



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTÉ : Génie civil et d'Architecture

DÉPARTEMENT : D'Architecture

MÉMOIRE DE MASTER

Présenté par :

- **Benkhelifa Zohra.**

DOMAINE : Architecture, Urbanisme & Métiers de la Ville

FILIERE : ARCHITECTURE

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

Thème

**Conception d'une école durable inclusive
Des enfants atteints de trisomie 21 d'une capacité d'accueil
235 élèves à la ville de Laghouat**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr Boucedra Aissa	M.A.A	Président
Melle : Baali Saida	M.A.A	Examineur1
Mr : Benhouhou Naim	M.A.A	Examineur2.
Mme : Boulmerka Zoubida	M.A.B	Rapporteur

Promotion : Juin - 2019

Remerciement

Que ce travail soit un témoignage de notre gratitude et notre profond respect.

Avant tout, on remercie le dieu « ALLAH » de nous avoir donné la force, le courage et la volonté pour accomplir ce travail.

Un merci tout spécial aux personnes atteintes de trisomie21, pour ce qu'elles sont, ce qu'elles représentent.

Un grand merci à nos parents et nos familles pour nos avoir soutenues le long de ces années et nous avoir guidées, dans nos difficultés.

*Un Grand Merci à notre Encadreur **Mme Boulmerka Zoubida** pour ses connaissances, son accompagnement, tout au long de notre recherche.*

*Nous tenons tout particulièrement à remercier Chaleureusement **Mme Baali Saida** de nous avoir suivis durant notre cursus particulièrement durant les trois dernières années.*

Nous remercions aussi les membres de jury qui ont accepté d'évaluer notre travail.

Nos remerciements s'adresse aussi à tous les enseignants du département d'architecture de l'université Ammar Telidji Laghouat.

Nous remercions également les amis qui nous ont encouragé et soutenu par leurs conseils.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A tous les enfants atteints trisomie 21

*A mes très chers parents, qui m'ont toujours soutenus tout le long de
ma vie que Dieu les garde pour moi.*

A mes chers frères et sœurs: Chaima, Abdelghafour, Assia et Asma.

A ma binôme : Taouti sarra et sa mère.

*A tous mes adorables amis. Spécialement: Wafa Ismail, Marwa Moulay
Omar, Wided Raoudi , Alia oulad haddar, Amani seghir et Hanane
snoussi.*

*A mes camarades de l'atelier d'environnement, particulièrement Zoheir
et Abdessamed.*

A toute la promotion Architecture et environnement 2018/2019.

*Et à tous ceux qui ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce
travail.*

Merci à tous.

Zohra Benkhelifa



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE: Génie civil et architecture

DEPARTEMENT : Architecture.

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture.

Filière : Architecture et urbanisme et métiers de la ville

Option : Architecture et environnement.

Thème : Conception d'une école durable inclusive des enfants atteints de trisomie 21 à la ville de Laghouat

Présenté par :

- Benkhelifa Zohra.

Encadré par: Mme. Boulmerka Zoubida.

Résumé :

Ce mémoire a pour objectif la conception d'une école durable inclusive des enfants atteints de trisomie 21 dans un contexte ayant des contraintes d'ordre social, climatique et environnemental, selon les principes de l'architecture durable; cette tentative de conception s'est élaborée après une étude approfondie des spécificités des utilisateurs de l'école, ce qui a permis par la suite de définir le programme qualitatif et quantitatif pour répondre aux exigences du bon fonctionnement de l'école en tenant compte des conditions climatiques de la ville de Laghouat caractérisée par son climat chaud et aride.

Par une conception qui a tenté d'apporter des réponses au maximum de contraintes possibles, un intérêt particulier a été porté sur le confort thermique et visuel qui constituent d'importants paramètres lors de chaque conception. Pour vérifier l'efficacité de solutions proposées, des simulations ont été effectuées à l'aide de logiciels numériques « Ecotect, Energy Plus et Radiance ».

Mots clés: Ecole, Architecture durable, Trisomie 21, Laghouat, Climat chaud et aride, Confort thermique, Confort visuel, Logiciels numériques, Ecotect, Energy plus, Radiance.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية: الهندسة المدنية و الهندسة المعمارية.
قسم: الهندسة المعمارية.

ملخص مذكرة الماستر

الميدان: العمارة و تخطيط المدن و تداولات المدينة.

الشعبة: هندسة معمارية.

التخصص: هندسة معمارية و بيئة.

عنوان المذكرة: تصميم مدرسة مستدامة لإدماج أطفال متلازمة داون في مدينة الأغواط.

تقديم الطالبين:

• بن خليفة الزهرة.

الأستاذ المؤطر: بوالمرقة زوييدة.

ملخص المذكرة:

تهدف هذه المذكرة إلى تصميم مدرسة مستدامة تضم الأطفال الذين يعانون من التثلث الصبغي 21 في محيط يتسم بصعوبات ذات بعد إجتماعي ، بيئي و مناخي ، وفقاً لمبادئ العمارة المستدامة ؛ تم تطوير التصميم بعد دراسة تفصيلية لخصائص مستخدمي المدرسة ، مما أدى تحديد البرنامج النوعي والكمي لتلبية متطلبات مستعملي المدