: Google Earth



Figure 119 : Habitat individuelle R+2
Source : l'auteu



Figure 121 :habitat collectif R+4
Source : l'auteur

III.5 Morphologie du site (coupe schématique) :

Le terrain se caractérise par une pente de 3% (profile longitudinale) et de 2% (profile transversale) donc le terrain est presque plat.



Figure 124: plan de site
Source: Google Earth

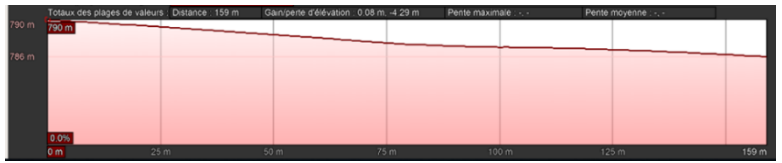


Figure 122: coupe schématique longitudinale
Source: Google Earth

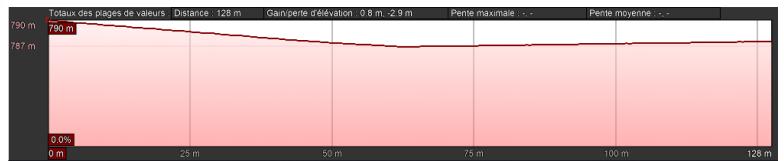


Figure 123: coupe schématique transversale
Source : Google Earth

III.6 Aspect climatique du site :

Le site est bien éclairé et ensoleillé durant toute l'année.

Légende :

- Siroco
- Vents froids
- CHHILI

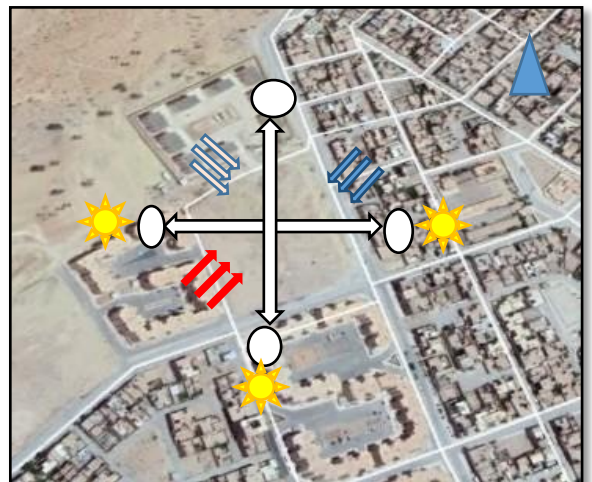


Figure 125: aspect climatique du site
Source: Google Earth

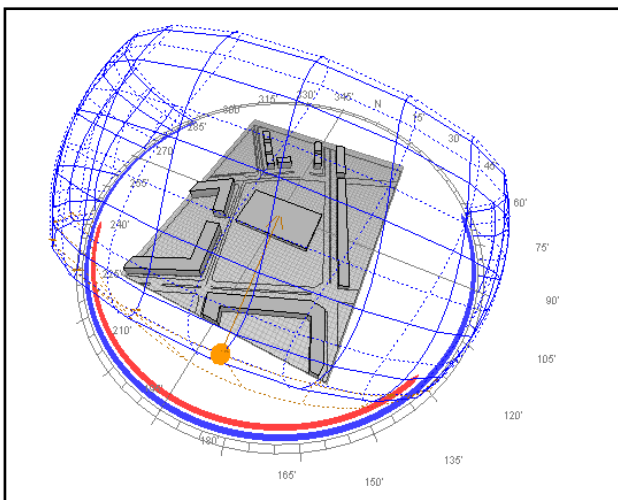


Figure 126: ensoleillement dans le jour le plus froid
Source : l'auteur. Ecotect

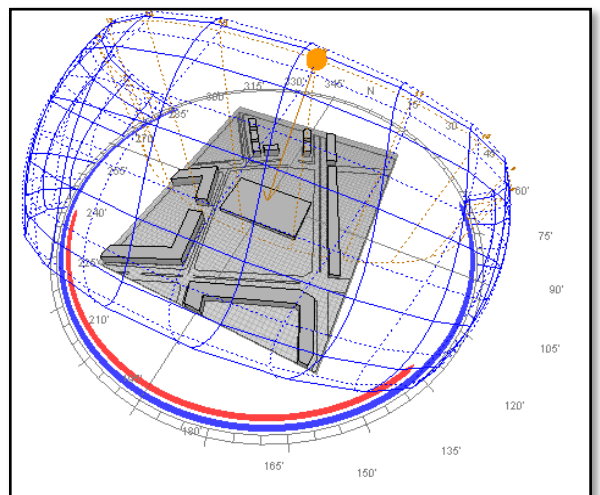


Figure 127: ensoleillement dans le jour le plus chaud
Source : l'auteur. Ecotect

- **Conclusion :**

Situation :

-Le site se situe dans un milieu urbain de caractère résidentiel.

Forme :

-Forme compacte pour minimiser les déperditions thermiques.

-Les formes circulaires et fluides pour minimiser les déperditions thermiques (ratio surface/volume).

Accessibilité :

-Eviter d'implanter l'accès principal dans le côté de voie principale pour protéger les utilisateurs contre le risque de la route.

Implantation :

-Implanter le projet au milieu du terrain pour le protégé.

-Utilisation des points d'eaux et des espaces verts pour l'ombre et l'humification de l'air (créé des micros climat).

-Prévoir des reculs nécessaires pour la sécurité des enfants.

Orientation :

-choix de la bonne orientation nord-sud pour la façade la plus longue afin de bénéficier le maximum des rayons solaires et l'éclairage naturel en hiver et de se protéger en été.

-salles de classe vont être orientées vers le sud pour profiter d'éclairage et de confort thermique en cas d'hiver (l'école est utilisée beaucoup plus en hiver qu'en été).

Matériaux :

-L'utilisation des matériaux isolants pour minimiser les déperditions thermiques.

-L'utilisation des couleurs claires pour empêcher les rayons solaires.

Végétation :

-Donner l'importance à l'espace extérieur comme espace intérieur de projet.

-végétation de feuille caduques au côté sud pour profiter l'ensoleillement et l'éclairage en hiver et crée l'ombre en été et végétation de feuille persistantes qui va servir une isolation contre les vents froids.

-Intégrer des plans d'eau pour humidifie et crée un microclimat.

Potentialités naturelles :

Ensoleillement :

-L'intégration des panneaux photovoltaïques orientés sud.

-Utilisation des brises solaires verticaux en façades est et ouest pour éviter l'éblouissement.

-Utilisation des brises solaires horizontaux dans la façade sud pour éviter la surchauffe.

-Utilisation de transparence pour Optimisation de l'éclairage naturel. Avec vitrage de bonne performance thermique.

Vents :

-Utilisation des formes fluide et dynamique pour minimiser l'impact des vents chauds et des vents sable qui souffle du sud et sud-ouest.

Paysage :

-Profiter la variété de paysage dans la façade nord et capter le maximum de lumière naturelle (façade nord vitré).

• Chapitre 1 : étude programmatique

• Introduction :

L'étude programmatique est une étude où on définira le rôle, l'objectif et l'échelle de l'équipement, ainsi que les grandes fonctions retenues et le programme qualitatif et quantitatif. (Le programme qualitatif est une description des espaces pour mieux orienter le concepteur lors de la conception des plans (à savoir la nature des espaces, leurs emplacements et leurs exigences), et le quantitatif est une détermination des différentes entités d'une école avec les espaces propres pour chaque entité (surface et nombre)).

I. Volet 1 : Élaboration du programme

I.1 Organigramme l'élaboration du programme :

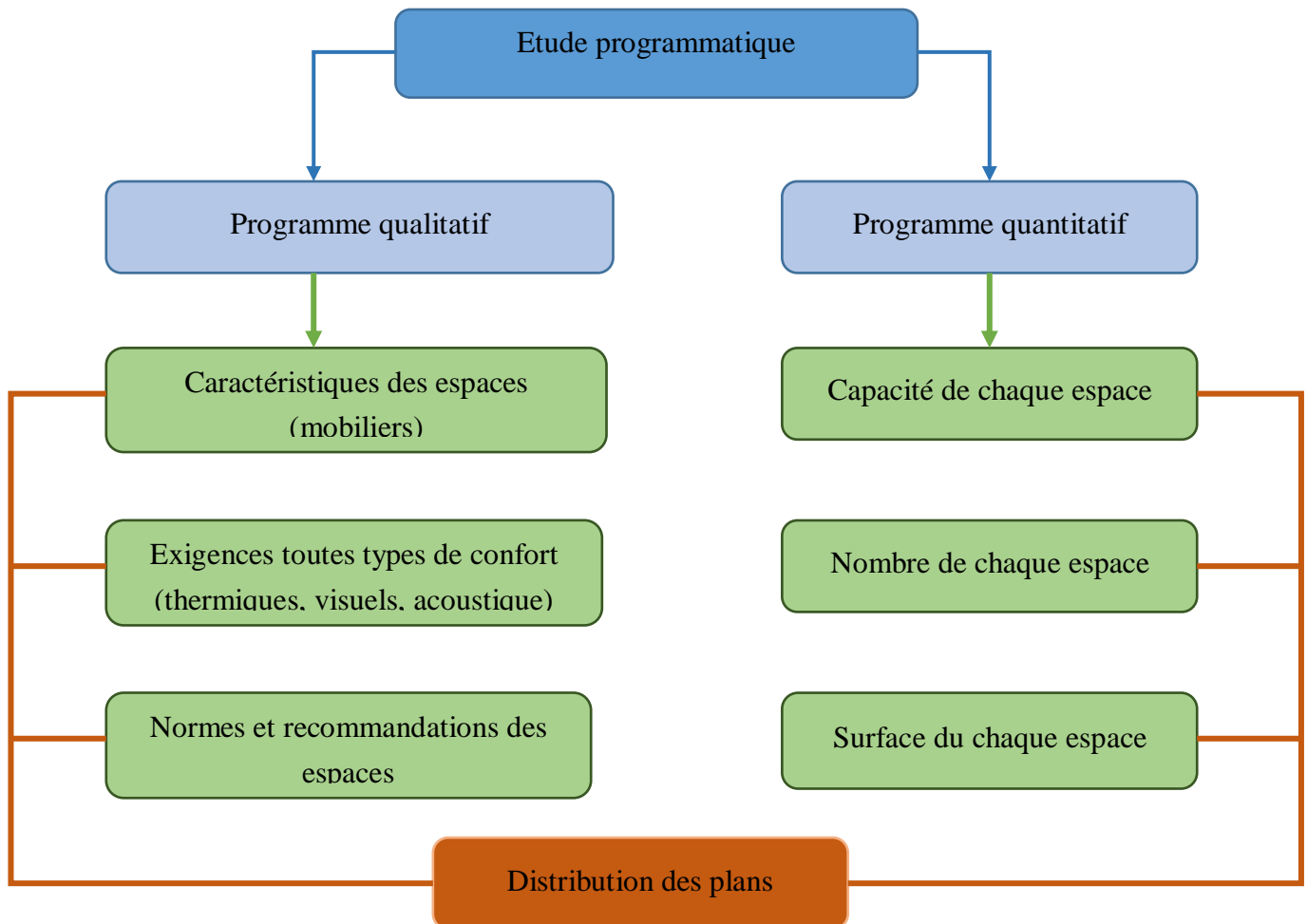


Figure 128: organigramme d'élaboration du programme

Source : l'auteur

I.2 Définition du projet :

C'est un établissement éducatif spécialisé à recevoir les élèves en besoin spécifique moteur ce dernier est destiné à la population de la ville de Laghouat vue le manque constaté de ce genre d'équipements.

I.3 Missions du projet :

- Assurer la scolarisation des enfants aux besoins spécifiques moteurs.
- Insertion de l'école primaire dans l'environnement et la prise en compte la spécificité de d'école (besoins moteurs).
- Initier l'éducation environnementale et respecter de milieu naturel et la consommation d'énergie et la gestion des ressources.
- Organisation et projection des différentes fonctions et typologies et dimensionnements des espaces selon les exigences des enfants au besoins spécifiques moteurs.

I.4 Objectif :

L'objectif principal de cette école est la prise en charge de tout élève atteint un taux d'incapacité moins de 50% de tranche d'âge de 3 à 11 ans. Nous désirons d'éduquer ces enfants en meilleures conditions psychologiques et physiques en assurant le respect tous types de confort (acoustique hygrothermique visuel olfactif) present en compte la santé sans nuisant l'environnement.

I.5 Capacité d'accueil :

- Selon les statistiques de nombre d'enfants d'handicap moteur avec un taux d'incapacité moins de 50% 3ans à 5 ans :97 enfants et de 5ans à 11 ans : 217 enfants Selon D.A.S.S (direction de l'action sociale et de la solidarité). Et après l'analyse des exemples et « centre de formation professionnelle et de réadaptation pour handicapé physiques à Laghouat » la capacité de classe est limitée entre 7 à 15 pour garantir le confort.
- à partir de cette statistique et pour garantir la qualité des espaces et le confort et la réussite des élèves on a opté pour une école primaire de 8 classe s 3 classes maternelles avec une capacité de 12 personnes et 5 classes élémentaires avec une capacité de 12 élèves donc le projet va accueillir 96 élèves.

I.6 Activités et usagers :

Le projet abrite plusieurs activités qui sont :

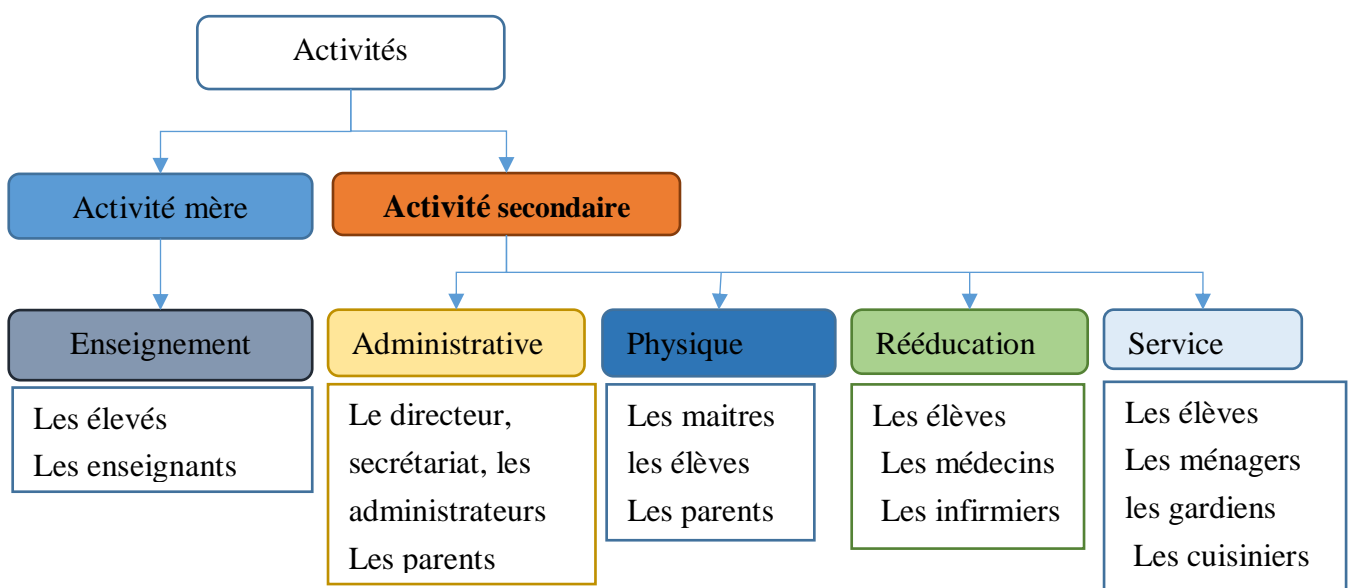


Figure 129: activités et usagers d'école
Source : auteur

I.7 Les entités du projet :

Principes d'élaboration du programme :

-Pour l'élaboration du programme (qualitatif et quantitatif) de l'école nous nous sommes basé essentiellement sur les livres ; « concevoir et construire une école primaire »⁴⁸, « Neufert »⁴⁹ et « jardins d'enfants »⁵⁰ « NORMES DE CONSTRUCTION DES BATIMENTS SCOLAIRES »⁵¹, « Guide de l'Accessibilité des Etablissements Recevant du Public »⁵² et « international standards and requirements » et « centre de formation professionnelle et de réadaptation pour handicapé physiques à Laghouat » ainsi que le programme élaboré a été basé aussi sur le support des exemples étudiés à travers la récolte des informations nécessaires qui étaient utiles surtout au niveau de la phase conceptuelle et technique du projet. Tout cela nous a permis de proposer des entités principales et complémentaires que nous avons jugées nécessaires pour les différents usagers de l'école qui sont comme suit :

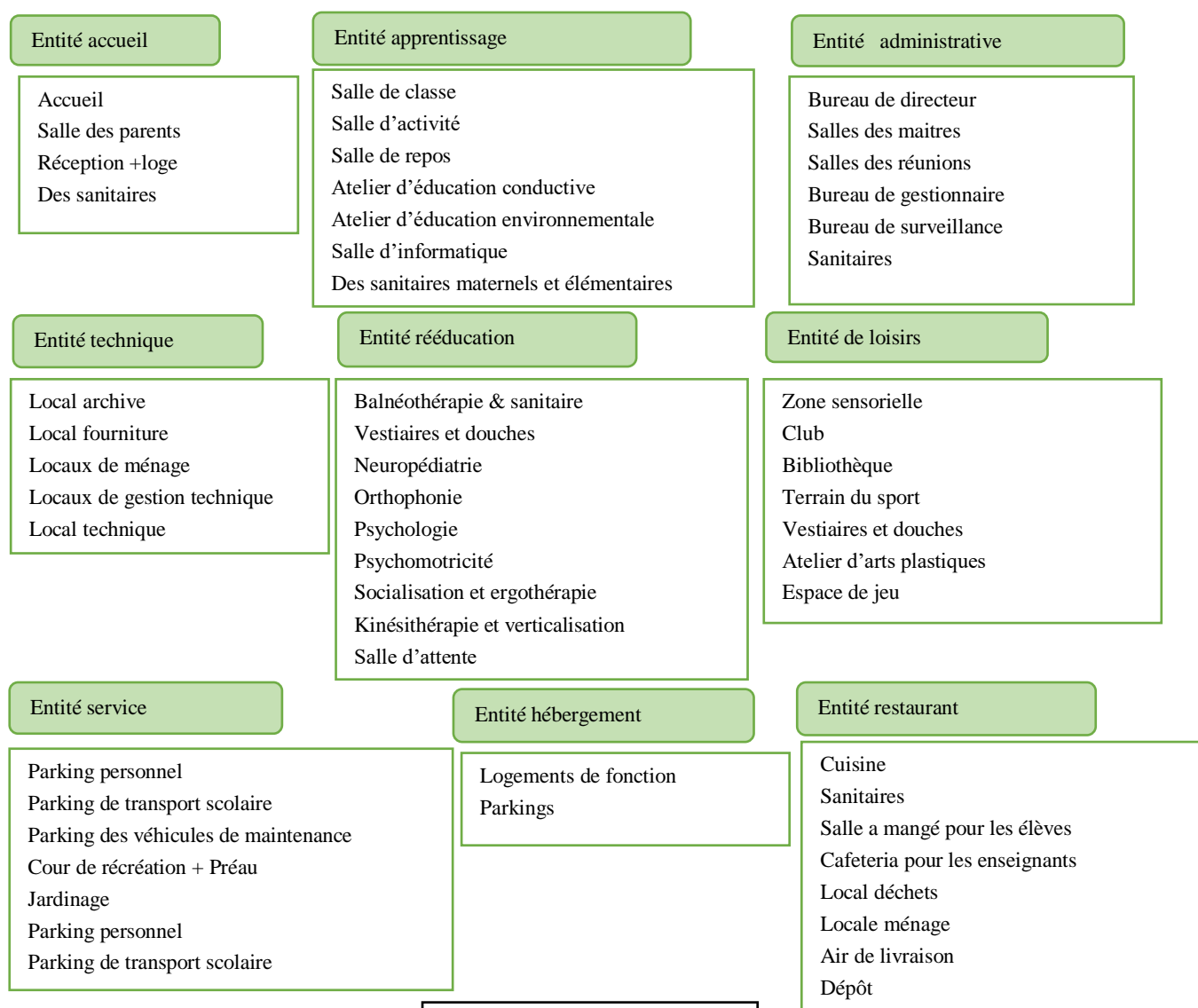


Figure 130:les entités du projet
Source: l'auteur

⁴⁸ Concevoir et construire une école primaire du projet à la réalisation, éditions le moniteur Paris 2013

⁴⁹ Neufert, LES ÉLÉMENTS DES PROJETS DE CONSTRUCTION, Jean-Charles du Bellay, Dominique Gauzin-Müller, Raphaël Hoyet et Milan Zacek, 10^e édition ,2010

⁵⁰ Jardins d'enfants : Manuel pratique et 37 exemples de projets,8 décembre 2011

⁵¹ NORMES DE CONSTRUCTION DES BATIMENTS SCOLAIRES, MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE,2013

⁵² Guide de l'Accessibilité des Etablissements Recevant du Public, Direction du Développement Commerce Tourisme

II. Volet 2 : Programme quantitatif

Activités mères :

Les espaces	Nombre des pièces	Capacité d'espaces	Surface (m ²)
Entité apprentissage :			
Salle de classe	5	12	70
Salle d'activité	3	12	60
Salle de repos	1	36	90
Atelier d'éducation conductive	1	12	60
Atelier d'éducation environnementale	1	12	70
Salle d'informatique	1	12	70
Des sanitaires maternels	2	2	12
Des sanitaires élémentaires	2	3	21
Circulation	40%	354.4	886
Totale			1240.4

Tableau 3: tableau de surface de l'activité mère du projet

Source : l'auteur

Activité secondaire:

Les espaces	Nombre des pièces	Capacité d'espaces	Surface (m ²)
Entité d'accueil			
Accueil	1	32	96
Salle des parents	1	32	48
Réception + loge	1	/	20
Les sanitaires	1	4	20
Circulation	40%	73.6	184
Totale			257.6
Entité restauration			
Cuisine	1	/	50 à 75
Réfectoire	1	32	160
Sanitaires	1	4	27
Cafeteria pour les enseignants	1	16	48
Local déchets	1	/	10
Locale ménage	1	/	10
Dépôt	1	/	20
Circulation	35%	122.5	350
Totale			472.5
Entité de rééducation			
psychomotricité	1	12	50 à 75
Kinésithérapie et verticalisation	1	12	80 à 120
Psychologie	1	1	20 à 30
Orthophonie	1	1	20 à 30
Neuropédiatrie	1	1	20 à 30
Balnéothérapie	1	12	60 à 80
Vestiaires et douches	/	/	64
Salle d'attente	1	6	30
Circulation	40%	183.6	459
Totale			642.6
Entité loisirs			
Salle polyvalente	1	/	120 à 150
Zone sensorielle	1	12	70
Club	1	/	40
Bibliothèque	1	20	120

PARTIE PRATIQUE			
terrain du sport	1	/	18*9
Vestiaires et douches	/	/	87
Atelier d'arts plastiques	1	12	66
Espace de jeux	2	12	60
Circulation	40%	326	815
Totale			1141
Entité hébergement			
Logements	3	/	160
Parking	1	3	60
Espace propre	1	/	/
Circulation	25%	150	600
Totale			750
Entité de service			
Parking public	1	5	82.5
Parking des bus	1	3	108
Parking personnel	1	10	121
Air de livraison	1	2	24.2
Cour de récréation	1	96	378+770=1148
Jardinage	1	12	70
Circulation	40%	613.5	1533.7
Totale			2147.2
Entité administrative :			
Bureau de directeur	1		20 à 35
Gestionnaire	1		20à35
Secrétariat	1		15à20
Salle des enseignants	1	16	80à85
Salle des réunions	1		90à105
Salle de surveillance	1		40à60
Des sanitaires	1		15 à 20
Circulation	25%	90	360
Totale			450
Entité technique			
Local archive	1	/	20à 30
Local fourniture	3	/	20à 40
Local ménage	1	/	10à 20
Local technique	1	/	60
Local gestion technique	2		25 à 35
Circulation	25%	55	220
Totale			275
Totale du projet			7376.3

Tableau 4:tableau de surface de l'activité secondaire du projet

Source: l'auteur

Après le programme quantitatif ont obtenu que :

Surface totale du projet : 7376.3 m²

Surface bâti :5000m²

Surfaces et pourcentage des activités :

Activités	Surface(m ²)	Pourcentage
Elémentaire	2125	34.5%
Maternelle	1250	20.5%
Accueil et administration	908	15%
Complémentaires	869	14%
Sportive et rééducation	996	16%
Total	6148	100%

Tableau 5:surface et pourcentage des activités

Source : auteur

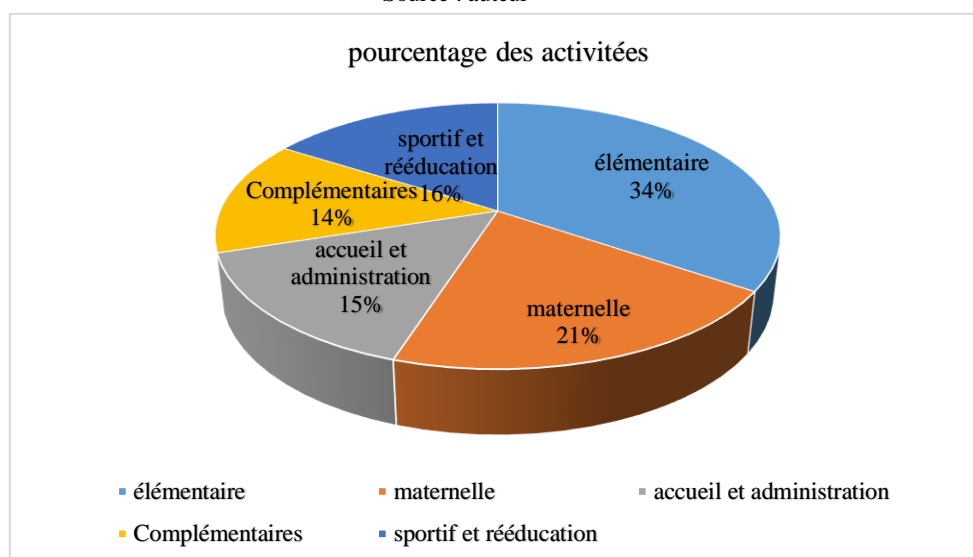


Figure 131: pourcentage des activités

Source: auteur

III. Volet 3 : Programme qualitatif

Lisibilité, fluidité et accessibilité :

Lisibilité :

Les enfants aiment pouvoir prendre facilement l'organisation de leur école. La signalétique ne peut compenser l'absence de lisibilité de la partie architecturale.

Fluidité :

La fluidité des déplacements est indispensable pour des raisons fonctionnelles

Le respect des unités de passage

Une largeur de 3 mètres est souvent nécessaire dans les circulations principales

Une bonne réparation des escaliers et ascenseurs pour éviter une trop forte concentration des élèves en rez-de-chaussée aux entrées et sorties et au moment des récréations

Accessibilité :

- Matériaux stables
- Horizontal au devers près (2% à 3%).
- Avoir les palas de repos au minimum 140cm de largeur.
- Les pentes doivent être, à exception près à 4%.
- Les surfaces bien démissionnées selon les besoins de l'espace.
- Éclairage au minimum à 150 lux.
- Marquage des entrées et des sorties.
- Mobiliers adéquats au norme.

Normes et dimensions de places de parking adaptées :

Si l'école comporte un parking, il doit être localisé à proximité de l'entrée des bâtiments. La bande d'accès latérale doit avoir une largeur d'au moins 0,80 m sans que la largeur totale de l'emplacement soit inférieure à 3,30 m. Les emplacements adaptés et réservés doivent être signalés et accessibles par un cheminement praticable.

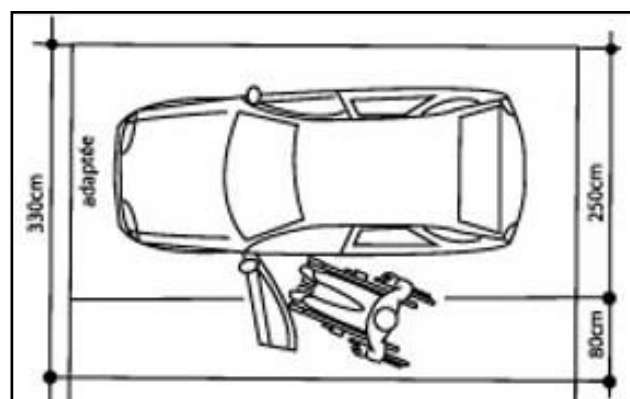


Figure 132: normes et dimensions de places de parking adaptées
Source: neufrite

Circulation :

Circulation horizontale :

Assurer les circuits de chaque usager :

Les parents les élèves les enseignants, travailleurs

Les circulations horizontales doivent respecter les normes de sécurité incendie sans toutefois être inférieures à 2.5 m



Figure 133: circulation horizontale
Source: comment concevoir et construire une école primaire

Circulation verticale :

Ascenseur :

Type 1: 450 kg, 100 x 125 - type 2: 630 kg, 110 x 140 - type 3: 1.275 kg, 200 x 140

L'aire devant l'ascenseur doit permettre l'inscription, au minimum, d'un cercle de diamètre de 1,50m. La largeur des portes doit être au minimum de 0.80m (0.90m pour les ascenseurs 630kgs). Le bouton d'appel doit être facilement accessible.

En cas des escaliers :

Niveau d'éclairage 150 lux de sol

Hauteur maximale des marches de 13cm

Protection des espaces sous escaliers d'une hauteur inférieure à 2.2m

Bande d'éveil de vigilance avant la marche supérieure

Rampes :

Le cheminement accessible doit être le plus possible horizontal et sans ressaut. Mais lorsqu'une dénivellation ne peut être évitée, un plan incliné de pente inférieure ou égale à 4 %, après chaque longueur maximale de 10m (pour les pentes supérieures ou égale à 4 %), un palier ou une aire de repos d'une longueur minimum de 1,40 m devra être aménagé.

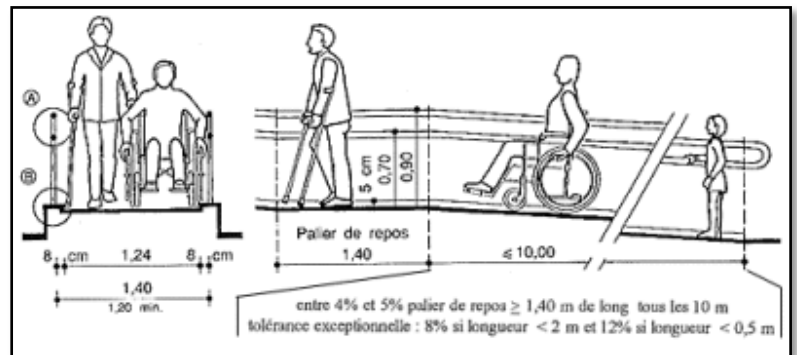


Figure 134:les rampes
Source: les normes d'accessibilité. overblog.com

Entrée :

Les abords par des murs haut ou utilisation des auvents pour marquer l'entrée d'école
Des parvis pour crée un espace de socialisation.



Figure 135:entrée
Source: comment concevoir et construire une école primaire

Hall d'accueil :

Est un vaste espace des enfants, le personnel de l'école est présent pour contrôler les entrées et les sorties des enfants
Le hall est un lieu de rencontre et d'échanges entre parents et enseignants sur la vie d'établissement (exposition, panneaux d'affichage) de préférence en double hauteur

Eclairage :300 lux T :20°



Figure 136:hall d'accueil
Source: comment concevoir et construire une école primaire

Salle de classe :

-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...) et l'équipement de base se compose du mobilier (armoires, tables et chaises adaptées à la taille des petits et a besoin spécifiques moteurs) aussi qu'espacement entre les tables doit être 0.9m et les couloirs entre les tables doit être 1.5m

-L'éclairage doit être le plus naturel possible en évitant un ensoleillement trop fort des classes.

-Les baies vitrées principales se situent à gauche par rapport à la position normale des élèves.

-Orientation favorable sud et nord pour profiter de l'éclairage naturel et minimiser les gains thermiques.

Eclairage : 300à500lux T :22°acoustique :50 dB

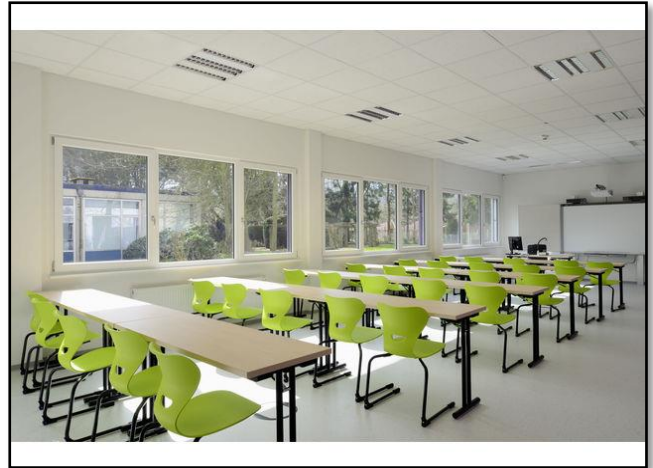


Figure 137:salle de classe

Source: comment concevoir et construire une école primaire

Salle d'activité :

La configuration doit être rationnelle pour permettre l'implantation correcte du mobilier.

La présence de poteaux désolidarisés

L'acoustique interne et externe des salles sera conforme à la réglementation. L'éclairage doit être le plus naturel possible en évitant un ensoleillement trop fort des classes

Requière un traitement architectural soigné car elles participent à l'éveil des enfants :

matériaux, couleur, forme, décoration, mobilier.

Eclairage : de 300 à 500 lux T :22° acoustique :55 dB



Figure 138:salle d'activité

Source: comment concevoir et construire une école primaire

Salle de repos :

Elles sont conçues de façon à favoriser le calme elles sont situées au zone éloignée des sources de bruits mais localisées a cotée des salle d'activité

Eclairage des fenêtres donnant sur extérieur sont nécessaires pour l'aération des salles de repos.

Eclairage naturelle et artificiel est déconseillé à cause des risques d'éblouissement

Mobilier : des lits une table et chaise

Eclairage :100lux T :22° acoustique :55 dB



Figure 139:salle de repos

Source: comment concevoir et construire une école primaire

Atelier d'éducation conductive :

Les mêmes caractéristiques de salle d'activité La configuration doit être rationnelle pour permettre l'implantation correcte du mobilier. La présence de poteaux désolidarisés.

L'acoustique interne et externe des salles sera conforme à la réglementation. Requièrent un traitement architectural soigné car elles participent à l'éveil des enfants : matériaux, couleur, forme, décoration, mobilier.

Eclairage : de 300 à 500 lux T :22°



Figure 140: atelier conductive
Source: Centre d'éducation conductive du Gard, Carencas

Salle polyvalente :

Pour activité artistique (théâtre, représentation, évènement)

Elle doit disposer un axe Independent pour permettre fonctionnement en dehors activités scolaires (la proximité du hall et la présence d'un service restaurant)

Eclairage : 500 lux T :20°



Figure 141: salle polyvalente
Source : comment concevoir et construire une école primaire

Bibliothèque:

Cet espace doit être facile d'accès pour l'ensemble des enfants

La meilleure orientation est Nord-est. Doit accueillir une classe

Les faces vitrées doivent être orienté et conçues afin d'éviter les risques de surchauffe ou l'éblouissement (exposition nord)

Le rangement des livres doit être accessible aux enfants

Eclairage : 500lux T: 22° Acoustique : 55-60 Db



Figure 142: bibliothèque
Source : comment concevoir et construire une école primaire

Refectoire :

Traitement acoustique pour réduire les nuisances sonores

Les ouvertures permettent aux élèves d'avoir une vue sur les espaces extérieurs

L'éclairage naturel doit être favorisé tout en évitant l'ensoleillement direct

Eclairage :200lux T :20°



Figure 143: refectoire
Source : comment concevoir et construire une école primaire

Sanitaires :

- Séparation garçons /filles et séparation adultes enfants
- Doivent occuper une position centrale par rapport à la zone d'apprentissage et doivent être facilement accessibles depuis la cour de récréation
- Doivent être autant que possible disposés de manière à être surveillés de la cour et éventuellement de la classe. En étage à cote des salles de classes.

Eclairage : 100 lux T :18°



Figure 144:separations des sanitaires
Source : comment concevoir et construire une école primaire

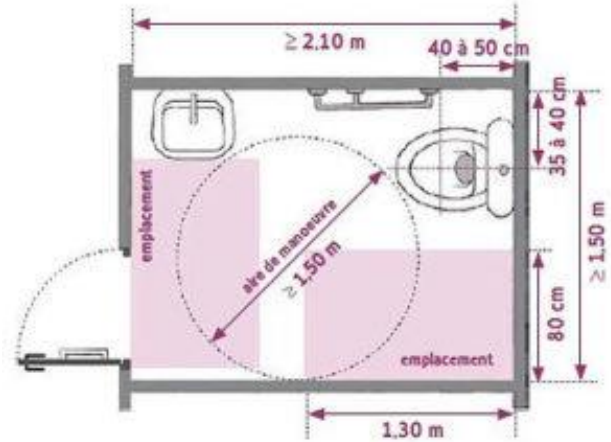


Figure 145:les normes des sanitaires
Source: NORMES PMR, TOILETTE HANDICAPÉ, RÉSUMÉ DES OBLIGATIONS LÉGALES LOI 2005 À PARTIR DU 1ER JANVIER 2015

Atelier d'éducation environnementale :

Un atelier éducatif pour sensibiliser les élèves à la gestion des déchets, aux déchets sauvages et à la consommation durable. L'atelier propose des solutions concrètes que les élèves peuvent appliquer dans leur vie quotidienne.et où les élèves peuvent observer et explorer les caractéristiques des divers éléments qui forment cet écosystème



Figure 146:Collecte et recyclage des déchets
Source : www.mynaturebox.com

Cour de récréation :

Un espace de détente après effort Forni en classe
La sécurité des enfants est impérative dès la conception de la cour de récréation pour la surveillance
Les angles morts le contact avec la rue sont à éviter



Figure 147:cour de récréation
Source : comment concevoir et construire une école primaire

Jardin pédagogique :

Un espace situé dans l'école primaire ou à proximité. Il permet aux élèves et professeurs de cultiver des plantes à des fins pédagogiques. C'est un lieu d'apprentissage avant tout, mais aussi un espace de détente et d'activités ludiques.il de préférence vertical au en potager pour les besoins moteurs



Figure 148:jardin potager
Source: Jardinières surélevées PMR

Socialisation et ergothérapie :

Le service d'ergothérapie pour enfance permet des interventions spécialisées et adaptées aux enfants présentant un retard de développement moteur ou un trouble particulier

L'ergothérapeute intervient aussi lorsqu'un parent ou intervenant se questionne sur des agissements ou des comportements de l'enfant.

Eclairage : 300 lux T : 22°



Figure 149 :socialisation et ergothérapie
Source : www.reseau-chu.org

Kinésithérapie et verticalisation :

Comprend un ensemble des disciplines sportives préparés et pratique à l'aide de nombreux équipement

Eclairage : 300 lux T : 22°



Figure 150:kinésithérape et verticalisation
source :www.lavoixdunord.fr

Balnéothérapie:

le curiste marche dans un couloir d'eau chaude doté de buses d'hydro massage

couloires de circulation : 3 m

eclairage : 200 lux T : 22°



Figure 151:balnéothérapie
source:www.clinique-du-cedre.fr

- **Synthèse :**

Distribution intérieure :

- ✓ Les espaces doivent être déposés en fonction de leur relation et exigences
- ✓ Répartition des fonctions menées suivant Hiérarchisation des espaces au niveau verticale : de la Générale vers le Spécialisé. Horizontale : du Public vers le Privé.
- ✓ Hiérarchisation des espaces selon la nature et les entités.
- ✓ Utilisation des couleurs confortables dans les espaces intérieurs.
- ✓ L'intégration de la notion du confort et de convivialité par la présence des espaces de rencontres et des espaces de jeux et des jardins d'intérieur et par une grande luminosité générale des espaces

Circulation :

- ✓ Assurer circulation horizontales avec des couloirs circulation verticales avec des ascenseurs des escaliers et rampe
- ✓ Assurer les circuits des usagers (circuits des élèves, circuit des enseignants, circuit de service, circuit d'administration)

Espace extérieur :

- ✓ Donner l'importance à l'espace extérieur comme espace intérieure de projet.
- ✓ La végétation de feuille caduques côté sud pour permet de profiter l'ensoleillement et l'éclairage en hiver et crée l'ombre en été
- ✓ Intégrer des plans d'eau pour humidifie et crée un microclimat

• Chapitre 2 : conception de projet

I. Volet 1 : conception architecturale

• Introduction :

La conception architecturale est un processus complexe qui est le résultat de la combinaison des différentes données obtenues selon l'analyse thématique, contextuelle et programmatique.

Dans ce volet on va développer le processus de la composition formelle du projet obtenu par la synthèse des études précédentes sans oublier la dimension environnementale.

I.1 Principes et concepts :

I.1.1 Concepts liés au thème :

-**Dégradation** : L'école est répartie en deux catégories d'âge l'une pour les enfants de la maternelle et l'autre pour l'élémentaire.

-**Evolution** : C'est dans l'interaction entre développement et apprentissage, avec le guidage de l'enseignant, que l'enfant va évoluer, construire des concepts, développer son langage en lien avec le développement de ses capacités motrices, émotionnelles et sociales.

-**Dynamise** : Les enfants ne sont pas nés pour rester calme, Ils ont besoin de se déplacer, de courir en rond, d'explorer, de chercher la nouveauté, de créer des aventures et découvrir le monde autour d'eux. La forme circulaire c'est la forme adéquate d'espace pour le développement des enfants.

-**Sécurité** : Un environnement d'apprentissage sain et sécuritaire est indispensable pour la réussite scolaire de l'enfant.

-**Attractivité** : Par le biais de formes géométriques, de couleurs, de gestes, de mouvements d'architecture enfantine

I.1.2 Concepts liés au programme :

-**Fonctionnalité** : Pour avoir un bon fonctionnement, les espaces doivent être disposés en fonction de leur relations et exigences afin d'obtenir une continuité et une complémentarité fonctionnelle pour concrétiser le confort et la sécurité absolues.

-**Hiérarchie** : Il est nécessaire d'assurer une hiérarchisation par la matérialisation du positionnement des différents espaces et des activités en fonction des utilisateurs et des entités.

-**Parcours** : Les parcours influent sur l'individu et dévoilent la nature spatiale et formelles du projet, l'école se caractérise par la multiplication des parcours (élèves, enseignants, parents, personnel).

-**Flexibilité** : Concept déterminé pour adapter les espaces selon le changement de fonction en cas de besoin.

I.1.3 Concepts liés à l'architecture :

-**Géométrie** : Donne une importance à la volumétrie du projet et aussi une naissance à un langage architectural plus riche.

-**Perméabilité** : Assure une relation de l'école avec son environnement à travers les différents accès et les relations fonctionnelles entre les différentes entités.

-**Fluidité** : Des déplacements est indispensable pour des raisons fonctionnelles et le respect des unités de passage selon la spécificité du projet (usagers à besoins spécifiques moteurs).

-**Lisibilité** : Les enfants aiment pouvoir comprendre facilement l'organisation de leur école .la signalétique ne peut compenser l'absence de lisibilité du parti architectural.

-**Transparence** : Utilisation de ce principe pour assurer la continuité visuelle entre extérieur et l'intérieur et aussi pour profiter au maximum de l'éclairage naturel et du confort hygrothermique des usagers.

-**Accessibilité** : Les circulations horizontales et verticales doivent être adaptées aux enfants aux besoins spécifiques moteurs.

I.1.4 Concepts liés à la durabilité :

-**Implantation** : L'emplacement du projet au centre de l'assiette permet de profiter de l'environnement existant pour améliorer le micro climat du projet.

-**Orientation** : Le climat présente un facteur déterminant l'orientation du projet dans le climat chaud et aride l'orientation nord/sud est recommandée, cela est obtenu par l'implantation du projet selon l'axe est/ouest

-**Compacité** : Une forme compacte permet de minimiser les déperditions thermiques en hiver et diminuer les surfaces d'expositions aux conditions climatiques arides extérieurs en été.

-**Protection** : La Création d'ombre est un facteur important dans les régions chaudes au niveau des façades par des éléments architecturaux et au niveau du toit (toit ventilé ou végétalisé).

-**Energie renouvelable** : Profiter des potentialités naturelles de la ville de Laghouat (énergie solaire, éolienne).

-**Matériaux durables** : Utilisation des matériaux durables locaux à faible impact environnemental, Utilisation des vitrages à bonne performance.

-**Couleurs** : Utilisation des couleurs claires qui répondent aux exigences climatiques d'un côté, et assurent le confort psychologique des enfants d'un autre côté.

-**Végétation** : La végétation de feuilles persistantes côté sud pour fournir de l'ombre en guise de protection du bâtiment et filtrer les vents chargés de sable, et une chaîne de plantations à feuilles caduques au nord pour laisser pénétrer les rayons du soleil en hiver.

I.2 Idée et genèse du projet :

L'idée principale du projet est inspirée des formes géométriques primaires (cercle, triangle), vue que psychologiquement ces deux formes sont les plus appréciés et reconnues chez l'enfant.

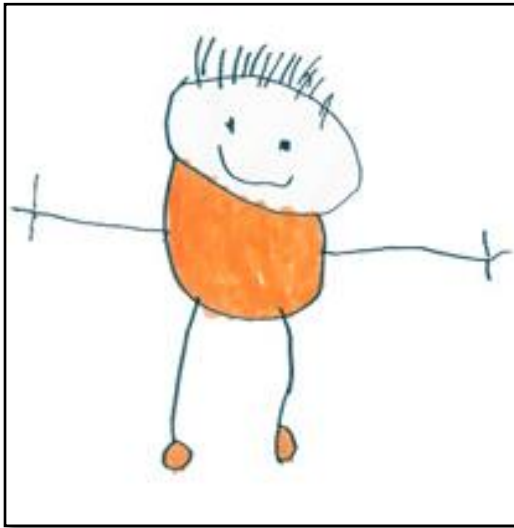


Figure 153: dessin d'enfant
Source: enfant

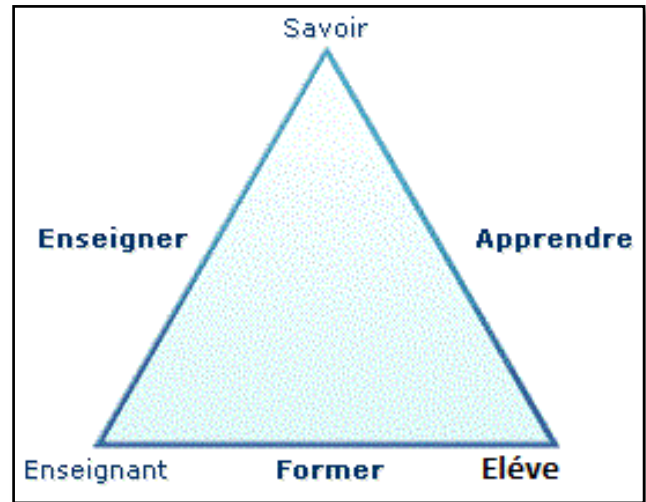


Figure 152: triangle pédagogique de Jean Houssaye
Source : eduscol.education.fr

Au début, le tout petit enfant expérimente la jubilation de laisser une trace visible sur différents supports, avec diverses matières.

Ensuite vient la découverte des courbes qui naissent de la danse du bras et de la main. L'intention de représenter quelque chose, essentiellement un bonhomme, se produit vers 3-4 ans. Il arrive que le personnage soit représenté en pièces séparées, ou bien sous la forme d'un simple cercle. Il se transforme peu à peu en têtard, lorsque des traits sont ajoutés au cercle initial, pour figurer les membres.

Donc la base de dessin de tout enfant de 3 à 4 ans c'est le cercle.

Le triangle pédagogique de Jean Houssaye

Dans son modèle de compréhension pédagogique, définit tout acte pédagogique comme l'espace entre trois sommets d'un triangle : l'enseignant, l'élève, le savoir.

Derrière le savoir se cache le contenu de la formation : la matière, le programme à enseigner. L'enseignant est celui qui a quelques enjambées d'avance sur celui qui apprend et qui transmet ou fait apprendre le savoir. Quant à l'élève, il acquiert le savoir grâce à une situation pédagogique, mais se savoir peut-être aussi du savoir-faire, du savoir-être, du savoir agir, du faire savoir... Les côtés du triangle sont les relations nécessaires à cet acte pédagogique : la relation didactique est le rapport qu'entretient l'enseignant avec le savoir et qui lui permet d'enseigner, la relation pédagogique est le rapport qu'entretient l'enseignant avec l'élève et qui permet le processus de formation, enfin, la relation d'apprentissage est le rapport que l'élève va construire avec le savoir dans sa démarche pour apprendre.

Concrètement, deux formes géométriques sont reprises (le cercle et le triangle) par rapport aux deux éléments cités.

I.3 Matérialisation de l'idée du projet : les étapes de la genèse du projet

Rappel sur les données de site :

Le site est à vocation éducative, il se situe à l'oasis nord dans un milieu urbain résidentiel avec une forme régulière.

Le site est presque plat et bien éclairé et ensoleillé durant toute l'année.

Surface totale du site d'intervention : 19366m²

Il est bordé de quatre voies mécaniques, ce qui lui offre une très bonne accessibilité

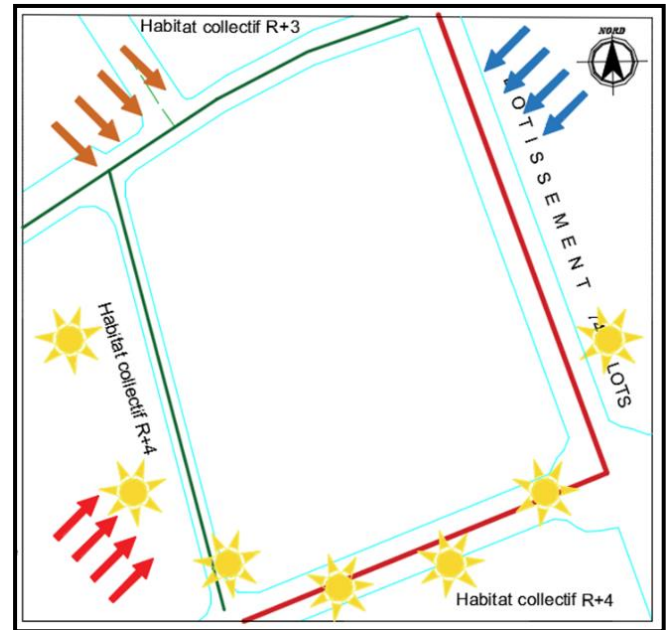


Figure 154:rappel les données de site
Source auteur

Etape 1 : accessibilité et fluidité

Les reculs :

Prévoir un premier recule de 5m tout autour du projet pour des raisons de sécurité et d'éloignement pour assurer le confort acoustique aux élèves.

Un deuxième recule de 20m est prévu pour marquer l'entrée principale du projet et pour l'éloigner du parking et pour exploiter ce recule en espace public.

Les accès :

L'accès principal est choisi au niveau de l'axe tertiaire pour protéger les enfants de côté pour donner de l'importance à la voie principale.

Les deux accès secondaires dédiés aux personnels sont au niveau de l'axe tertiaire.

Les parkings :

Prévoir 3 types de parkings

- Un Parking public près de l'entrée principale dans la voie primaire pour faciliter l'accessibilité
- Deux Parkings pour personnel avec une cour de service (livraison).

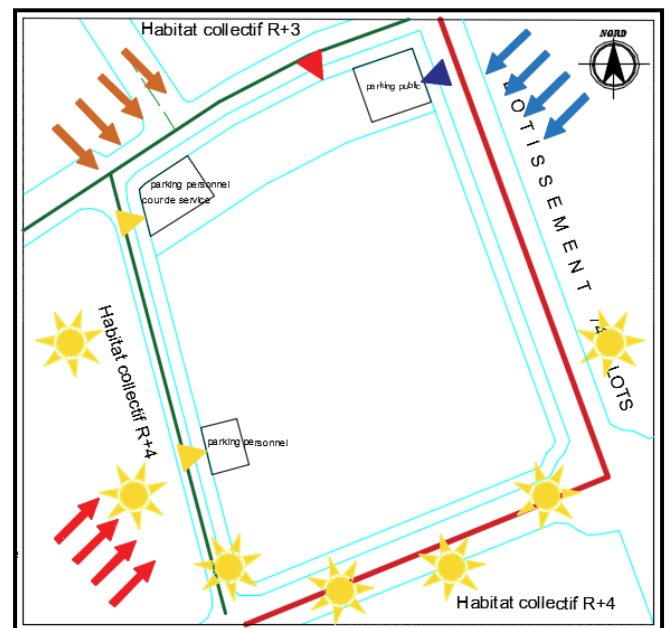


Figure 155:accessibilité et fluidité
Source : auteur

Etape 2 : concrétisation des axes structurants

Prévoir deux axes structurants

- Le premier axe c'est l'axe climatique est-ouest pour lier la forme à la stratégie climatique des zones chaudes et arides, qui consiste à avoir une orientation dominante des façades vers le nord et le sud.
- Le deuxième axe est tracé selon l'accès principal perpendiculaire à l'axe climatique
- L'intersection de ces deux axes engendre un point de départ pour d'insertion du volume du projet

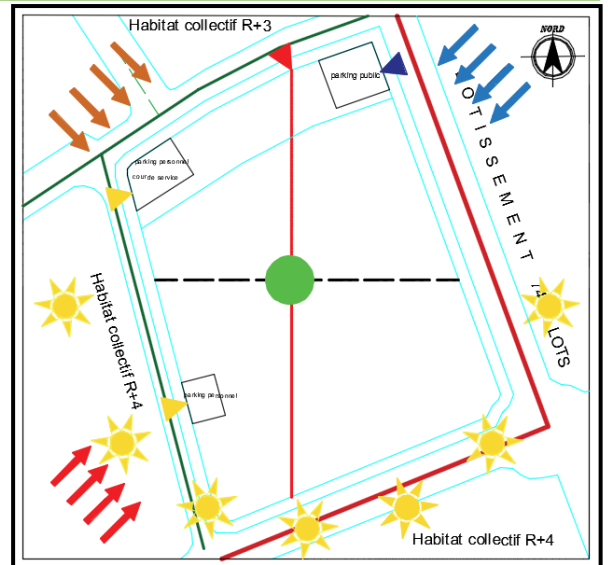


Figure 156:concrétisation des axes structurants
Source: auteur

Etape 3 : Emplacement de la masse du bâti et les protections :

- La masse bâtie est implantée au milieu du terrain, des reculs du bâti comme des servitudes des voies pour des raisons de fluidité, de confort et de sécurité dans le but de création d'un environnement propre au projet.
- Les espaces non bâti (la végétation et les bassins d'eau, trame verte et bleu) : sont implantés au sud comme au nord. - Du côté nord : opter pour des arbres à feuilles persistantes pour l'ombrage en été et laisser pénétrer la lumière naturelle en hiver.
- Du côté sud : opter pour les bassins d'eau des arbres à feuilles caduques pour permettre l'humidification de l'air pour la ventilation des espaces du projet en été et filtrer les vents chargés de sable.

Et des arbres à feuilles persistantes pour permettre d'ombrager.

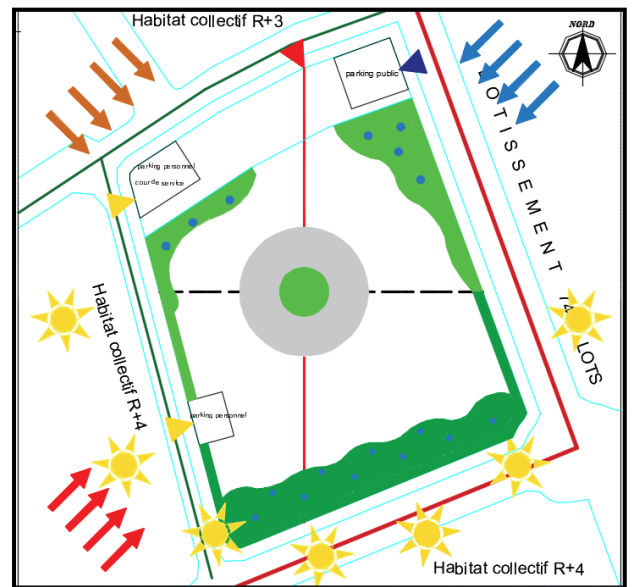


Figure 157 :emplacement de la masse du bâti et les protections source: auteur

Etape 4 : choix formel et fonctionnel

1-L'idée de départ du projet est basée sur le premier dessin d'enfant qui est fondé sur les cercles. Chaque cercle abrite une fonction et les grandeurs des cercles sont déterminés selon le programme

Activités	Surface(m ²)	Diamètre(m)
Elémentaire	2125	52
Maternelle	1250	42
Accueil et administration	908	29
Sportive et rééducation	996	36

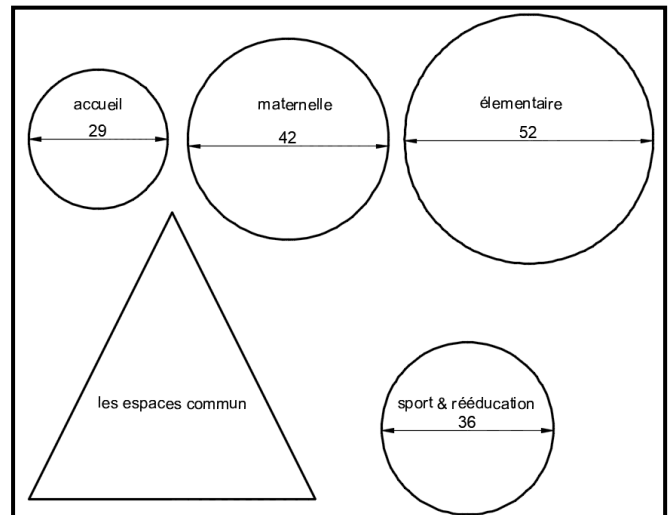


Figure 158: les choix formels
Source : auteur

2-La relation entre les 3 trois cercles est matérialisée par le triangle qui va les articuler, et qui va rendre la forme de plus en plus compacte. Pour minimiser les déperditions thermiques à travers (ratio surface/volume), et pour minimiser les surfaces exposées au soleil en été.

-Du côté fonctionnel ; la forme curviligne évidée présente le concept de dynamisme qui va participer au développement de l'enfant et fait aussi rappel à l'architecture locale de la région de la Laghouat (maison à patio)

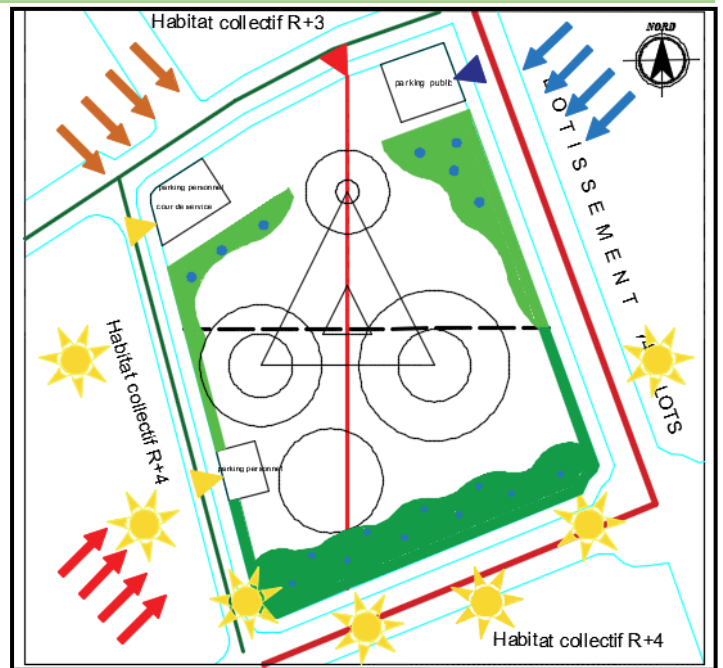


Figure 159:choix fonctionnel
Source: auteur

Etape 5 : tracé géométrique

Les Trois forces de l'école primaire sont représentées par trois cercles évidés mentionnés précédemment.

Le premier cercle est en face de l'accès principal qui abrite l'administration et l'accueil incarné par une forme développée en dôme pour marquer l'accueil.

Et les deux forces pédagogiques

Maternelle et l'élémentaire sont représentées par la forme brute du cercle développées verticalement en cylindre évidée.

Et relis les trois cercles par une forme stable, en l'occurrence le triangle.

Et pour des raisons programmatiques, l'ajout d'un autre volume circulaire complémentaire éloigné un peu de la forme principale dédié aux activités sportives du projet.

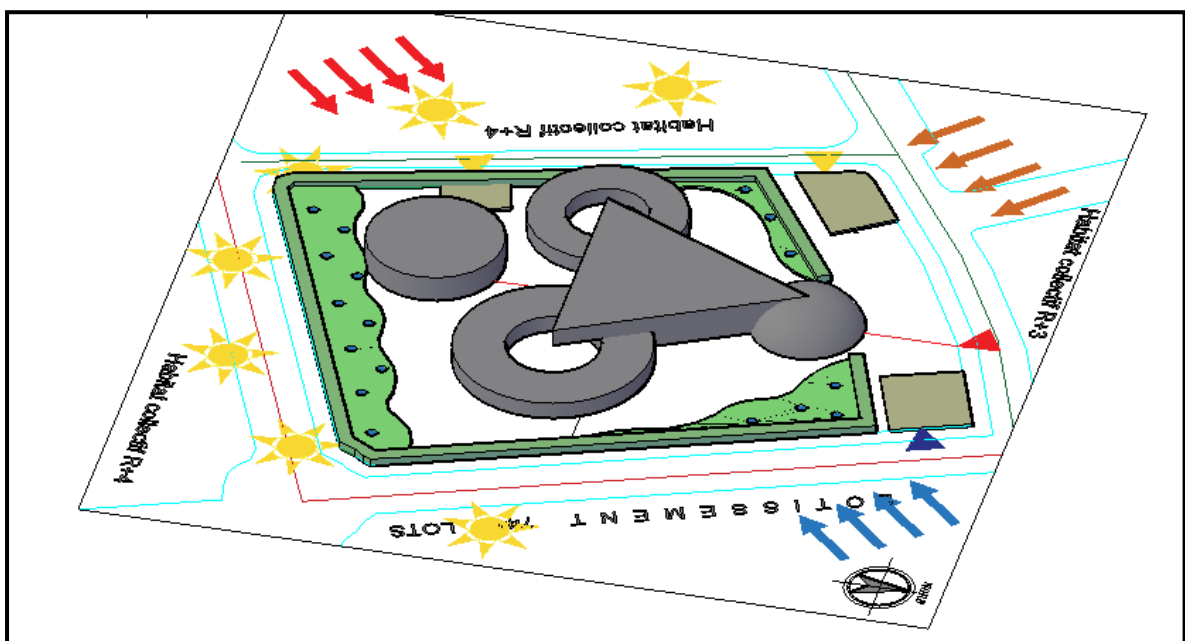


Figure 160:tracé géométrique
Source : auteur

Etape 6 : Principe de disposition des entités

La volumétrie est structurée suivant 5 entités comme montre la figure suivante :

- La répartition et l'organisation générale des entités est faite selon des principes fonctionnels du public au privé, du bruit au calme ...etc., selon orientation des espaces pour diminuer la surchauffe de bâtiment et éviter toutes de déperdition thermique, pour aussi les normes typiques des enfants aux besoins spécifiques.

1- Entité d'accueil : en plein nord contient les différents espaces d'accueil, de réception et de convivialité, elle est implantée en premier lieu afin de faciliter le repérage et le parcours des enfants en particulier et les usagers en général.

2- Entité administrative : abrite tous les espaces administratifs, son emplacement est en étage le fait qu'elle est fréquentée par une catégorie limitée (de personnel) donc elle nécessite plus de calme et d'intimité.

3- Entités d'enseignement maternelle et élémentaire : orienté sud elles englobent les espaces d'enseignement et d'apprentissage recevant les élèves, le tout est agencé autour d'un espace central qui est la cour de récréation. Elles sont implantées en second lieu, cette configuration a été faite pour assurer le calme et la sécurité des enfants scolarisés et pour mieux ouvrir et dégager les parcours internes.

4- Entité sportive : orienté sud elle est dotée d'un accès indépendant de l'extérieur et au même temps elle est reliée à l'ensemble du projet par un passage direct, c'est l'entité qui englobe tous les espaces d'activités dynamiques, elle est organisée de manière à réserver le rez-de chaussée pour les activités qui constituent des espaces actifs, et en deuxième niveau des espaces de nature calme.

5- Entité d'hébergement : implantée à l'extrémité sud-est du site, elle est dotée d'un accès et d'un parking indépendants de l'extérieur.

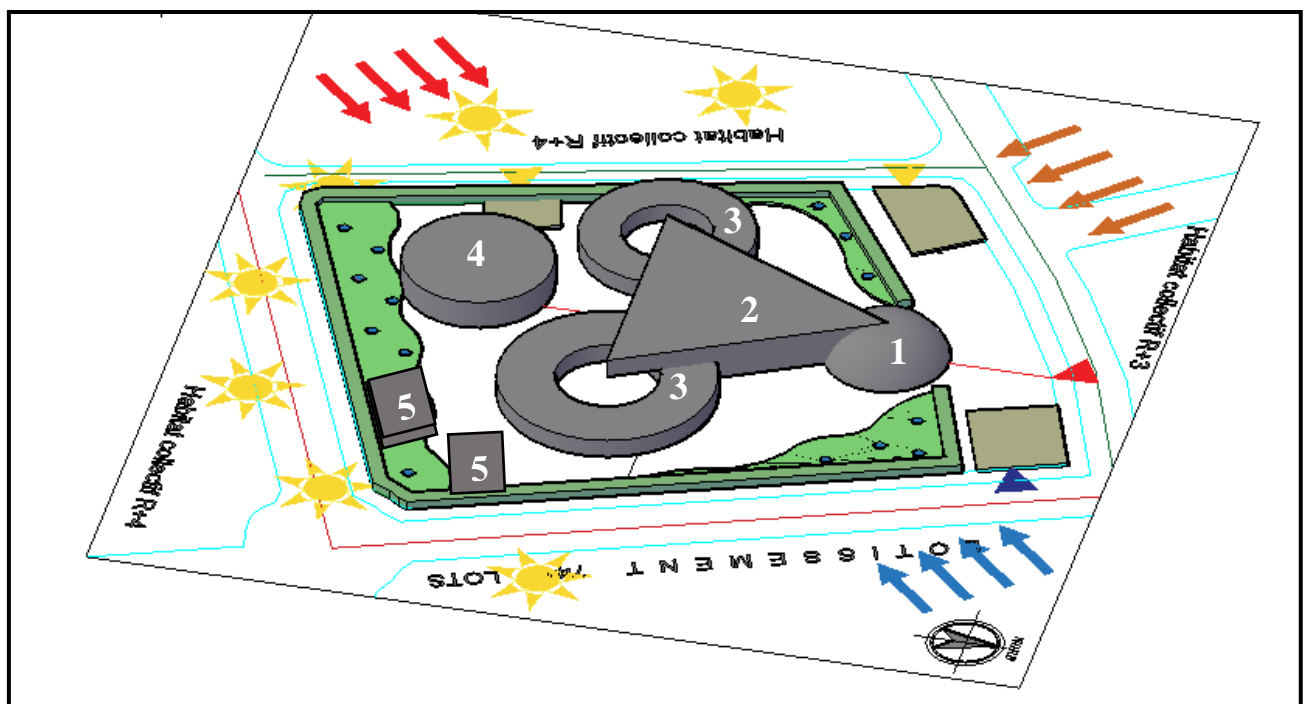


Figure 161: les entités de projet
Source : auteur

Etape 7 : traitement de la volumétrie

- Développement de la forme Circulaire de départ en volume sphérique pour mieux marquer l'entrée principale du projet
- La forme triangulaire se développe en volume triangulaire directionnel et en dégradation qui représente le développement et l'évolution d'un enfant
- Pour représenter le concept de dégradation formelle et de sécurité, prévoir une silhouette rotative qui va protéger les deux cylindres des conditions climatiques.
- Le volume circulaire est un choix adéquat pour l'activité sportive vue son aspect dynamique.

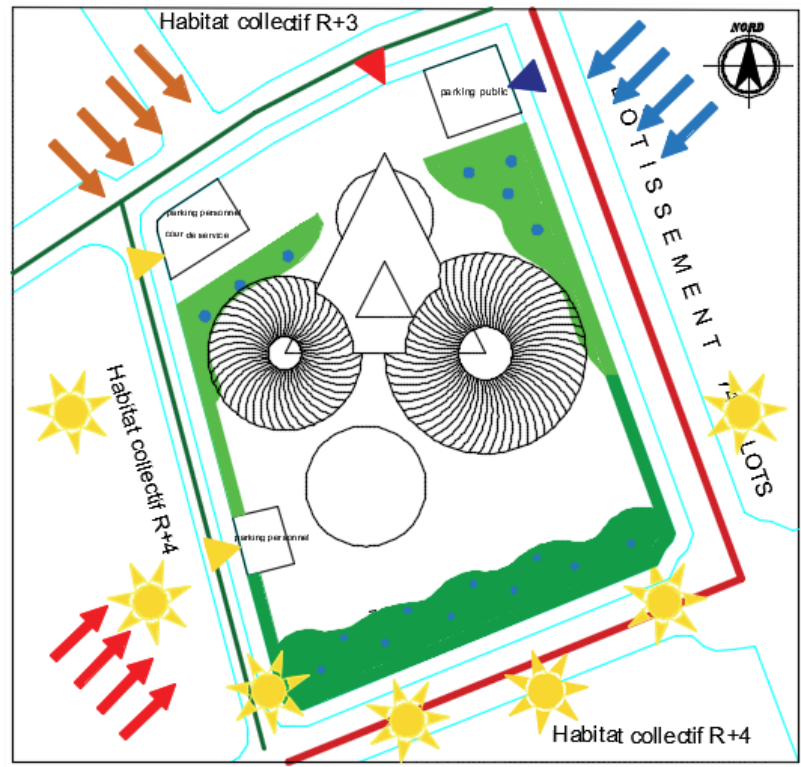


Figure 162:vue sur traitement de la volumétrie
Source: auteur

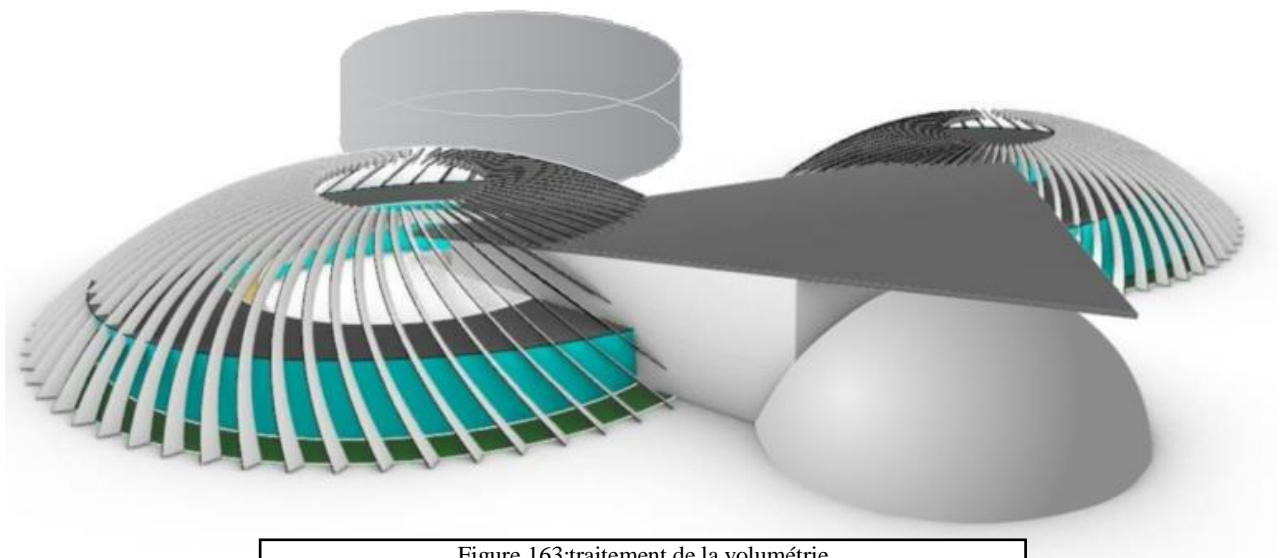


Figure 163:traitement de la volumétrie
Source: auteur

Etape 8 : traitement des espaces extérieurs

-L'espace non bâti occupe un pourcentage important dans l'école primaire du point de vue climatique parce qu'il contribue à créer un microclimat propre à l'école primaire.

-Afin de faciliter la mobilité et l'identification des espaces extérieurs ils ont été marqués par des lignes directrices directes qui guident l'utilisateur à l'endroit souhaité.

-Le projet est entouré par une clôture doublée avec une bande verte qui va assurer la sécurité des enfants et la protection contre le bruit

-Un espace éloigné du projet clôturé réservé pour les logements de fonction avec son propre espace extérieur pour assurer l'intimité et le confort acoustique.

-La Circulation mécanique reste périphérique afin de protéger les enfants, les parkings sont séparés des espaces de jeux des enfants.

-Un passage couvert qui va protéger le parcours vers le complexe sportif

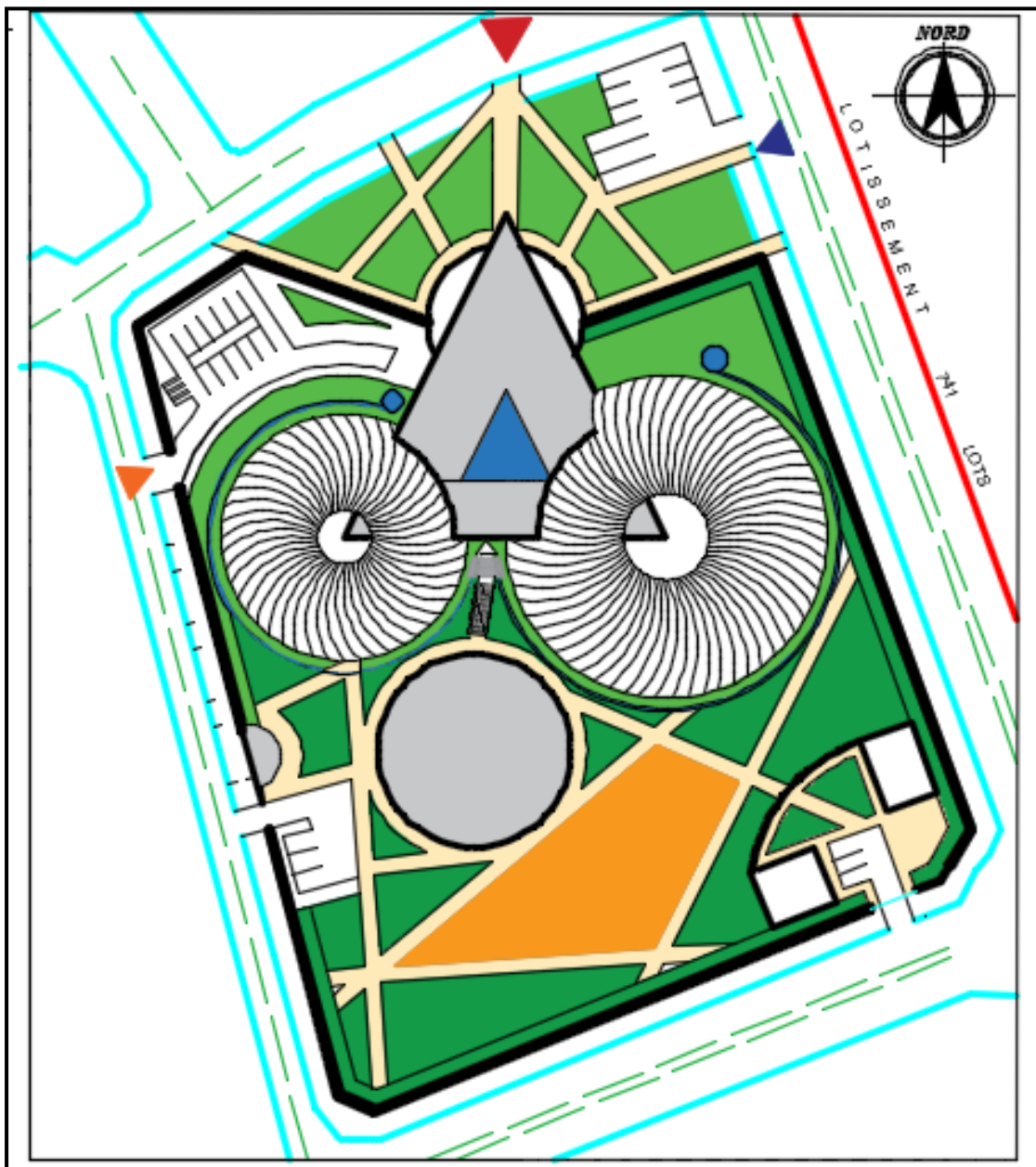
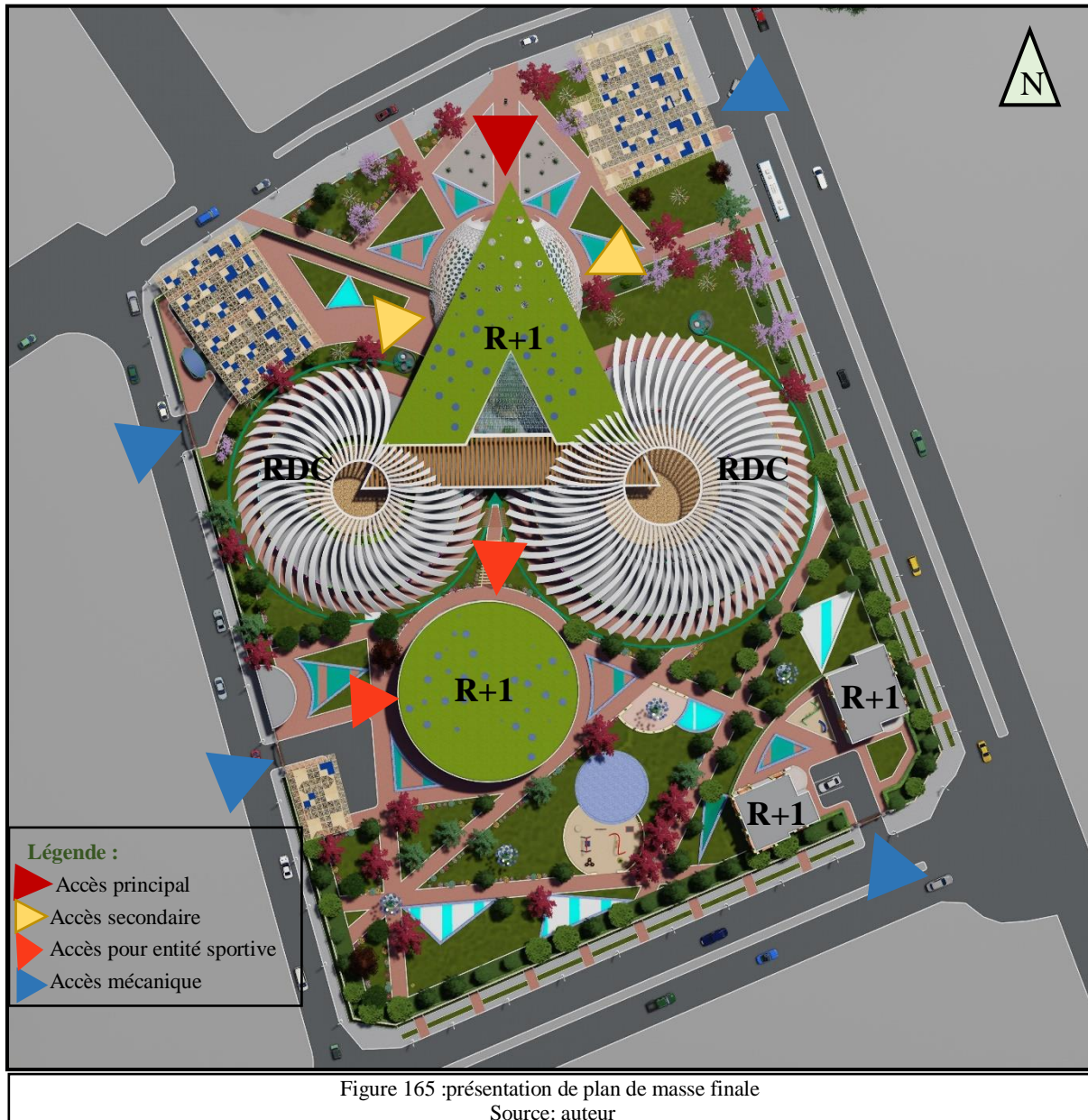


Figure 164:traitement des espaces extérieurs
Source: auteur

Etape 9 : présentation finale du plan de masse



I.4 Conception des plans :

I.4.1 Principes de base de distribution

- L'implantation des espaces les plus fréquentés par les enfants aux premiers niveaux et les autres au niveau supérieur.
- Répartition des fonctions menées suivant les besoins et suivant une hiérarchisation des espaces au niveau vertical : du général vers le spécialisé, Horizontale : du public vers le privé.
- Le respect des différents parcours (élève, enseignant, personnel) et les possibilités de chevauchement des parcours.
- La prise en considération des besoins de chaque espace en matière de sécurité, facilité d'accès, éclairage naturel ...etc.
- Circulation directe et linéaire, gérée, contrôlée et limitée au maximum.
- L'intégration de la notion du confort et de convivialité par la présence des espaces de jeux intérieurs et de rencontre et par une grande luminosité.
- Optimisation de l'éclairage et de l'aération naturelle pour les espaces intérieurs.

I.4.2 Analyse et lecture des plans :

. Plan de rez de chaussée

Le niveau RDC est conçu suivant la hiérarchie du public au privé.

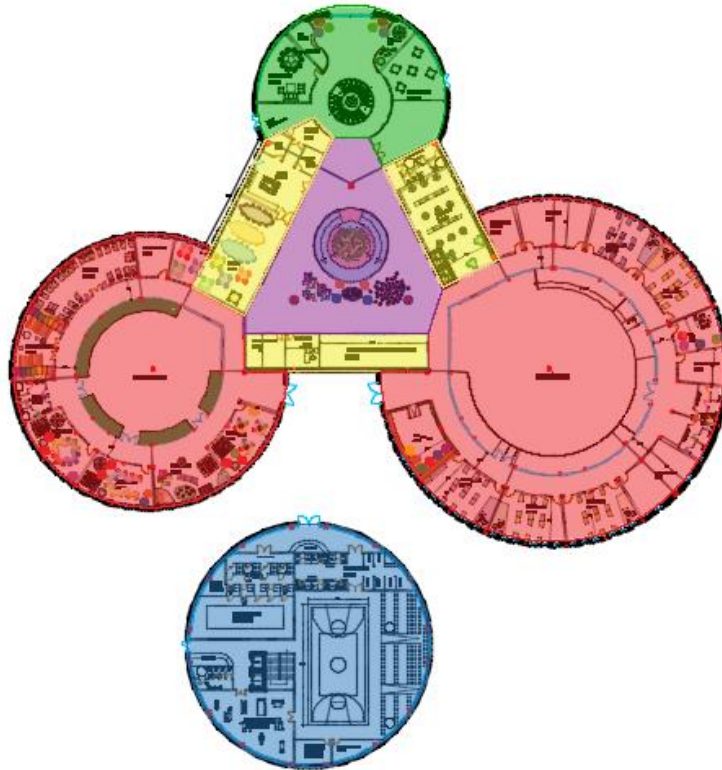


Figure 166: plan de rez de chaussée
Source: auteur

■ A partir de l'accès principal, les espaces d'accueil et de réception sont les premiers espaces à rencontrer pour une meilleure visibilité et pour mieux gérer et faciliter les orientations et le flux des enfants et du personnel.

■ En second lieu, des espaces de services général sont implantés pour une meilleure gestion des flux et pour assurer une séparation indirecte entre les activités de natures différentes.

■ Par souci d'humaniser les espaces intérieurs ; On a intégré par la suite des espaces de convivialité et de rafraîchissement, il s'agit un jardin et d'un espace de jeux intérieur en atrium. Pour plus d'attractivité des enfants.

■ Par la suite de part et d'autre, les espaces d'enseignement sont regroupés selon la catégorie d'âge et ils sont séparés selon les fonctions et les activités qui se déroulent. (Maternelle et élémentaire), ces espaces sont conçus sous forme d'une organisation linéaire pour un meilleur contrôle et suivi des enfants et pour faciliter les déplacements des enfants aux besoins spécifiques moteurs.


-La répartition des espaces au niveau des entités maternelle et élémentaire est faite selon un ordre séquentiel entre espace d'enseignement et espace de détente.


-La partie élémentaire est dotée d'une rampe qui mène vers le niveau supérieur ou on a programmé un espace d'éducation environnementale.

■ En fin la partie qui abrite des espaces sportifs est implantée en retrait fonctionnel par rapport au reste du projet, au niveau de cette partie les espaces sont organisés hiérarchiquement (du public au privé et du commun ou collectif pour la salle du sport et du sale au propre pour la partie balnéothérapie).

. Plan de premier niveau R+1

Les espaces qui nécessitent plus de calme et qui sont temporairement fréquentés surtout par les enfants sont implantés au niveau supérieur

 La partie triangulaire abrite les espaces administratifs.

 La partie circulaire de la salle du sport abrite tout espace médical pour enfants

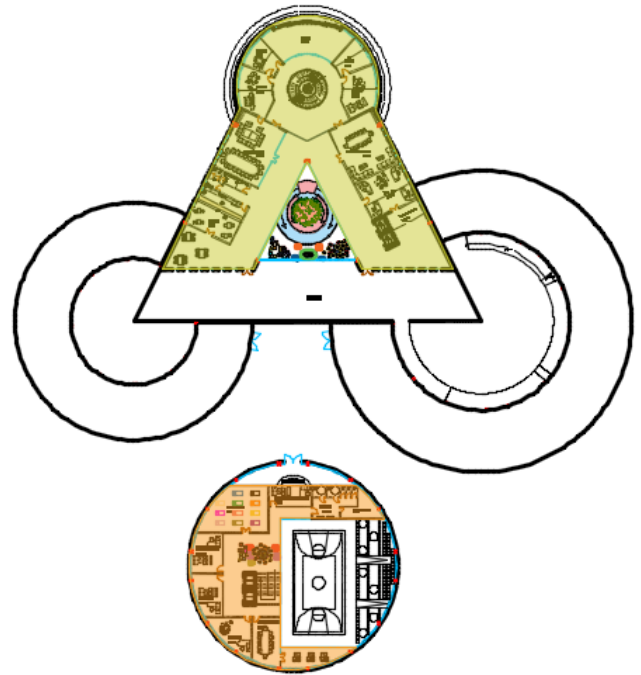


Figure 167: plan de premier niveau R+1
Source: auteur

. Plan circulation au niveau du projet

Le projet s'étale horizontalement plus que verticalement. Cela permettra également :

- Une compréhension facile et rapide de l'espace de la part de l'enfant.
- Une évacuation rapide des gens en cas de dégâts d'incendie.
- Des déplacements aisés pour les enfants aux besoins spécifiques moteurs.
- La circulation au niveau du projet est présente en deux types une circulation horizontale et une circulation verticale.

Circulation verticale assurée par des escaliers des ascenseurs et la rampe.

Circulation horizontale assurée par le hall, la coursive, le couloir, la cour de récréation)

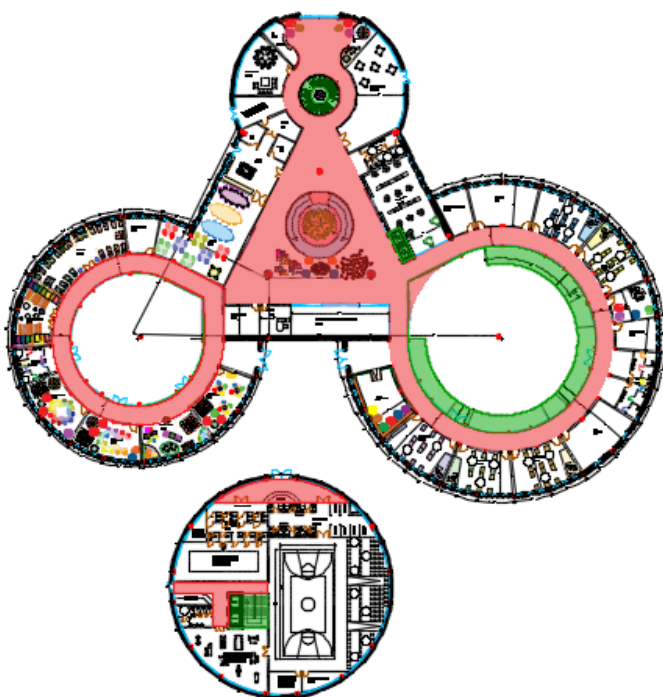


Figure 169: circulation horizontale et verticale dans RDC
Source: auteur

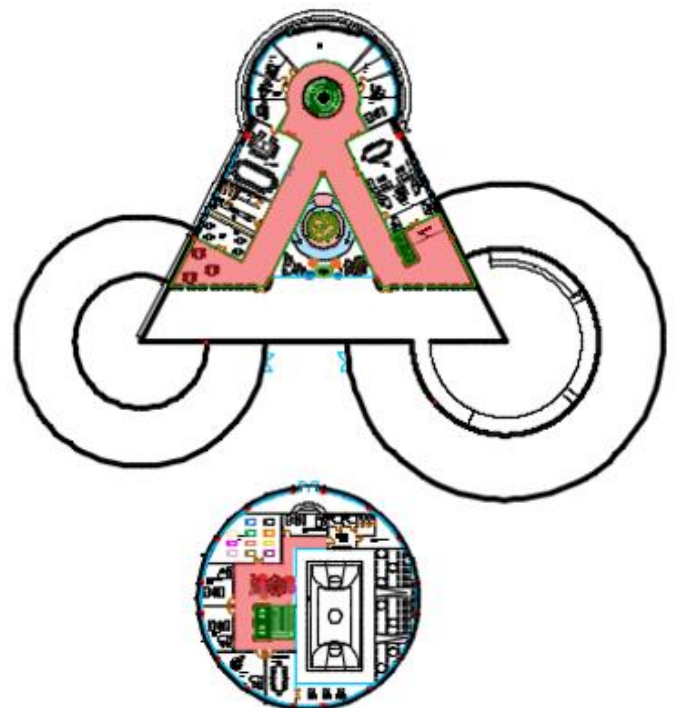


Figure 168: circulation horizontale et verticale dans R+1
Source: auteur

I.5 Conception des façades :

I.5.1 Le principe général de la conception des façades

1- l'idée principale dans la conception des façades de l'école est basée premièrement sur le respect des impératifs fonctionnels (normes de l'aération et d'éclairage) mais cela par l'abandon de l'aspect conventionnel des fenêtres standardisées et l'intégration des murs rideaux et le double vitrage coloré intelligent dans les différentes entités du projet.

2- Deuxièmement, l'autre idée c'est de doter l'école par une valeur artistique à travers la combinaison entre deux éléments essentiels qui sont : les formes géométriques primaires et les couleurs vivantes Bleu, rouge, jaune, rond, carré, triangle... Nous sommes entourés de couleurs et de formes différentes. C'est ce qui fait la variété et la richesse de la vie ! Les formes sont faites avec des lignes et des courbes, les couleurs avec des teintes et des nuances

Pour quoi les formes géométriques primaires (cercle, carrée, triangulaire ...etc.) ?

Naturellement, par ce l'enfant s'identifié rapidement à des formes primaires que des formes composées.

Pour quoi les couleurs éclatantes ?

Les couleurs éclatantes qui sont le rouge, le jaune, et le bleu...etc. sont de nature foncée, attractive et admirée par l'enfant. Et elles ont un effet positif très bénéfique sur la psychologie des enfants.

Couleurs	Psychologique	physiologique
Rouge	Chaud Dynamique Enervent	Augmente les pulsations et les tensions sanguines
Orange	Ardant Brillant Stimulant Joyeux	Favorise la digestion Accélère la pulsation Stimulant mental
Jaune	Chaud Dynamique Gaité jeunesse	Stimulant pour l'œil et les nerfs Peut calmer
Vert	Fraicheur Repos Equilibre	Abaisse la pression sanguine reposant
Bleu	Frais Redonne de la vitalité Constante	Reposant pour l'œil, abaisse la tension musculaire Diminue le rythme respiratoire Apaisant pour les nerfs
Violet	Frais Tristesse Mélancolie métamorphose	calme
Noir	Tristesse Désespoir Mort Elégance	Repos mais déprimant
Blanc	Clair	

Tableau 6: psychologie des couleurs

Source : psychologie de la couleur effets et symboliques de evas heller Edition pryramyd. 2018

I.5.2 Lecture et analyse des façades :

-Entité d'accueil et de réception :

Cette entité représente le point de départ du projet, s'identifiée par un traitement particulier pour souligner son rôle d'accueil, son traitement est complètement vitrée couvert par une géode perforée par des formes géométriques dynamiques, ce traitement contribue à apporté de la lumière zénithale pour mieux éclairer le grand hall d'entrée.



Figure 170:l'entité d'accueil et de réception
Source: auteur

L'entrée principale de l'école au niveau de cette entité est traitée d'une façon symbolique attirante pour les enfants, soulignée géométriquement par une succession d'arcs croissants, dotée par une porte complètement vitrée qui assure la continuité visuelle entre l'extérieur et l'intérieur.



Figure 172:l'entité d'accueil et de réception
Source: auteur



Figure 171:l'entité d'accueil et de réception
Source: auteur

-Entité administrative : C'est la partie qui articule l'ensemble du projet, Caractérisée par son volume triangulaire singulier, ce volume est couvert par une toiture perforée en porte à faux pour assurer la continuité formelle. Et il est souligné par un traitement vertical d'une série de panneaux colorés qui jouent un rôle esthétique et au même temps protecteur contre les déperditions thermiques.



Figure 174:l'entité administrative
Source: auteur

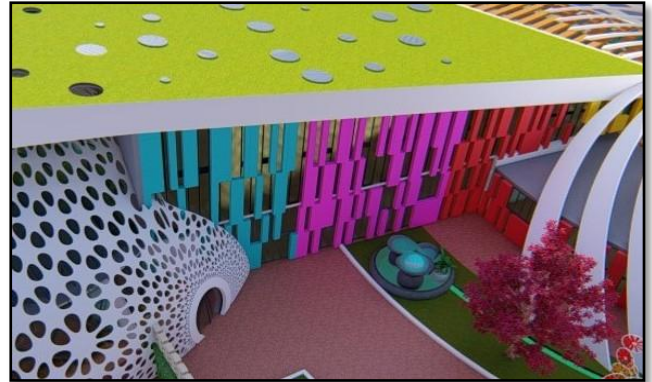


Figure 173:l'entité administrative
Source: auteur

-Entités maternelle et élémentaire :

C'est les entités qui représentent le corps du projet elles sont dotées d'un traitement vertical d'une série de panneaux rectangulaires et d'un vitrage coloré qui assure une transparence contrôlée et une continuité visuelle entre les salles de classes et l'espace extérieur, l'ensemble est couvert par une silhouette rotative circulaire et dynamique qui joue le rôle de brise soleil vertical.



Figure 175:l'entité maternelle et élémentaire
Source: auteur

La Continuité des brises soleil verticales de la silhouette, assure une homogénéité architecturale et une continuité de la protection.

-Entité sportive :

Son traitement est inspiré de sa nature dynamique, elle est dotée de plusieurs motifs de formes circulaires pleines et vides, de dimensions et de couleurs différentes pour rappeler l'activité sportive.



Figure 176:l'entité sportive
Source: auteur

-Ensemble du projet :

La volumétrie finale du projet apparue sous forme d'une architecture contemporaine, Cette architecture qui répond à la fois aux exigences fonctionnelles et durables et au même temps aux besoins psychophysiologies des enfants, le résultat final reflète une architecture enfantine par excellence.

-Le projet est conçu en des volumes compacts articulés qui contribue à l'optimisation thermique du projet. Les aménagement autour le projet contribue à la création d'un microclimat.



Figure 177:l'ensemble du projet
Source: auteur

Par principe de biodiversité, et dans le but de compenser la consommation du terrain on prévoit une toiture végétalisée dans le volume triangulaire. Ceci va améliorer le confort thermique intérieur et diminuer la surchauffe du bâtiment.

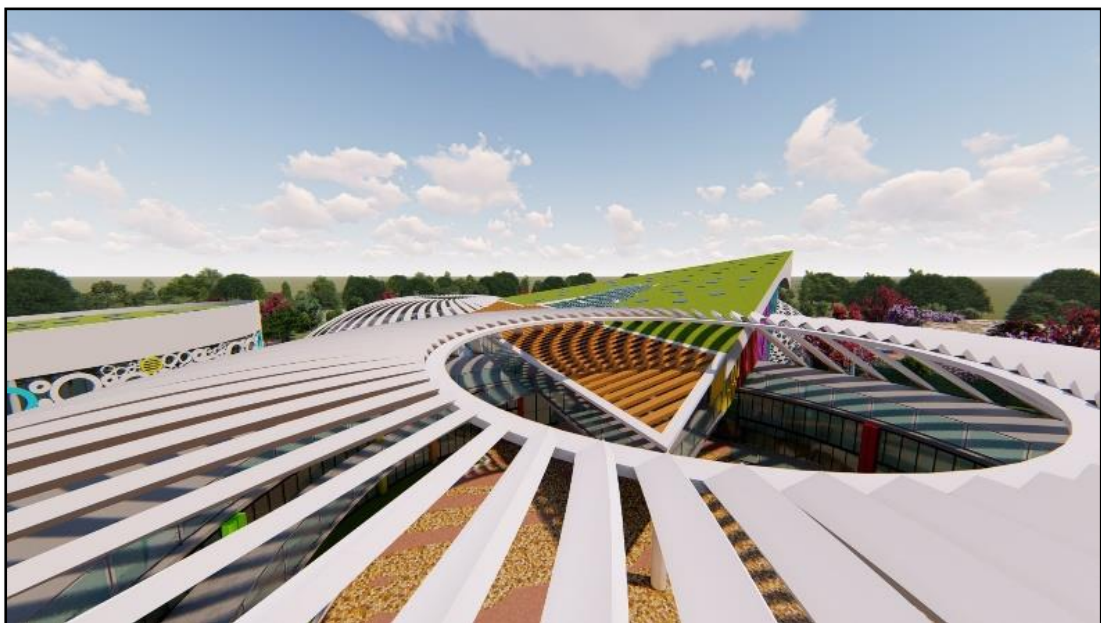


Figure 178:l'ensemble du projet
Source: auteur

I.6 Aménagement extérieur :

L'aménagement extérieur du projet est conçu par le principe d'assurer le confort et le bien-être des enfants avec des espaces conviviaux extérieurs, en profitant des potentialités de site et afin de connecter le bâti avec son aménagement extérieur (parkings, végétations, jeux,) par des parcours de franchissements.

1- La zone tamponne du projet est aménagée par des espaces verts de détente et de rencontre, des bancs de repos et des mobiliers d'éclairage public intelligent.



Figure 179: la zone tamponne
Source: auteur



Figure 180: la zone tamponne
Source: auteur

2- Le projet est bordé par une clôture originale en forme de lego de jeux d'enfants végétalisée par des plantes grimpantes qui forment un mur vert ou un écran végétal protecteur pour le projet.



Figure 181: la clôture
Source: auteur

3- L'espace extérieur du projet est animé par plusieurs séquences d'espaces verts (végétation, les bassins d'eau, trame verte et bleue) : qui sont implantés tout autour du projet et qui contribuent au rafraîchissement de climat et à l'amélioration du confort.



Figure 183: trame verte et bleue
Source: auteur



Figure 182: trame verte et bleue
Source: auteur

4-Des bacs à sable destinés aux enfants dotés de mobiliers de jeux à ciel ouvert permettent d'améliorer d'avantage leur productivité et par conséquent assurer la cohésion sociale entre eux.



Figure 184:les espaces de jeux
Source: auteur



Figure 185:les espaces de jeux
Source : auteur

5- Des power plants colorées et des Eco.Leaf amusantes sont implantées à l'extérieur pour la production intelligente des énergies renouvelables, et par conséquent elles ont contribué à animer l'espace extérieur du projet.



Figure 187:Eco-leaf
Source: auteur



Figure 186:power plant
Source: auteur

6- Les parkings du projet sont protégés par une couverture en charpente en bois, accordée à des panneaux photovoltaïques qui contribuent à la production de l'énergie solaire.



Figure 188:parking solaire
Source: auteur

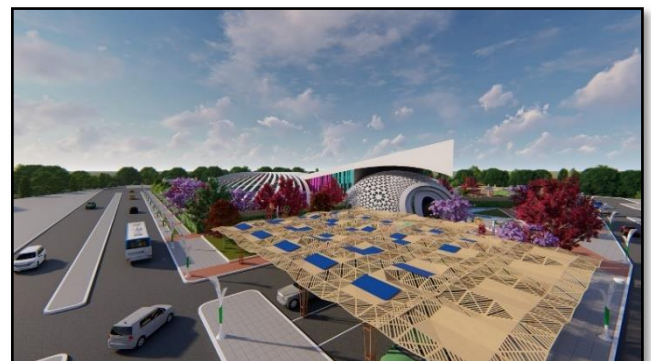


Figure 189:parking solaire
Source: auteur

I.7 Conception des espaces intérieurs :

Lors de la conception des espaces enfantins du projet on a pris en compte deux aspects importants : la sécurité et l'amusement. Les enfants sont par nature des explorateurs et ont besoin d'une stimulation visuelle et tactile au sein d'une ambiance qui minimise les chutes, les risques ...etc.

- 1- La sécurité des enfants est assurée par le choix des formes souples et appréciables, et des mobiliers doux conformes aux normes de sécurité.



Figure 191:mobiliers conformes
Source: auteur



Figure 190:mobiliers conformes
Source: auteur

- 2- L'amusement est assuré par l'intégration des espaces de jeux, de détente et d'enseignement, sur la totalité de l'espace qui se caractérisent par leur attractivité marquante.



Figure 192:attractivité des espaces
Source: auteur



Figure 193:attractivité des espaces
source: auteur

- 3- La stimulation visuelle et l'ambiance intérieure sont assurées par le choix des nuances de couleurs, des dessins et des motifs attirants, amusants et éducatifs.



Figure 195:l'ambiance intérieure
Source: auteur



Figure 194:la simulation visuelle
Source: auteur

• **Synthèse :**

Après cette lecture générale on distingue que dans la conception d'un projet dédié aux enfants chaque geste, chaque point, et ligne a son interprétation et son principe. Donc l'architecture enfantine c'est l'art de construire et de réfléchir en même temps. Pour produire un projet réussi, l'architecte doit être artiste, un concepteur et un psychologue pour que son produit réussisse et pour qu'il puisse convaincre les gens de ces points de vue.

II. Volet 2: étude technique

• Introduction :

La conception architecturale exige la coordination entre la structure, la forme et la fonction tout en assurant aux usagers la stabilité de l'ouvrage.

Alors dans ce volet on va traiter les choix techniques adéquats pour transformer et concrétiser l'idée du projet de l'état théorique à l'état réel. C'est à dire assurer la fonction et le confort et l'esthétique du projet dans un cadre durable.

II.1 Choix de Système structurel :

Le choix s'oriente vers une structure composite la structure en béton armé et la structure métallique. Ce choix de structure va répondre à des exigences techniques, fonctionnelles et esthétiques.

- 1-Structure en coque en béton léger pour la dôme d'accueil : Structure continue, mince avec des poutres ceinturées c'est les exigences d'espace d'accueil.
- 2- Structure en béton armé pour la forme triangulaire : Elle atteignant des portées considérables.
- 3-Structure en béton pour les deux formes cylindriques.
- 4-structure métallique pour la salle du sport : qui offre une souplesse architecturale intéressante, des portées importantes, des retombés réduits.

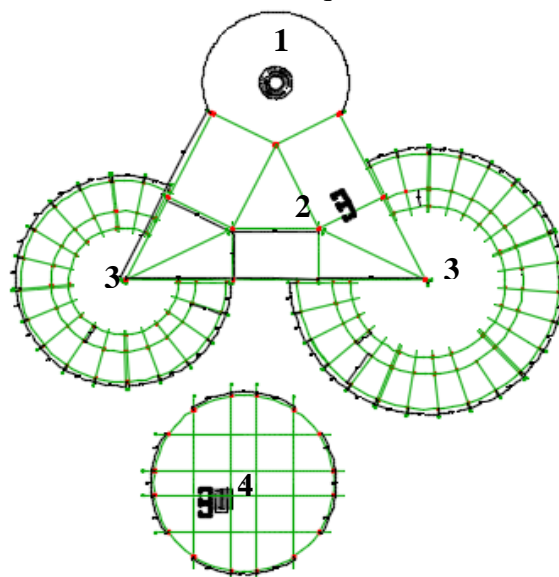


Figure 196:choix de système structurel

Source: auteur

II.1-1 Gros œuvres :

- **Infrastructures :**
- Fondations :

Les fondations reprennent les charges (permanentes) et surcharges (variables et climatiques) supportées par la superstructure et les transmettent au sol dans de bonnes conditions afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage. Le choix de type des fondations dépend de :

- Du type d'ouvrage à fonder, donc des charges appliquées à la fondation
- De la résistance du sol. ⁵³

Les types des fondations :

- ✓ La fondation superficielle (isolée, filante)
- ✓ La fondation profonde (pieu)
- ✓ La fondation spéciale (sur radier général, par congélation, dans l'eau après épuisement)

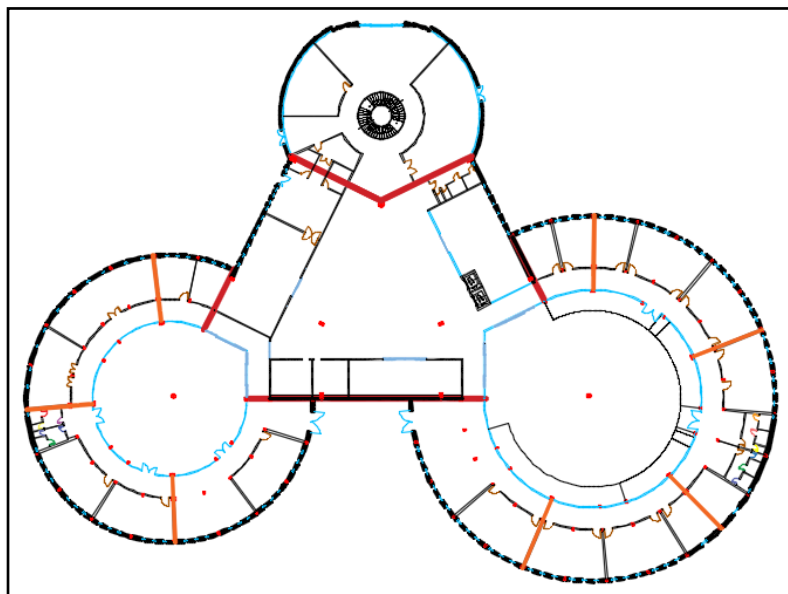
- Les joints :

L'ensemble du projet est traversé par deux types de joints

- 1- Des joints de rupture dans le but de réduire au maximum les dégâts dus aux l'effondrement accidentel, ou aux tassements différentiels. Les joints ont pour rôle de : séparer les blocs à chargement différent, séparer les blocs entre eux lors d'un changement de direction.

⁵³ Fondations des bâtiments notech.franceserv.com

2- Des joints de dilatation qui concernent l'espacement entre deux parties du projet et leur rôle est de permettre à chacune des parties d'avoir des mouvements indépendamment de l'autre. Ils permettent aussi de réduire les effets de la dilatation en cas de fortes chaleurs, ou ceux du retrait en cas de températures basses.



Légende :

Joint de rupture



Joint de dilatation



Figure 197: les joints du projet
Source : l'auteur

- **Superstructures :**

- **Poteaux :**

-pour le volume de triangle on choisit des poteaux en béton armé avec deux sections différentes et de forme rectangulaire pour les espaces ordinaires clos et de forme circulaire pour les espaces ouverts.

-pour les deux cylindres on choisit des poteaux en béton armé de section rectangulaire.

-structure métallique pour la salle du sport des poteaux HEA pour éviter tout risque de flambement.

- **Poutres :**

-pour le volume triangulaire poutre en console du béton précontraint pour la partie porte-à-faux perforé.

-les deux volumes cylindriques prennent des poutres en béton armé de section rectangulaire.

- **Planchers :**

-Pour le volume triangulaire : dalle à caisson plus léger avec grandes portées.

-pour les deux volumes cylindriques dalle en corps creux.

-pour le volume de la salle du sport : plancher tridimensionnel avec des grandes portées.

- **Silhouette rotative :**

Les silhouettes couvrent les deux cylindres et jouent le rôle des brises, l'espace entre les cylindres et les silhouettes est un espace vert avec une rangée d'arbre qui joue le rôle protecteur d'un écran végétal qui protège l'espace et qui contribue à la création d'un micro climat intérieur confortable.

Ces silhouettes s'ouvrent en position verticale en fonction des variations climatiques extérieures et des besoins de confort à l'intérieur. Elles réagissent aux ordres communiqués par des capteurs météo (température et ensoleillement). Ce type de contrôle autonome est aussi appelé « contrôle direct »

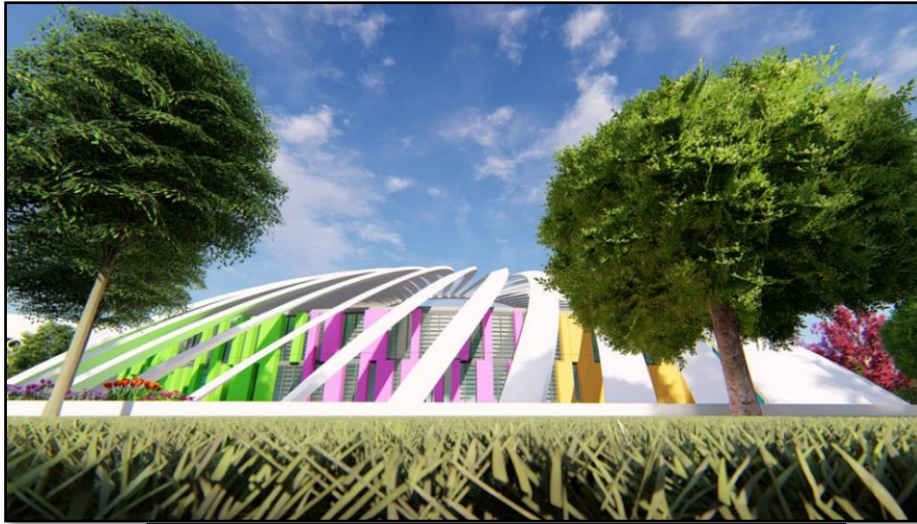


Figure 198: la silhouette rotative du projet
Source : auteur

-Fonctionnement :

-En été : Les ouvertures sont protégées par la silhouette. La chaleur excessive est réfléchiée vers l'extérieur pour conserver la fraîcheur à l'intérieur car la silhouette est en position presque fermée. Elle permet de limiter l'effet de serre en réfléchissant le rayonnement solaire vers l'extérieur.

-En hiver : Durant la journée, la chaleur est captée à l'intérieur du bâtiment au travers des ouvertures : la silhouette est en position ouverte. Le soir, dès que le soleil faiblit et que la température extérieure fraîchit, la chaleur est conservée à l'intérieur (la silhouette est fermée).

-Composantes :

Anneau métallique supérieur tridimensionnelle pour fixation.

Des panneaux en béton léger de 5 cm

Support en métal

II.1-2 Second œuvres :

- Circulation :

-Les escaliers :

Pour avoir une fluidité et une sécurité lors de la transition verticale on a utilisé deux escaliers intérieurs en béton armé de forme circulaire de largeur de 1.8m. Ces escaliers sont destinés aux administrateurs et enseignants avec une contre marche de 17 cm et un escalier avec palier et une largeur de 2 m dans la salle du sport avec une contre marche de 13 cm pour les enfants en besoins spécifique moteur et cela suivant les normes déjà citées au niveau de l'étude qualitative du programme du projet.



Figure 200:escalier administratif
Source: auteur

-L'ascenseur :

Vue la spécificité du projet (besoins spécifiques moteurs) il est indispensable de prévoir des ascenseurs en cas d'étage donc le projet est doté de 4 ascenseurs deux dans le volume triangulaire et deux autres dans la salle du sport se sont de type 1250 kg de dimensions de 2600X2300cm avec ouverture de 1100 cm. avec une hauteur de cabine de 2.3 m et hauteur de porte 2.1m.

-La rampe :

Pour assurer une fluidité et une sécurité pour les élèves en cas des déplacements sans ascenseur en étage on a prévu une rampe dans la cour de largeur de 2.8 m de pente de 4%.

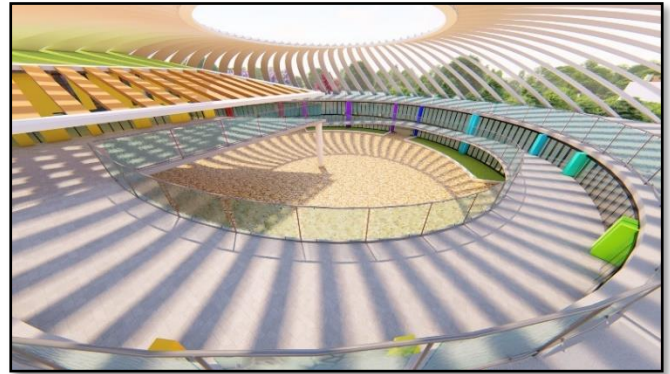


Figure 201:la rampe
Source : auteur

- Cloisons extérieures :

-Façade double peau dans le dôme et la salle du sport :

La façade en double peau ventilée est constituée de deux parois de verre (Verre feuilleté opale) séparées par une lame d'air. La ventilation de cette lame d'air résulte d'un phénomène de convection de l'air.

Verre feuilleté opale: Le verre opale appartient à la catégorie des verres translucides : il laisse passer la lumière tout en occultant la vue.



Figure 202:double peau de la salle du sport
Source : auteur



Figure 203:double peau de la dôme d'entrée
Source : auteur

-Pour le reste du projet :

Le BTS (Béton de Terre Crue Stabilisée et Compressée) pour les murs extérieurs est un matériau de construction écologique, qui utilise de la matière première disponible localement, facilement accessible et peu coûteuse avec Les revêtements de façades par des panneaux isolants a base polyuréthane composé de matériaux bio sources sont fixés directement sur le mur support avec des chevilles sur le béton.



Figure 204: revêtements des façades en panneaux isolants
Source: l'auteur

- Cloisons intérieurs :

-Cloisons intérieurs en BTS ont épaisseur léger avec des panneaux Métisse réalisé en textile recyclé et d'une housse de protection en coton.il présente une correction acoustique performante et une isolation thermique.

-Cloisons vitrées pour les couloirs qui donne vers le patio et bibliothèque, ateliers environnementale qui donne vers atrium pour profiter de l'éclairage. Ces cloisons sont en Verre feuilleté opale pour éviter les déperditions thermiques et assure une continuation visuelle.

- Type de vitrage :

-Le double vitrage à isolation renforcée avec Argon est un très bon moyen d'isolation des vitrages.

- Revêtements des sols :

Le revêtement de sol doit répondre aux exigences suivantes :

Confort et sécurité, Hygiène et durabilité, Durée de vie et rentabilité.

Esthétique.

-Un carrelage écologique : Un carrelage Léger, flexible et écologique, biocompatible, esthétique, souple: il est fabriqué à base d'un mélange d'époxy d'huile de lin, de fibre naturelles et de celte Il peut être découpé en n'importe quelle forme et même devenir lumineux Il peut être installé partout.

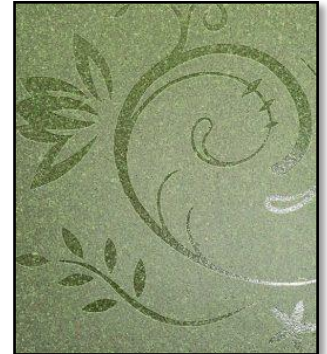


Figure 205:carrelage écologique
Source : les-matériaux-de-construction-innovants. ecotra.be

-Revêtement en parquet : pour terrain de sport.

-Revêtement en caoutchouc : pour la salle de musculation

-Revêtement linoléum pour salle de psychomotricité

- Les faux plafonds :

Pour le projet on utilise deux types de faux plafond selon la fonction des espaces:

-Un plâtre antichoc et antipollution renforcé avec des fibres de bois, le Placo Impact Activ'Air est 4 fois plus résistant qu'une plaque de plâtre standard. Il possède surtout des vertus dépolluantes : un composant spécifique, incorporé à hauteur de 0,2% dans le plâtre, capte 80% des composés organiques volatils (COV) et les transforme en composés inertes.



Figure 206:plafond en placo
Source : les-matériaux-de-construction-innovants. ecotra.be

-Les locaux humides nécessitent un faux plafond en PVC.

- Enduit et peinture :

Dans un établissement scolaire, les murs et les portes sont fortement sollicités. Donc la peinture écologique est idéale pour des corridors, salles de classes, vestiaires, et salle du sport.

La peinture écologique : une peinture sa qualité de fabrication. Sa composition est à 100% issu de matières premières 100% naturelles : eau, huile végétale, caséine, charges minérales, adjuvants et additifs issus de produits naturels tels que huiles végétales modifiées. Ces couleurs, minérales et profondes, résistent bien au temps et aux UV. Leur palette est infinie, à quelques exceptions.

II.2 Confort au niveau du projet :

II.2.1 Confort thermique :

- **Techniques passives :**

-Végétation :

Pour créer un micro climat à l'intérieur du projet on a implanté au niveau des patios et l'atrium de la végétation et à l'extérieur entre la silhouette et le bâti.



Figure 207: la végétation
Source: auteur

-Inertie thermique du bâtiment :

Inertie thermique est le potentiel de stockage thermique. Une construction a forte inertie thermique conserve une température stable et se réchauffe ou se refroidit très lentement.

Cloison :

Pour extérieur des panneaux de d'isolation thermique en polyuréthane (cet isolant offre une haute performance d'isolation thermique) ont fixés directement sur le mur support avec des chevilles sur le BTS (Béton de Terre Crue Stabilisée et Compressée) qui a une forte inertie.

Pour intérieur des panneaux Métisse qui ont une forte inertie.

Double vitrage renforcée par gaz d'argon :

Le double vitrage à isolation renforcée avec Argon. L'isolation renforcée consiste en l'ajout d'une couche d'oxydes métalliques sur l'une des faces intérieures du vitrage, qui permet de limiter l'entrée des rayons de soleil l'été et de réduire les pertes de chaleur vers l'extérieur l'hiver.

-Ventilation naturelle par :

-Simple exposition (Ouvertures) :

Un renouvellement d'air minimum est assuré par les entrées d'air intégrées aux fenêtres.



Figure 208:les ouverture
Source : auteur

-Patio :

La position des deux patios partiellement couvert par la silhouette rotative favorise la ventilation des espaces que l'entour naturellement.



Figure 209:patio
Source : auteur

-Atrium :

Un atrium au centre du volume triangulaire qui joue le rôle d'espace tampon créant un microclimat par la présence d'arbres au centre. Cette dispositif passif pour assurer un bon confort thermique à l'intérieur des espaces ainsi qu'une ventilation naturelle.

Les ouvertures automatiques pour atrium permettent de renouveler l'air mais aussi de maintenir la température. Équipé d'un thermomètre le mécanisme s'actionnera en fonction de la température souhaitée.

Fonctionne sans électricité. Le soleil chauffe le vérin qui contient une huile végétale. Cette huile se dilate par l'échauffement et pousse le piston qui ouvre la lucarne.



Figure 210:atrium
Source : auteur

-Façade double peau ventilée :

La façades double peau offre la création d'une ventilation naturelle et une isolation phonique et acoustique afin d'éviter les pertes thermiques par les panneaux qui jouent le rôle de protection solaire les rideaux d'air intérieur et extérieur permettent respectivement de réchauffer l'air intérieur en hiver et de réguler la température en été pour éviter la surchauffe.

-Toiture végétalisée inclinée :

La végétation des toitures permet d'atteindre plusieurs existantes définis le développement durable il augmente le confort thermique acoustique et visuel améliore la qualité d'air ambiant empêche la cumulation d'eau des pluies et finalement sont des toitures recyclables.



Figure 211:toiture végétalisée inclinée
Source : auteur

- **Technique actives :**
- **Silhouette rotative :**

La silhouette joue le rôle protections solaires. Elle permet de maîtriser ces échanges de façon précise pour une gestion optimale des apports thermiques. En fonction du climat, la silhouette rotative préserve la fraîcheur intérieure ou, au contraire, pour bénéficier des apports solaires.

- **Chauffage et climatisation :**

Le système VRV (Variable Réfrigérant Volume) fonctionne avec le principe d'un réfrigérant dont le volume est variable selon les besoins des unités intérieures de confort. Que cela soit pour climatiser ou pour chauffer, le système VRV fonctionne avec le principe thermodynamique de pompe à chaleur en hiver et de groupe frigorifique en été.

II.2.2 Confort visuel :

-Eclairage naturel : l'éclairage naturel au niveau du projet est assuré par deux dispositifs

- Un éclairage Zénithale : à travers
 - ✓ Un Patio : Les deux patios exploitent la lumière de jour pour éclairer les espaces intérieurs du projet
 - ✓ Un Atrium : Un atrium au centre du bâtiment permet à la lumière du jour de mieux pénétrer .il permet de diminuer les risques d'éblouissement dans les pièces adjacentes
- Un éclairage Latéral : à travers les ouvertures

Une grande partie de la lumière du jour est transmise par les vitrages à l'intérieur de bâtiment tout en laissant une large ouverture à la lumière du ciel. Inversent des surfaces réfléchissantes au sol on contribue à capter l'avantage de lumière.

- Protection des parois extérieures :

Protection des parois extérieures par la silhouette rotative assure une bonne gestion de la lumière naturelle permet d'améliorer le confort visuel, le bien-être et la productivité des occupants tout en réduisant le recours à la lumière artificielle.

-Artificielle :

Pour l'éclairage général, des lampes et des tubes fluorescents haut rendement avec des lampes fluo-compactes pour intérieur et des Ballon fluorescents pour extérieur.

II.2.3 Confort acoustique :

-Les cloisons extérieures : La massivité des cloisons en BTS assure le confort acoustique d'intérieur.

-Les cloisons intérieures : Utilisation des cloisons intérieures en BTS avec des panneaux Métisses qui assurent une très bonne isolation acoustique surtout entre les salles de classe.

II.2.4 Confort respiratoire :

Pour assurer une bonne qualité d'air dans l'école on a opté les solutions suivantes :

- Éloignement aux voie mécanique.
- Implantation des Végétations et points d'eau.
- Renouvellement d'air par Patio et Atrium et les ouvertures.



Figure 212:implantation des végétations et points d'eau
Source: auteur

II.2.5 Confort psychologique :

-Pour se développer en un adulte avec une personnalité saine et équilibrée, un enfant a besoin que son milieu lui offre les conditions suffisantes à son épanouissement. Il n'est pas nécessaire que tout se passe parfaitement bien mais il est nécessaire que les conditions soient suffisamment bonnes.

-Pour cela on prend en considération cette enjeu dans école primaire pour enfants à besoins spécifique s moteurs avec l'intégration des dispositifs suivant :

- Traitement de façades avec les couleurs.
- Aménagement de hall d'accueil et l'espace tampon (atrium) et les couloirs avec des couleurs et des jeux pour enfant.
- Implantation des espaces de loisirs dans l'intérieur et l'extérieur du projet.



Figure 213:aménagement de zone tampon
Source: auteur



Figure 214:aménagement de hall d'accueil
Source: auteur



Figure 216:espace de détente
Source: auteur



Figure 215:espace de jeux extérieur
Source: auteur

II.3 Eco gestion :

II.3.1 Gestion d'énergie :

- Parking solaire :

Des panneaux photovoltaïques qui seront placé dans les parking du projet (parking solaire).

Une surface de stationnement protégée ainsi qu'une production d'électricité photovoltaïque.

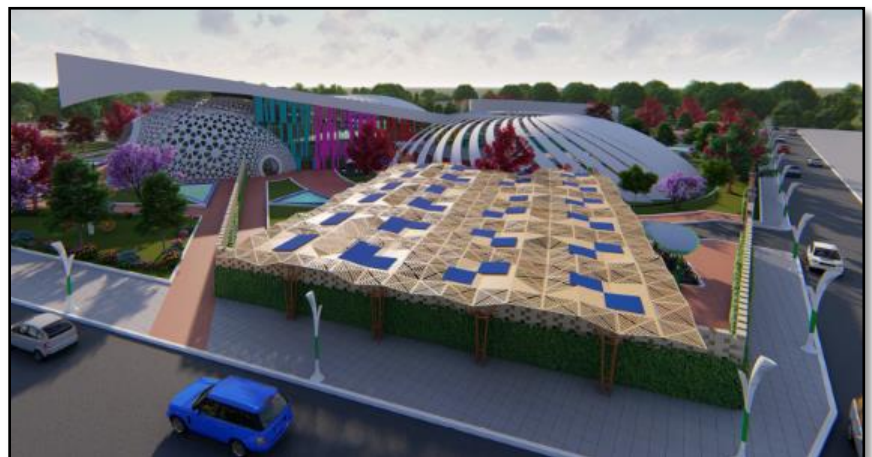


Figure 217:parking solaire
Source: auteur

- Panneaux photovoltaïques flexibles :

De type photovoltaïque, le panneau solaire souple est constitué de cellules monocristallines à base de carbone. Sa flexibilité et sa résistance supérieure à l'humidité lui permet d'intégrer bien dans la toiture végétalisée



Figure 218:panneaux photovoltaïques flexibles
Source: auteur

- La lumière solaire pour rideaux Eco.Leaf :

Eco.Leaf Shade sont ses lampes à encre E et OLED en forme de feuille. Le couvre-fenêtre high-tech peut exploiter l'énergie du soleil et de la chaleur. Il protège également du soleil et de la chaleur pendant la journée. La nuit, les lampes OLED à l'intérieur du rideau s'allument grâce à la puissance récoltée pendant la journée.



Figure 219:Eco-Leaf
Source: auteur

- Power plant :

Produire de l'énergie par vent faible; Plus efficace ;
Production à faible coût Fabriqué à partir de matériaux recyclés Peut être modifié par les besoins et les goûts
Utilisateurs et respectueux des oiseaux.



Figure 220:power plant
Source: auteur

- Bio lampe:

Un ventilateur aspire l'air à l'intérieur - qui se déverse dans le liquide à base d'algues. Ce liquide circule dans un système en spirale grâce à une pompe qui aide les algues à mieux absorber le CO₂. Dans l'autre tuyau (pipe2), cette progression s'arrête. Si nous laissons le liquide en position debout, il passe l'oxygène. Grâce à la fréquence des réverbères, l'épuration de l'air est plus efficace.



Figure 221: bio lampe
Source: auteur

II.3.2 Gestion d'eau :

Récupération des eaux usées :

Les eaux usées seront collectées aux niveaux des regards, puis acheminées vers la station de relevage d'où elles seront rejetées vers le réseau public après passage de la station de traitement des eaux.

II.3.3 Gestion des déchets :

Tri des déchets :

Tri des déchets au niveau de la salle de classe, atelier environnementale, restauration scolaire.



Figure 222: tri des déchets
Source : Tri des déchets à Charleroi: un bilan satisfaisant 30 octobre 2018

II.4 Protection et sécurité :

Le plus important dans un système de protection contre l'incendie et la sauvegarde des personnes et la préservation des biens, réside dans la conception qui doit étudier de façon à offrir toutes les conditions de sécurité, que ce soit dans les matériaux utilisés qui doivent être incombustibles et via des issues de secours bien placées. Ainsi plusieurs dispositifs constructifs et techniques ont été prévus :

-**Détecteur de fumée** : on prévoit dans tous les espaces des détecteurs de fumée, ils avertissent un début d'incendie. Ils surveillent en permanence l'air ambiant de l'habitation. Le détecteur de fumée est programmé pour détecter les fumées et alerter aussitôt grâce à une alarme sonore.

-**Extincteur automatique à eau** : Un sprinkler ou une tête d'extinction automatique à eau, est un appareil de détection de chaleur excessive et de dispersion automatique d'eau, lors d'un incendie. Il est alimenté par des canalisations (propres à lui) ou bien par la bache à eau, équipée d'un compresseur.

-**Extincteurs mobiles** : (au niveau des halles et des espaces de circulations) Sont des appareils de lutte contre l'incendie capables de projeter ou de répandre une substance appropriée appelée « agent extincteur » afin d'éteindre l'incendie.

-**Système de Sécurité** :

Le projet dans son ensemble est doté d'un système de vidéo-surveillance qui assure la sûreté des personnes et du matériel, il se compose :

- D'une alarme reliée au système télésurveillance.
- De capteurs dont le but est de détecter les mouvements suspects et détecteurs thermiques.
- Un moniteur : écran d'ordinateur pour visualiser les images.

-Un enregistreur, si on souhaite sauvegarder les images pour consultation ultérieure. Plusieurs caméras pour couvrir l'ensemble des zones souhaitées.

-Une Clôture : tout autour de projet pour assurer la sécurité des enfants.



Figure 223:la clôture du projet
Source : auteur

- **Synthèse :**

La particularité du projet a influé les choix techniques et les systèmes utilisé dans le projet, on a essayé d'exposer quelques solutions pour assurer toutes types de confort sans oublié les techniques actives à faible impact sur l'environnement. Malgré tous les détails mentionnés, on ne peut pas assurer que le projet est succédé car il y'a plusieurs choses qui ne peuvent être montrées que pendant exécution.

• Chapitre 1: simulation numérique

• Introduction :

-Dans le cadre du développement durable, il est essentiel de concevoir des équipements en concordance optimale avec leur environnement, ce qui inscrit le climat parmi les dimensions fondamentales de l'architecture. Pour le cas d'une école primaire le confort hygrothermique fait partie des conditions les plus importantes pour assurer le bien-être des élèves.

-Dans cette partie du travail nous allons essayer d'étudier l'impact des matériaux de construction sur le confort thermique dans une salle de classe, pour éviter les effets inverses de surchauffes en été et des pertes de chaleur en hiver. Sous un même site, la recherche architecturale a développée des réflexions en utilisant la simulation numérique pour tester la performance des matériaux utiles pour un confort thermique spécifique et adéquat aux normes d'une salle de classe.

I. Motivation du choix :

Le confort thermique est probablement l'un des éléments venant le plus à l'esprit lorsqu'on pense au confort dans une école primaire pour enfants à besoins spécifiques moteurs durable à la ville de Laghouat avec son climat chaud et aride. Le but est d'assurer une sensation de chaleur en hiver et éviter les surchauffes en été.

II. Problématique spécifique :

Les conditions de confort thermique des salles de classe dans un climat spécifique tel que la ville de Laghouat doivent être impérativement maîtrisées. Ces espaces sont particulièrement sensibles car les enfants présentent une sensibilité accrue aux effets de froid et de chaleur, alors Quelle stratégie de l'architecture durable adoptée pour améliorer le confort thermique dans une salle de classe orientée sud dans une école primaire durable pour enfants aux besoins spécifiques moteurs conçue dans la ville de Laghouat caractérisé par un climat chaud et aride ? et Quels types des matériaux on peut adapter pour la construction de cette école?

III. Objectif spécifique :

L'objectif de ce travail c'est de vérifier le comportement thermique d'une salle de classe orientée sud sous les données climatiques de la ville de Laghouat à l'aide d'un outil de simulation.

Cette analyse est basée sur l'inertie thermique du bâtiment (les matériaux constituant les cloisons extérieures et intérieures) et la silhouette rotative et l'effet de la végétation.

Pour atteindre cet objectif on compare les résultats l'outil de simulation numérique le logiciel et ECOTECH.

IV. Hypothèses spécifiques :

-Utilisation de béton de terre stabilisée et compressée BTS et l'isolation par extérieur en vêtue avec des panneaux colorés en polyuréthane (M62) et l'effet de végétation. Peuvent présenter une alternative et assurent un confort thermique satisfaisant.

- La combinaison a un dispositif architectural « patio » pour la ventilation naturelle des espaces intérieurs.

- le Renforcement d'isolation des ouvertures par l'utilisation de double vitrages à gaz argon et la silhouette rotative qui joue le rôle des brises solaires verticaux et horizontaux amovibles.

V. Méthodologie de travail :

Elle est basée sur la méthode d'évaluation numérique comme suivant :

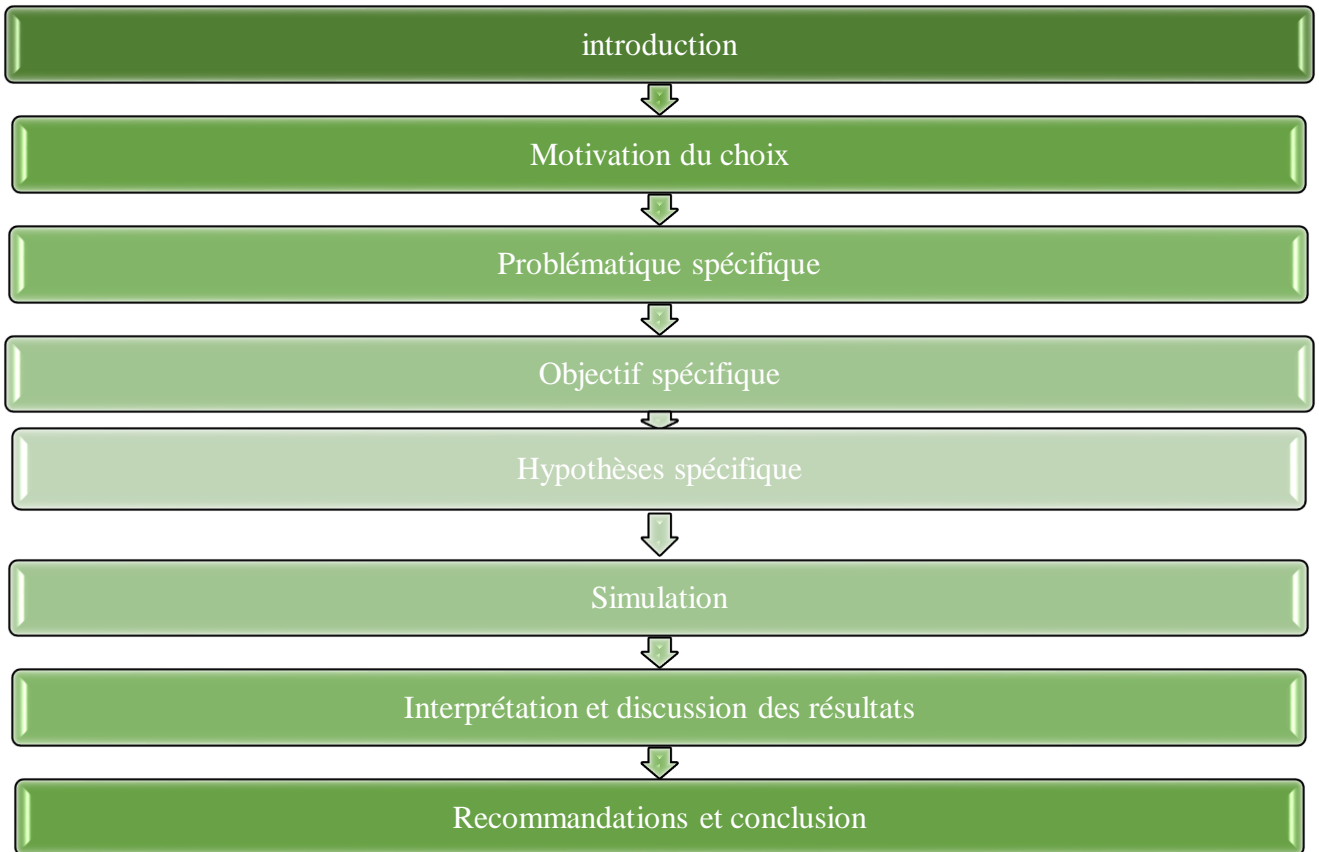


Figure 224: méthodologie de travail
Source: auteur

VI. Confort thermique dans le projet :

Le confort thermique dans le projet résulte de combinaison de plusieurs dispositifs passifs et des techniques actives selon la nécessité des espaces. Pour le coté passif on a eu recours à l'utilisation des dispositifs adéquats au climat de la ville de Laghouat (chaud et aride) parmi ces principes :

- Implantation
- Orientation
- Trame verte et bleue
- Compacité et la fluidité de bâtiment
- Renforcement de performance d'enveloppe
- Toiture végétalisée
- Patio et Atrium
- Protections solaires

PARTIE EXPERIMENTALE



Figure 225:toiture végétalisée
Source: auteur



Figure 226:renforcement de performance de l'enveloppe
Source: auteur

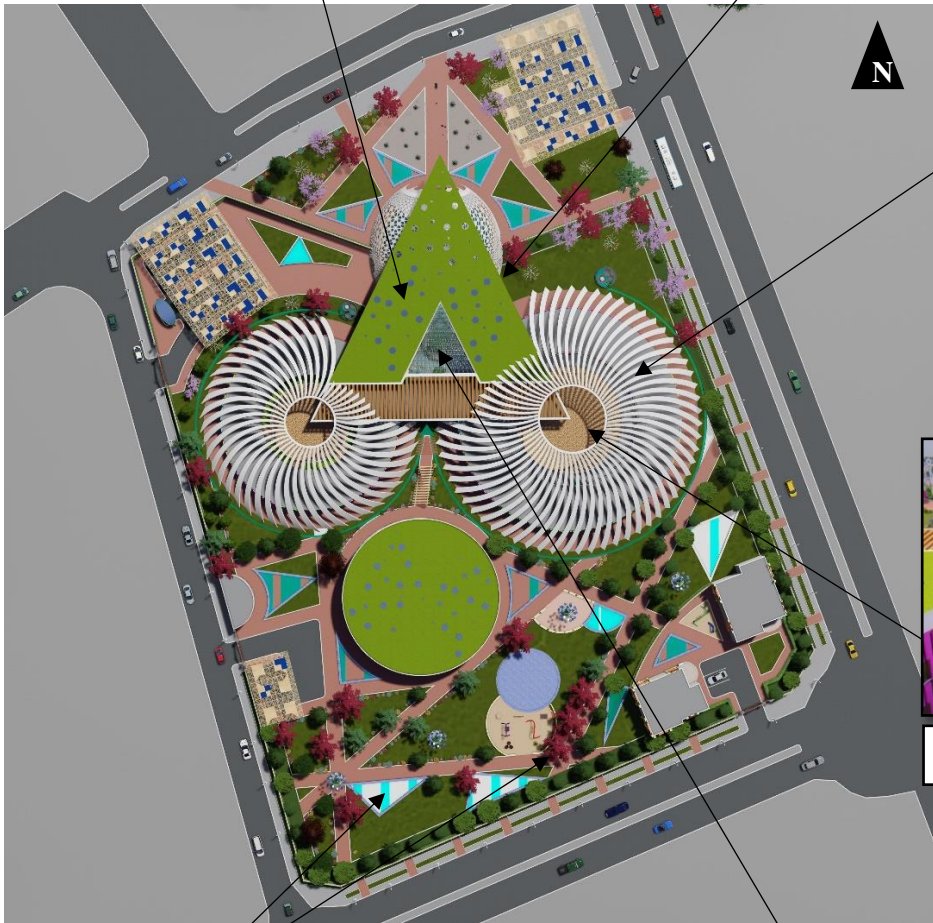


Figure 229:confort thermique dans le projet
Source: auteur

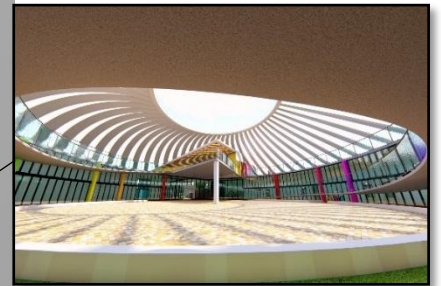


Figure 227:patio
Source : auteur



Figure 228:protection solaire
Source: auteur



Figure 230:trame verte et bleue
Source: auteur



Figure 231:atrium
Source: auteur

VII. Données théorique :

NB : le confort thermique a été développé dans la partie thématique du mémoire volet 2.

VII.1 Inertie thermique du bâtiment :

L'inertie thermique peut simplement être définie comme la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer petit à petit. Cette caractéristique est très importante pour garantir un bon confort notamment en été, c'est-à-dire pour éviter les surchauffes.

Cette capacité permet de limiter les effets d'une variation "rapide" de la température extérieure sur le climat intérieur par un déphasage entre la température extérieure et la température de surface intérieure des murs et par amortissement de l'amplitude de cette variation. Un déphasage suffisant permettra par exemple que la chaleur extérieure "n'arrive" qu'en fin de journée dans le projet, période où il est plus facile de le rafraîchir grâce à une simple ouverture des fenêtres.⁵⁴

-Choix de matériau de grande inertie thermique : Pour les raisons suivantes on a choisis le BTS. BTS est un matériau écologique : composé essentiellement d'argile, sable et gravillons et d'un peu de ciment, fabriquée sans cuisson.

BTS procure un confort thermique et phonique excellent : de par son inertie thermique et sa masse, un mur en BTS apporte confort thermique et isolation phonique.

BTS offre une grande résistance : la résistance à la compression d'une BTS dépasse les 13 60 bars (60kg/cm²).

BTS présente un intérêt architectural et esthétique : en cloison, en mur porteur, la BTS permet une richesse de formes, et de motifs variés dans son utilisation.

BTS est simple à mettre en œuvre : la BTS se monte avec un mortier de terre amendé. Les règles de construction sont simples à suivre.⁵⁵

-Béton de terre stabilisée BTS :

Le bloc de terre comprimée est une évolution moderne du bloc de terre moulée, plus communément dénommé bloc d'adobe.

L'idée de compacter la terre pour améliorer la qualité et la résistance de bloc de terre moulée est pourtant ancienne et à l'aide de pilons de bois que l'on réalisait les premiers blocs de terre comprimée. Elle a été développée aux années 50 dans le cadre d'un programme de recherche sur l'habitat rural en Colombie.⁵⁶

Le BTS est un mélange adéquat de la terre ayant une certaine granulométrie avec l'ajout de faibles quantités de stabilisants (chaux, ciment, bitume, résine,...) permet d'obtenir après gâchage un béton de terre stabilisée (BTS), en choisissant un enduit adéquat de protection des façades.⁵⁷



Figure 232 : BTS
Source: Construire en terre crue. amàco - l'atelier matières à construire

⁵⁴ Inertie thermique. www.energieplus-lesite.be

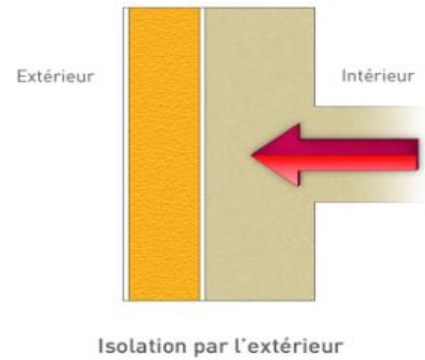
⁵⁵ Livre « Bâtir un mur en briques de terre compressée », Février 2011.

⁵⁶ Hubert Guillaud, Thierry Joffroy, Pascal Odul, CRATerre- EAG, Blocs de terre comprimée, Manuel de conception et de production. Volume II, 199

⁵⁷ Atelier International de Formation sur les Risques Majeurs et les Catastrophes Naturelles Stratégies de Prévention et de Protection

VII.2 Isolation extérieur :

Consiste à placer la couche d'isolant et les différentes couches de matériaux de parements sur les murs extérieurs d'un bâtiment. L'enveloppe thermique ainsi constituée apporte un haut de niveau de performance thermique en supprimant les thermiques responsables de déperditions de chaleur.⁵⁸



L'isolant est placé à l'extérieur en continu. Le pont thermique est traité.

Figure 233:isolation thermique extérieur
Source: isolation-thermique-
exterieur.php.www.sudouestisolation.com

-Choix d'isolant de haute performance thermique :

Les panneaux et les blocs isolants constituent l'utilisation la plus répandue d'isolation au polyuréthane. En effet, ils sont employés pour isoler de nombreuses zones d'un bâti, telles que les toitures terrasses, les toits, les sols ou encore les murs. Ce matériau est le plus souvent entouré d'aluminium, mais il peut aussi être enveloppé de laine de verre, de plaque de plâtre, de papier, de bitume ou encore de liège.

Le panneau de polyuréthane présente les avantages suivants :

- Un matériau écologique : composé essentiellement de matériaux bio-sources tels que les laines minérales.
- Une grande maniabilité ; en effet, il peut être découpé et modelé à volonté afin d'obtenir la forme désirée.
- Des performances thermiques élevées avec une épaisseur minimale.
- Une facilité de mise en œuvre et d'installation permettant d'atteindre les zones difficiles d'accès telles que les ponts thermiques.
- Se conserve bien sur la durée, assurant ainsi de bonnes performances au cours de la vie du bâtiment.
- Facilite l'application de joints afin d'atteindre de meilleurs niveaux d'étanchéité et, par la même occasion, une performance thermique optimale.
- la faible épaisseur du matériau optimise les espaces disponibles.⁵⁹

-Choix de type de panneau :

Des panneaux conçus, fabriqués et commercialisés par Myral, allient esthétique, rapidité de pose et efficacité énergétique. Ils se déclinent en deux gammes en fonction de l'épaisseur souhaitée : M32 et M62. Il offre un large choix de couleurs. Différentes gammes de finitions sont disponibles.



Figure 234 :Revêtement de façades isolants M62
Source: auteur

⁵⁸ Principe de l'isolation extérieure. www.placo.fr

⁵⁹ USAGE DU POLYURÉTHANE EN ISOLATION THERMIQUE le juin 08, 2015. www.harmonie.fr.

-Type de pose des panneaux: La vêture de façade

Les revêtements de façades par les panneaux sont fixés directement sur le mur support avec des chevilles sur le béton ou avec vis à bois sur COB (Construction Ossature Bois). Sans ossature, sans lame d'air.⁶⁰

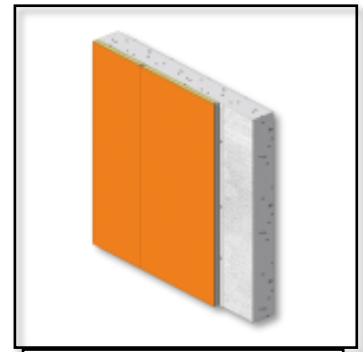


Figure 235 :la vêt

VIII. Simulation :

VIII.1 Motivation du choix de cas d'étude :

La salle de classe est le plus important espace dans une école et c'est l'espace qui identifié le projet vue le temps que l'enfant passe dans cette espace donc assurer le confort dans la salle de classe c'est assurer presque la totalité du confort du projet.

VIII.2 Position dans le plan :

La salle de classe choisie pour l'expérimentation se trouve dans l'entité élémentaire au niveau du RDC

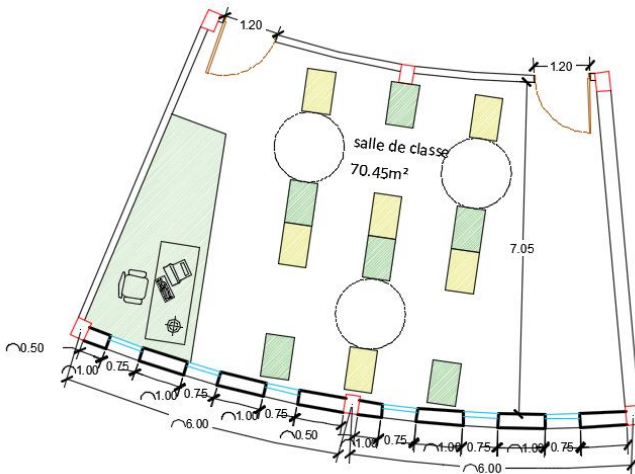


Figure 236 : plan de cas d'étude
Source: l'auteur

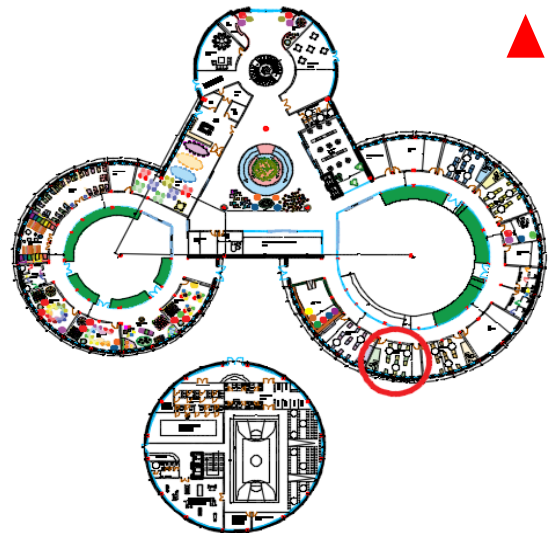


Figure 237: position de cas d'étude dans le plan générale
Source: l'auteur

VIII.3 Présentation de cas d'étude :

Pour l'évaluation numérique du confort thermique la salle de classe choisie est d'une capacité de 14 élèves, orientée en plein sud est située en RDC dans le grand cylindre élémentaire.

VIII.4 Caractéristiques formelles et géométriques :

Surface	70.45 m²
Hauteur	4 m
Hauteur des fenêtres	3.8 m
Surfaces cumulée des ouvertures	18 m ²
Type d'éclairage	Eclairage latérale
Orientation des ouvertures	Plein sud
Forme	trapézoïdale
Capacité	14 personnes

Tableau 7: caractéristiques formelles et géométriques du salle de classe
Source: auteur

⁶⁰ Revêtement de façades isolants M32 & M62 Une solution exclusive d'Isolation Thermique par l'Extérieur et d'habillage de façades. www.myral-pro.com.

VIII.5 Outil de simulation :

Logiciel de simulation complet qui associe un modèleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. ECOTECH est un outils d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. ECOTECH a été conçu avec comme principe que la conception environnementale la plus efficace est à valider pendant les étapes conceptuelles du design. Le logiciel répond à ceci en fournissant la rétroaction visuelle et analytique, guidant progressivement le processus de

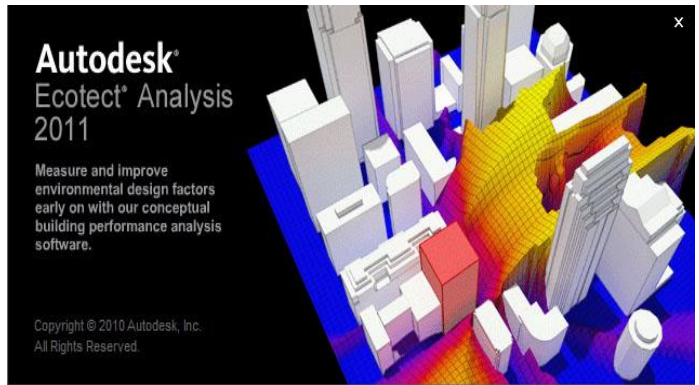


Figure 238: Ecotech 2011
Source: xtswmcialwrmdpxq.softrepo.com

conception en attendant que les informations plus détaillées soient disponibles. Ses sorties étendues rendent également la validation finale de conception beaucoup plus simple en se connectant par interface à Radiance, EnergyPlus et à beaucoup d'autres outils plus spécialisés.

ECOTECH est bon pour enseigner au débutant les concepts importants nécessaires pour la conception efficace de bâtiment.⁶¹

VIII.6 Paramètres simulés :

-Paramètres fixes :

- Forme
- Orientation
- Dimension de salle de classe
- Hauteur

-Paramètres variables :

- Conditions climatiques
- Matériaux de construction
- Protections solaires

-Paramètre mesuré :

- Température environnante (température du confort)

VIII.7 Norme de confort thermique dans une salle de classe :

(22°-26°C) recommandée par le standard ASHREA

VIII.8 Période de simulation :

La simulation est faite pour deux jours de l'année dans la ville de Laghouat le cas le plus froid 2 janvier et le cas le plus chaud le 21 juillet mais quand les données climatiques sans pas fiable on a utilisé les données climatiques de la ville Nevada car il a les mêmes données climatiques de la ville de laghouat comme la figure suivante montre.

⁶¹ ECOTECH.logiciels.i3er.org

Température moyenne maximale et minimale

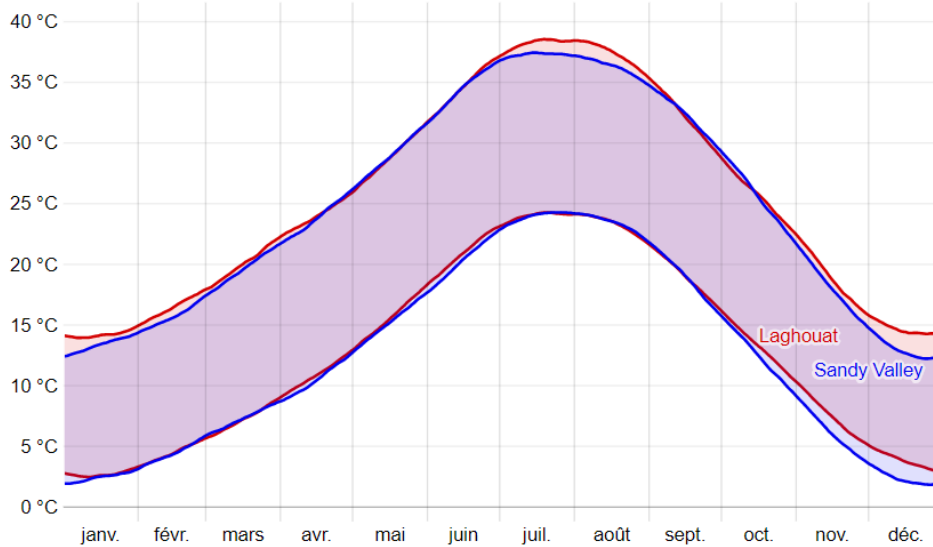


Figure 239: comparaison entre la ville de Nevada et la ville de laghouat
 Source : la météo typique partout dans le monde –Weather Spark

VIII.9 Cas initial :

Dans le cas initial on a utilisé les caractéristiques ordinaires d’une salle de classe. Le système constructif dans ce cas est un système poteau poutre, auto-stable, avec un plancher en corps creux (16+4), la maçonnerie est en brique et les murs extérieurs sont en doubles parois de 10 cm avec une lame d’air de 5 cm et des enduits de ciment de 2 cm à l’extérieur et plâtre à l’intérieur, et les murs intérieurs en brique de 10 cm les fenêtres en simple vitrage pour considérer un repaire de simulation.

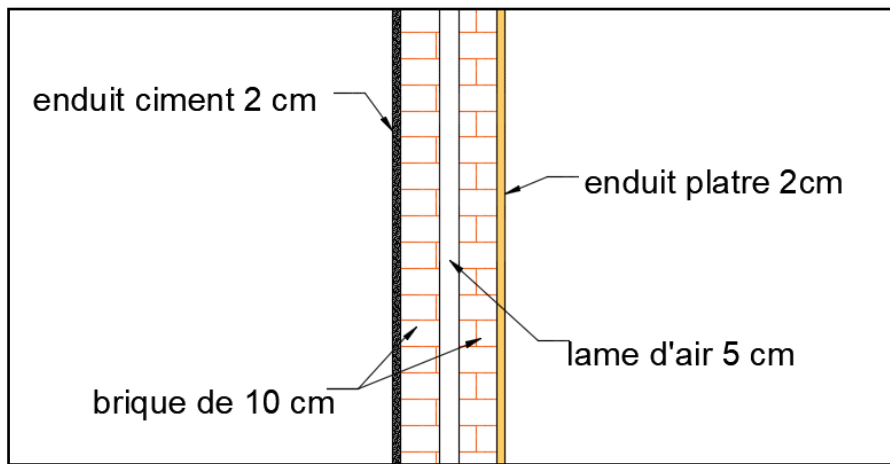


Figure 240: coupe schématique du mur de cas initiale
 Source: auteur

VIII.10 Caractéristiques thermo physiques des matériaux d’un mur en brique:

Matériaux	Conductivité thermique (W/m.K)	Chaleur spécifique (J/Kg.C°)	Masse volumique (Kg/m ³)
Brique	0.44	940	1100
Enduit ciment	1	1080	2200
Enduit Plâtre	1	1080	1200
Lame d’air	0.25	1008	1
Simple vitrage	0.9	840	2300

Tableau 8: caractéristiques thermo physiques des matériaux de murs en brique
 Source: Energyplus

VIII.11 Résultat de simulation du cas initial :

-Hiver :

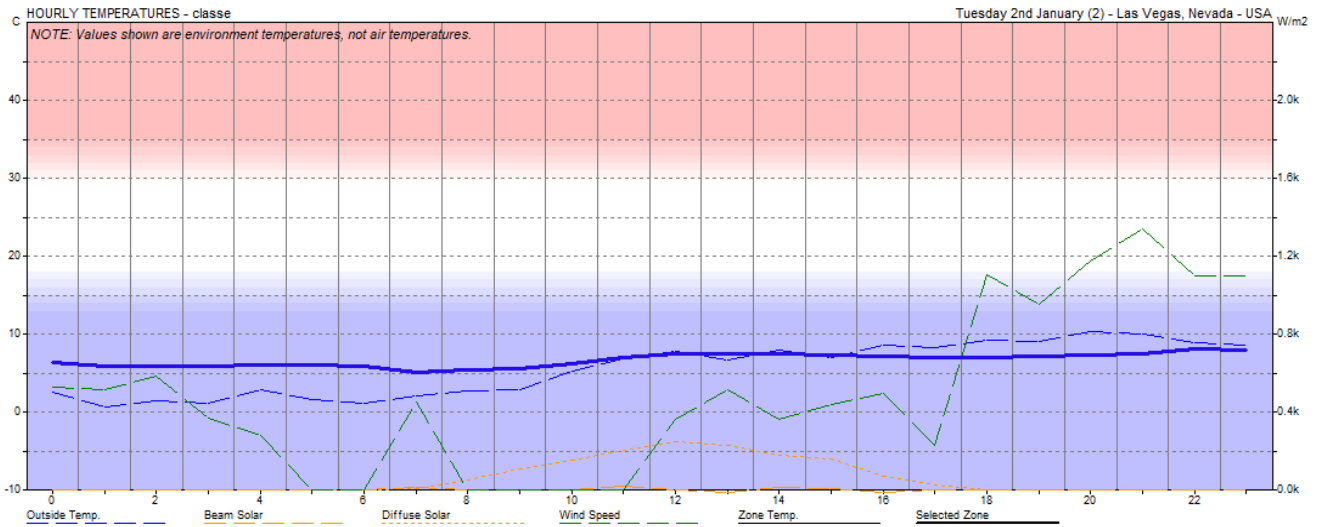


Figure 241: graph de température cas initial hiver
Source : Ecotect

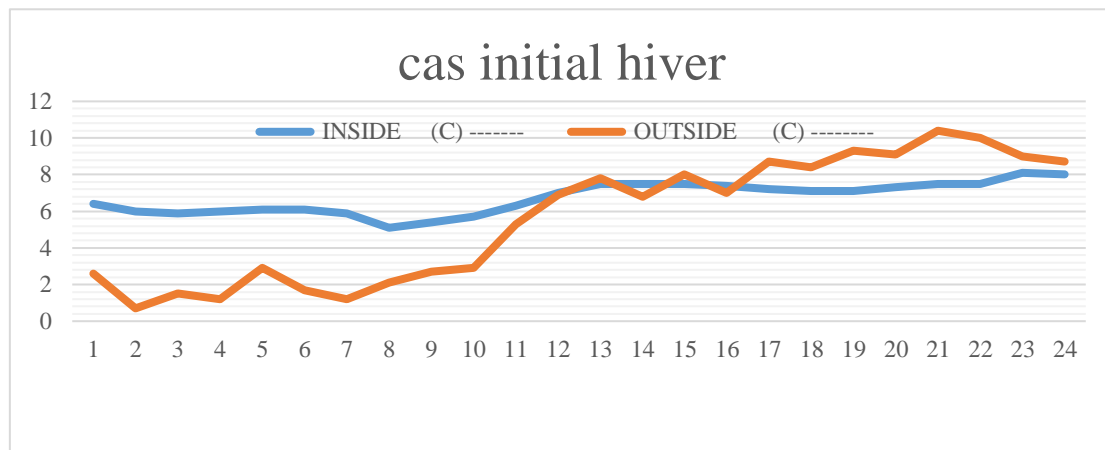


Figure 242: graph de la température cas initial hiver
Source: Excel

D'après le graphe de résultat de simulation de cas initial en hiver, on constate que la température extérieure de 8h à 16h (temps d'utilisation d'école) varie entre 2.7 et 8.7°C, les valeurs de température environnante simulée à l'intérieur de salle de classe varient entre 5.4 et 7.5 C°, on voit que la température intérieure augmente avec un degré de 2.8°C. Cette température intérieure est trop loin par rapport à la température de confort donc le confort dans la salle de classe n'est pas assuré en hiver.

-Été :

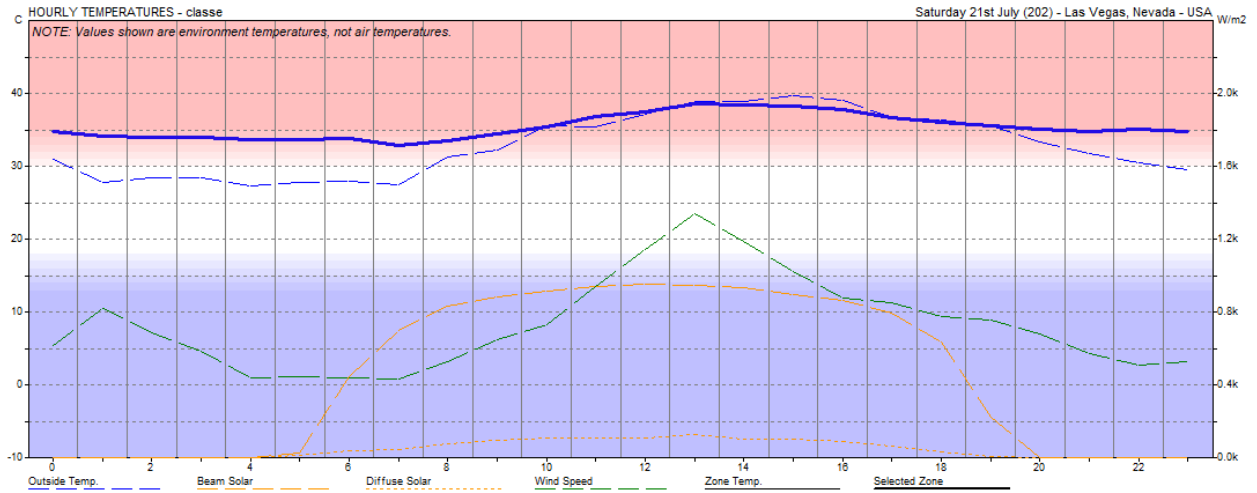


Figure 243: graph de la température cas initial été
Source : Ecotect

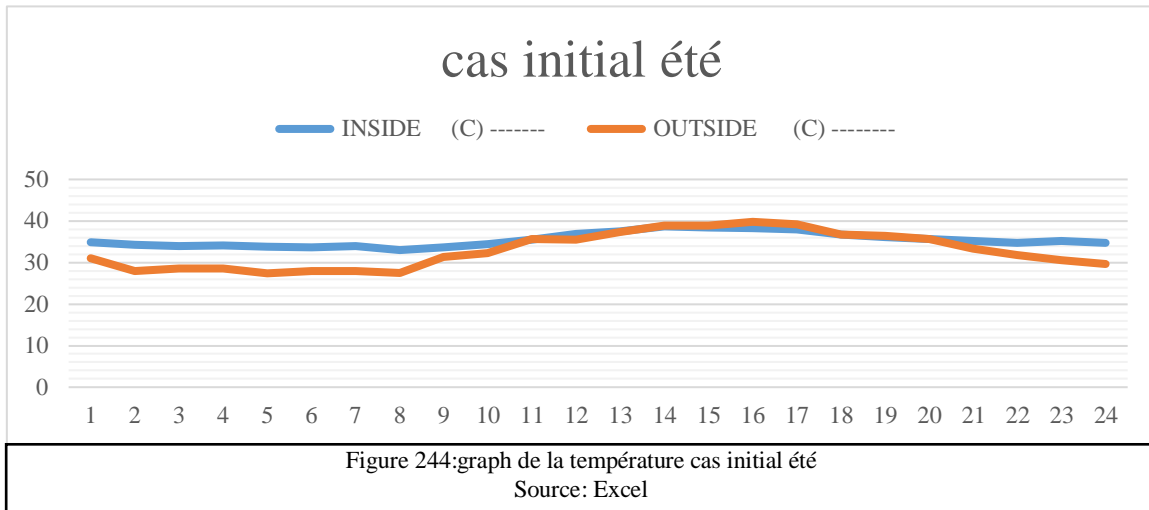


Figure 244: graph de la température cas initial été
Source: Excel

D'après le graph de résultat de simulation de cas initial en été, et quand la température extérieure de 8h à 16h (temps d'utilisation d'école) varie entre 31.3 et 39.8C°. Les valeurs de température environnante simulée à l'intérieur de salle de classe varient entre 33.6 et 38.7 C°, on voit que la température intérieure va atteindre un inférieur maximal de 1.5C° de la température extérieure. Cette température intérieure est supérieure par rapport à la température de confort donc le confort de la salle de classe n'est pas assuré en été.

VIII.12 Interprétation des résultats :

Les résultats de simulation obtenus dans la salle de classe sont hors normes de confort ces résultats sont obtenus par l'utilisation des matériaux ordinaires et par exposition directe au rayonnement solaire intense en été qui cause un gain thermique élevé et des déperditions en hiver. Donc il faut faire des améliorations pour atteindre le confort thermique.

VIII.13 Cas amélioré :

Dans le cas amélioré on a utilisé le même système constructif de cas initial (un système poteau poutre, auto-stable) et on a gardé le plancher en corps creux (16+4).

Pour améliorer le confort thermique on a eu recours aux améliorations suivantes :

-Ajout de la silhouette rotative en béton léger de 5 cm qui joue le rôle des brises solaires (voir le chapitre technique page 78 et 79)

PARTIE EXPERIMENTALE

- prévoir un mur extérieur en BTS de 40 cm plus des panneaux isolants a base polyuréthane de 0.062 (M62) pour le projet.
- prévoir un mur intérieur en BTS de 30 cm plus des panneaux isolants de méthisse
- prévoir des fenêtres en double vitrage renforcées avec le gaz d'argon.
- ventilation naturelle nocturne de la nuit en été de 21h à 6h.

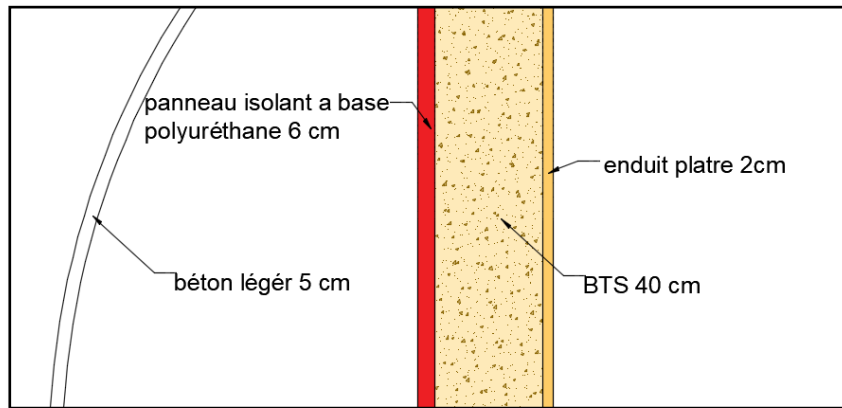


Figure 245:coupe schématique de cas amélioré mur BTS

VIII.14 Caractéristiques thermo physiques des matériaux dans le cas amélioré:

Matériaux	Conductivité thermique (W/m.K)	Chaleur spécifique (J/Kg.C°)	Masse volumique (Kg/m ³)
BTS	0.7	1500	2000
Béton léger	0.1	1000	475
Enduit Plâtre	1	1080	1200
Isolant polyuréthane(M62)	0.023	840	55
Isolant méthisse	0.035	1600	45
gaz d'argon	0.017	520	1.78

Tableau 9:caracteristiques thermo physiques des matériaux de cas amélioré mur BTS
Source: Energyplus

VIII.15 Résultat de simulation du cas amélioré :

-Hiver :

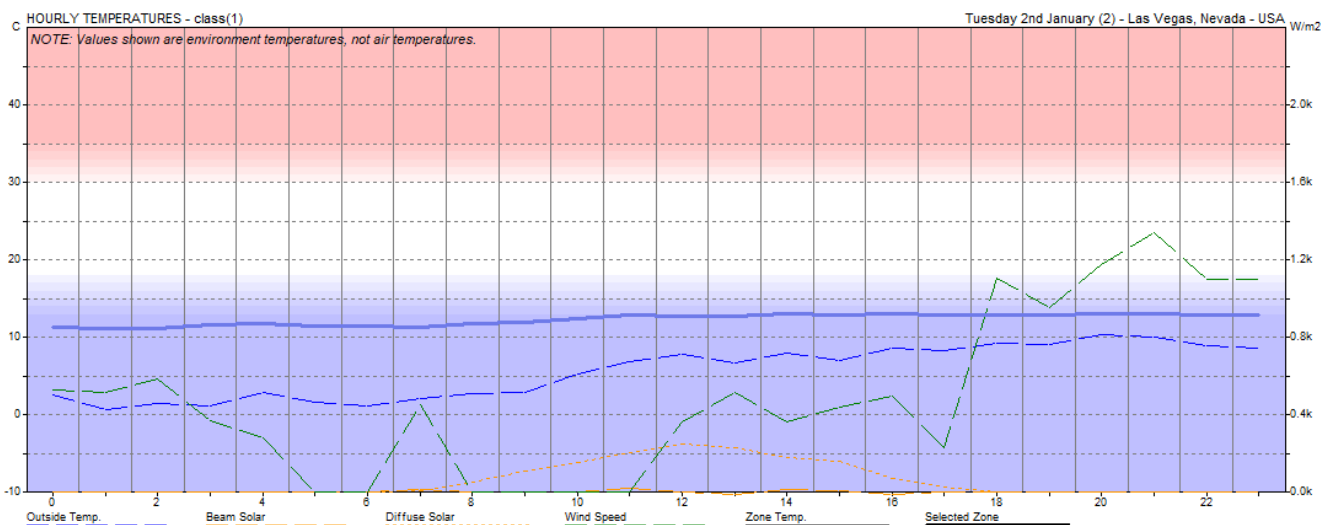


Figure 246:graph de température du cas amélioré hiver
Source : Ecotect

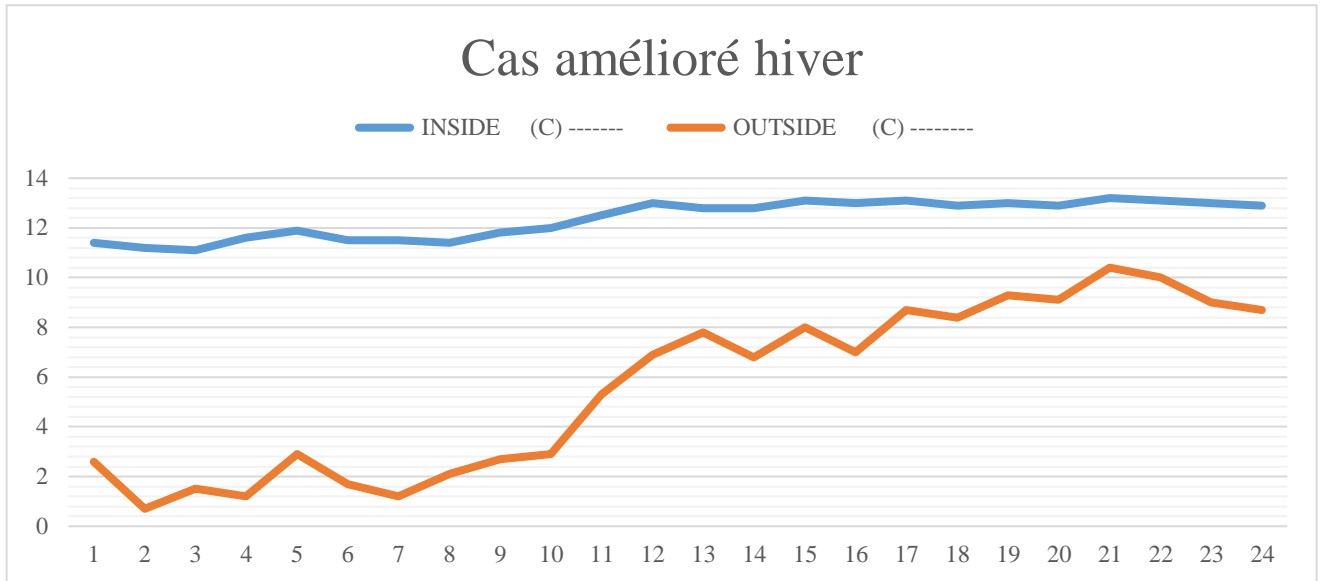


Figure 247:graph de température du cas amélioré hiver
Source: Excel

D'après le graphe de résultat de simulation de cas amélioré en hiver, on remarque que quand la température extérieure de 8h à 16h (temps d'utilisation d'école) varie entre 2.7 et 8.7C°, les valeurs de température environnante simulée à l'intérieur de salle de classe varient entre 11.8 et 13.1 C° on voit que la température intérieure à augmenter avec un degré de 9.1C° de la température extérieure. Cette température intérieure est faible par rapport à la température de confort donc le confort dans la salle de classe n'est pas assuré en hiver.

-Eté :

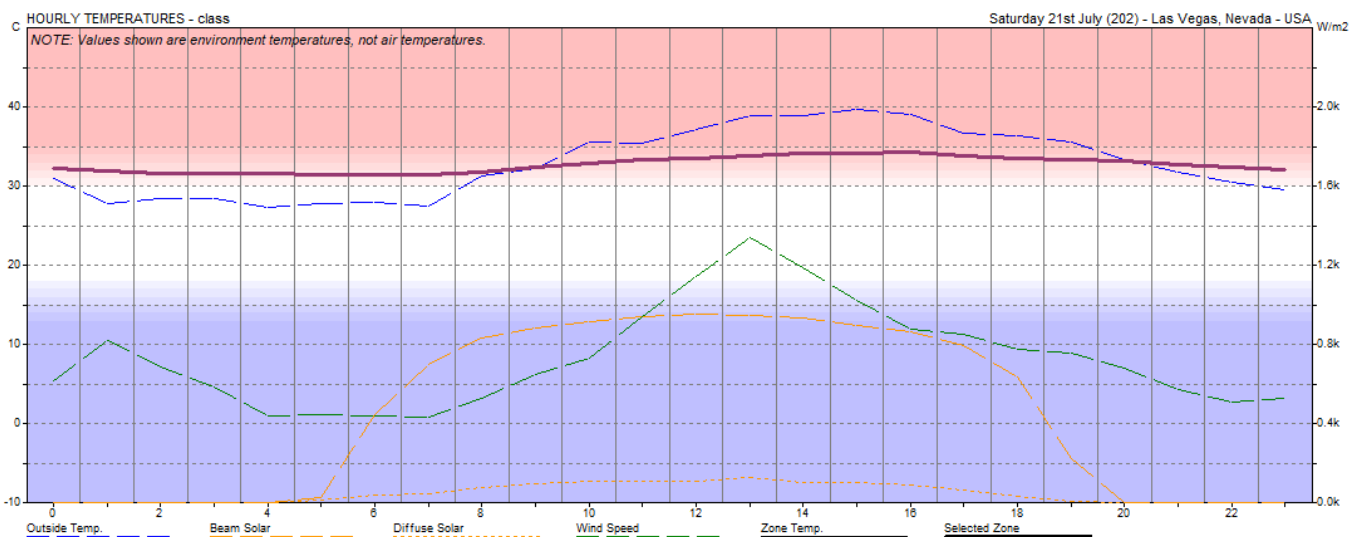


Figure 248:graph de température du cas amélioré été
Source: Ecotect

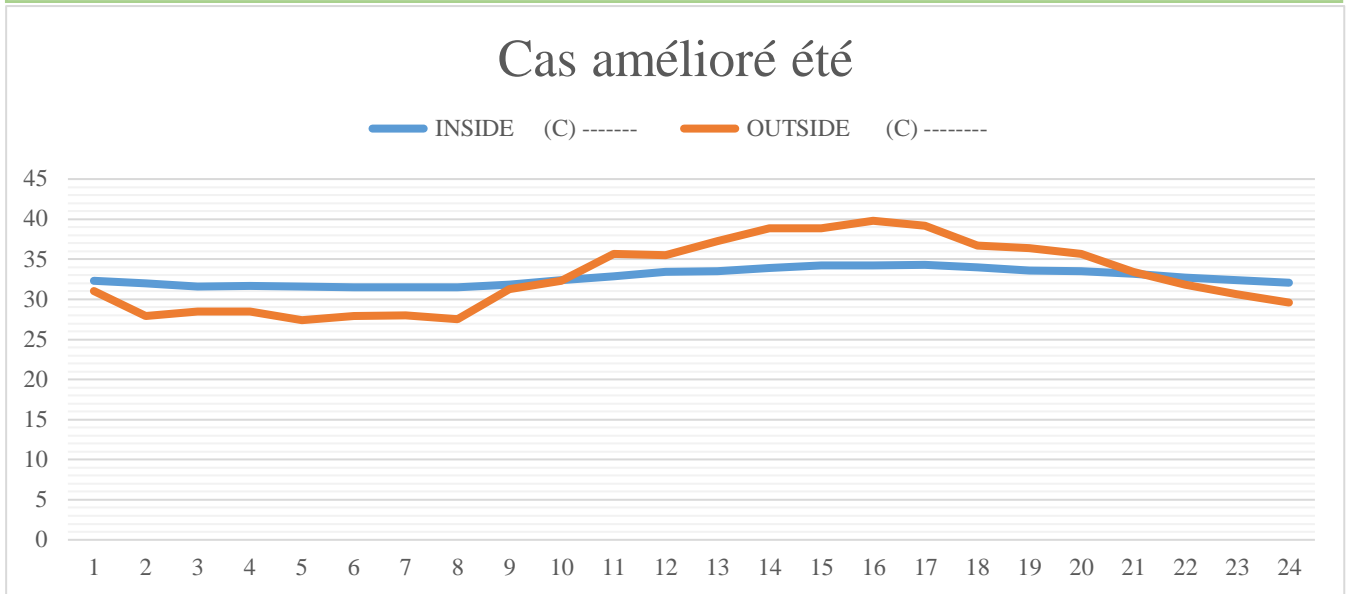


Figure 249:graph de température du cas amélioré été
Source: Excel

D'après le graphe de résultat de simulation de cas amélioré en été, on remarque que quand la température extérieure de 8h à 16h (temps d'utilisation d'école) varie entre 31.3 et 39C°. Les valeurs de température environnante simulée à l'intérieur de salle de classe varient entre 31.8 et 34.3 C° on voit que la température intérieure va atteindre un inférieur maximal de 5.6 C° de la température extérieure. Cette température intérieure est supérieure par rapport à la température de confort donc le confort dans la salle de classe n'est pas assuré en été.

VIII.16 Comparaison entre cas initial et cas amélioré :

-Eté :

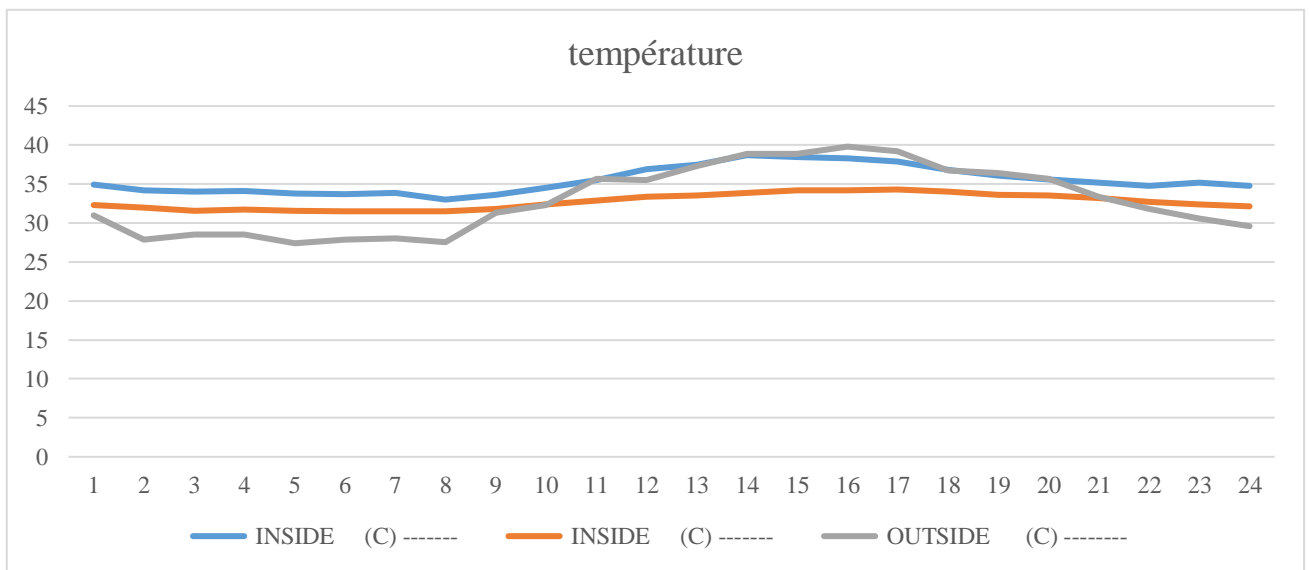


Figure 250:comparaison entre cas initial et cas amélioré été
Source : Excel

-Hiver :

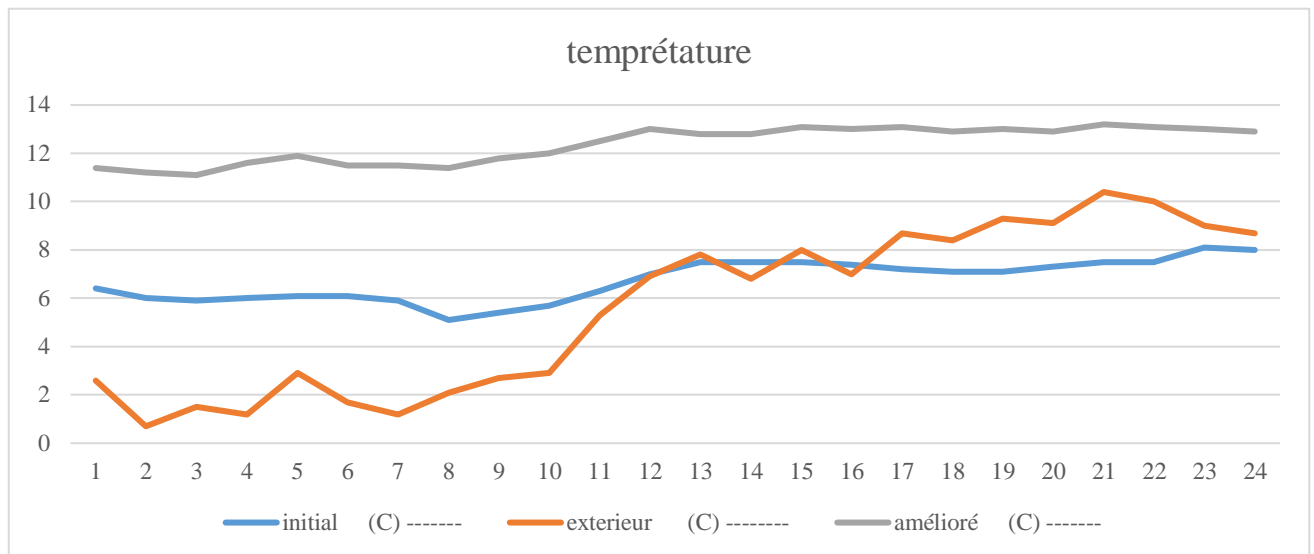


Figure 251: comparaison entre cas initial et cas amélioré
Source: Excel

Pour le cas d'été et d'hiver , et après la comparaison entre le cas initial qui présente la construction en double brique avec une lame d'air dans la ville de Laghouat et le cas amélioré qui présente les techniques adoptées dans le projet qui sont la silhouette rotative en béton léger et le BTS avec isolation extérieure de panneaux en polyuréthane plus le double vitrage renforcée avec gaz d'argon ,on trouve que les techniques et les solutions choisies pour l'amélioration sont plus performantes que les techniques du cas initiale dans les conditions climatiques de la ville de Laghouat.

- **Conclusion et recommandation:**

Après les résultats de simulation on remarque que les solutions passives peuvent assurer la Température de fonctionnement dans le cas étudié cependant que cela ne suffit pas pour obtenir un confort thermique aux usagers, C'est pour cela on doit chercher des solutions actives servent à la ventilation et le rafraîchissement des espaces avec l'ajout d'effet de végétations

• Conclusion générale

Le travail effectué consiste à concevoir une école primaire durable pour les enfants à besoins spécifiques moteurs dans la ville de Laghouat, c'est une réflexion répondant aux problématiques posées à savoir le thème, le sujet est le contexte d'intervention et surtout la durabilité du projet. Plusieurs objectifs sont atteints grâce à la conception de ce projet.

Tout D'abord on récolte des informations nécessaires premièrement pour mieux comprendre le thème de la recherche qui est axé sur l'éducation et l'école primaire touchant les enfants de besoins spécifiques moteurs et leurs difficultés. Et deuxièmement pour obtenir la qualité environnementale à savoir les principes et les concepts liés à ce terme et aux éléments de la réussite d'un projet durable.

Après on a analysé des exemples dans le but de comprendre les techniques, les solutions climatiques, le programme, et les principes et les idées de la conception et le fonctionnement des écoles réelles pour les intégrées dans le futur projet .Ensuite on a récolté et analysé des informations sur la ville de Laghouat pour choisir le site d'intervention, à fin d'intégrer le projet dans son contexte environnemental et son milieu urbain et pour définir et estimer les stratégies adaptées suivant les particularités du climat.

Ainsi on fait une étude programmatique quantitative et qualitative pour réussir la conception des plans. Et selon les résultats des différentes données obtenues de l'analyse thématique, contextuelle et programmatique on a obtenu la conception architecturale de notre propre projet avec les choix techniques adéquats qui permet de classer ce projet dans un cadre durable.

Enfin nous avons essayé tout au long de la conception d'intégrer l'architecture avec l'environnement dans le but d'avoir une conception d'une école primaire à besoins spécifique moteurs à caractère environnementale à des fins d'économique, confortables et saines. Et on a vérifié le confort hygrothermique d'une salle de classe orientée en plein sud dans le projet grâce à l'utilisation des logiciels de simulation (Ecotect) et le résultat c'est pour obtenir un projet complet qui réalisera tous les aspects architecturaux et environnementaux par la prise en considération des principes des confort au court de la première étape de la conception architecturale.

L'école offre aux enfants un lieu qui rependre à leurs besoins en terme physiques, fonctionnel, esthétiques, psychiques et aussi spécifique tel que la forme d'espace, couleur, aménagement...etc. Pour rendre le lieu confortable et conforme aux exigences des traitements internationaux.

A traves ce travail ont conclu qu'en tenant compte des principes de l'architecture environnementale et la construction durable ,on peut arriver à concevoir un projet harmonieux et de qualité environnementale qui s'intègre avec son environnement et qui répond à toutes les exigences fonctionnelles et d'une haute qualité architecturale .et qui assure le confort d'été et d'hiver par les systèmes passifs ,avec une bonne protection solaire par l'utilisation et l'intégration de la végétation , le bon choix d'orientation des espaces selon leur fonction , un choix des matériaux isolants de forte inertie et faible énergie gris durable.

- **Ouvrage :**

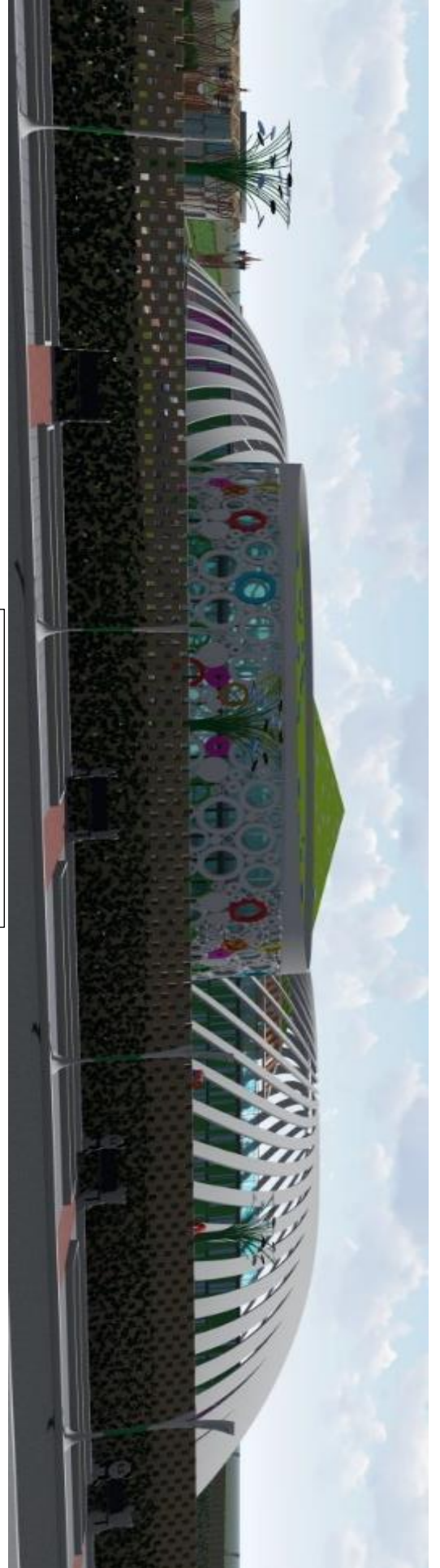
- Architecture écologique une histoire critique, James Steele, Édition français,2005
- Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable. Bodart.M (2013), Editor. Obsev'ER, Paris
- Elément de Conception Architecturale. Said mazouz.5eme Édition 2014
- Guide de l'éducation spécialisé, Guy Dréano,3eme Édition, Paris,2006
- L'architecture écologique. Gauzin-Müller D. 2002, Edition le Moniteur, Paris
- L'ECOLE QUALITE ENSEIGNER N'EST PAS CONTRAINDRE, William Glasser, Les éditions logiques,1996
- Les 100 mots de la construction durable 3eme Édition JEAN PASSINI.
- L'homme, l'architecture et le climat, GIVONI., (1978), Editions des Moniteurs. Paris 1978
- Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques. Observatoire des énergies renouvelables. (A.DE HERDE. A. LIEBARD., 2005). Paris, 2005.
- Wright. Stratégie de développement durable ; Stéphane et Alexandra de Herring ; Edition2008

- **Documentation :**

- Construction Materials Testing Equipment PHYWE SYSTEME GMBH &CO.KG10th edition
- Dossier (d'urbanisme-d 'énergie : les quartiers écologiques en Europe), ADEME (Agence de Développement et de Maitrise d'Energie), janvier 2008
- Mémoire de magister en architecture et technologie proposition d'une typologie de dispositifs architecturaux
- PDAU de la ville de Laghouat
- Statistique climatologique de la station météorologique de la wilaya de Laghouat

- **Site internet :**

- www.developpement-durable.gouv.fr
- www.energyplus.com
- www.visioled.com/eclairage_led_pour_batiment_agricole.html
- www.coppercanada.ca
- www.maisondelarchitecture.ca
- www.projetsverts.voirvert.ca/projets/bibliotheque-raymond-levesque
- www.developpementdurable.com
- www.clamart.solaris-energie-positive.com
- www.Encyclopedie-dd.org
- www.intelligenceverte.org
- www.energie.wallonie.be
- www.aquaa.fr
- www.grenoble.archi.fr
- www.effnergie.org
- www.norme-bbc.fr
- www.thegbi.org the green building initiative



Façade postérieure



Façade principale



Façade Ouest

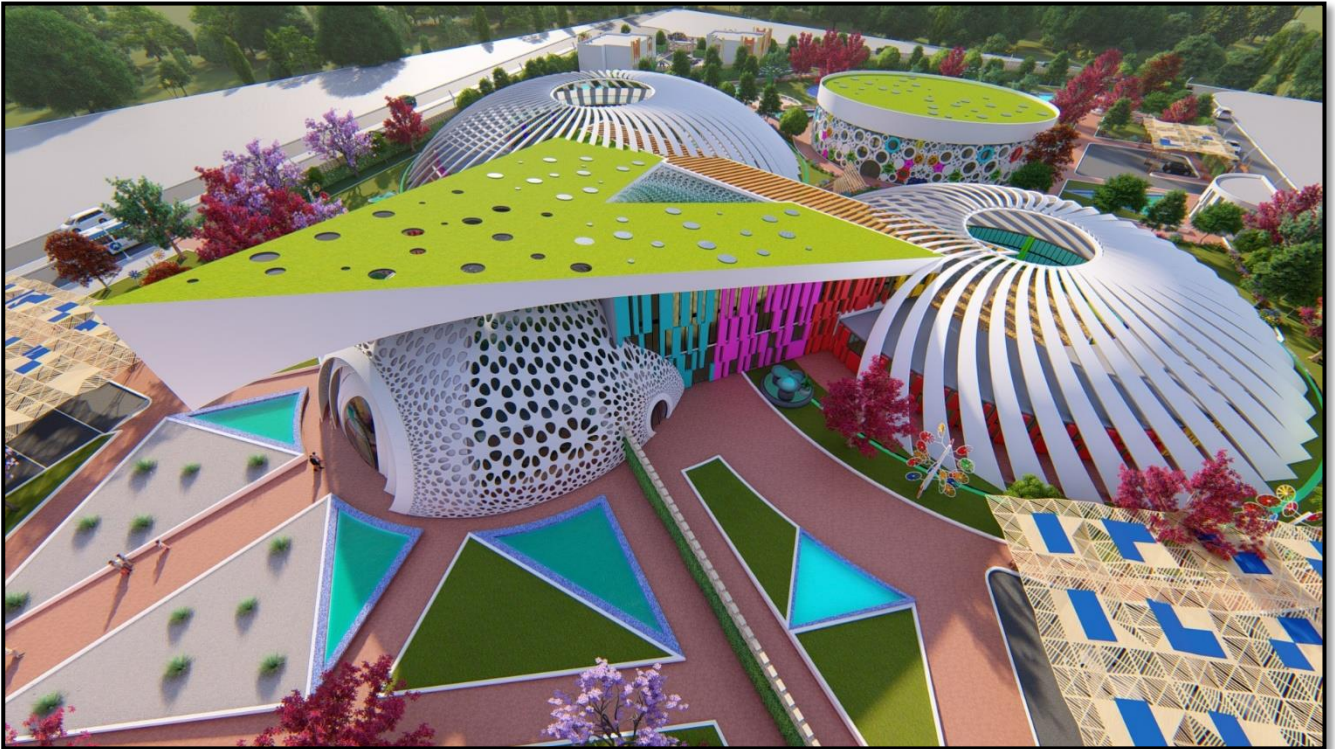


Façade Est

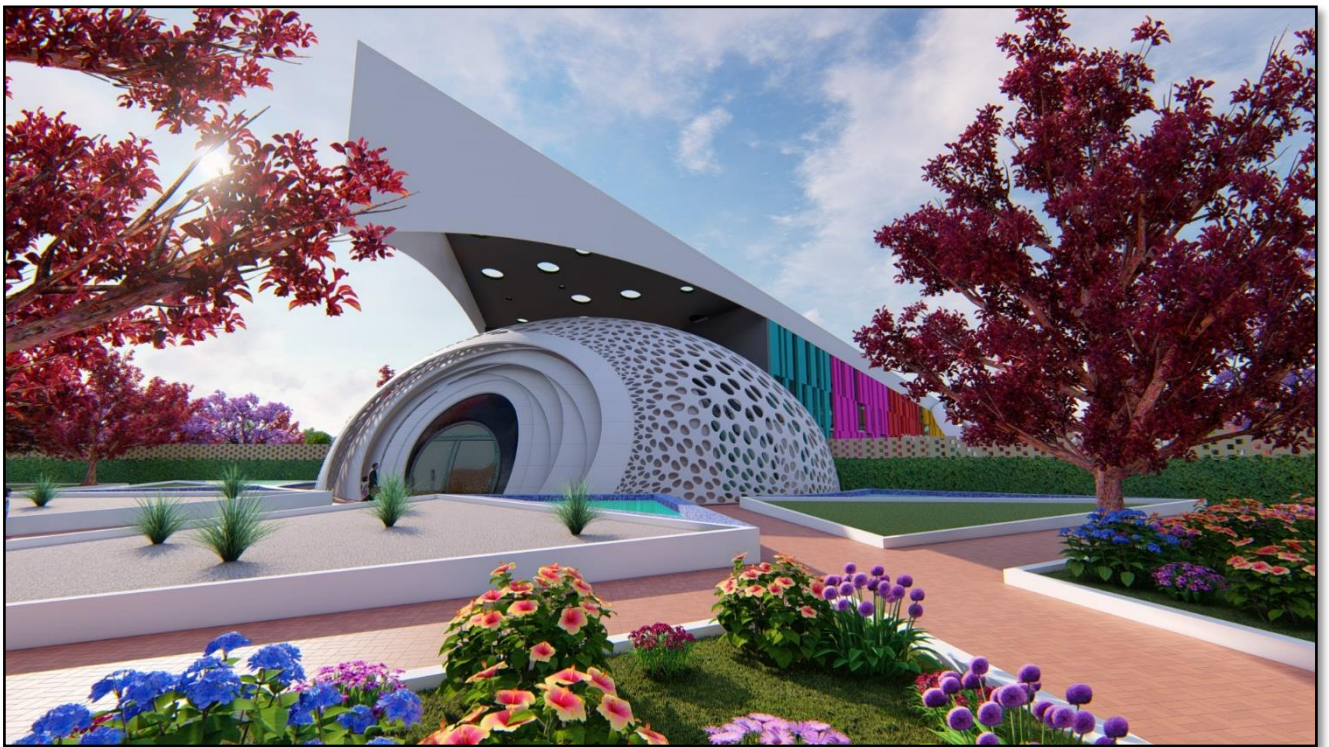
Plan de masse



Vue 3D d'extérieur



Vue global sur le projet



Vue sur l'entrée principal



Vue sur l'entité d'accueil



Vue sur l'entité administratif



Vue sur l'entité d'apprentissage



Vue sur l'entité sportif



Effet de végétation



Trame verte et bleue



Eco-Leaf



Passage couvert à l'entité sportif



Parking solaire pour vélo



Parking solaire



Parking pour personnel



Parking pour le public



Clôture végétalisée



Bio-lampe



Espace de jeux à l'extérieur



Espace de jeux à l'extérieur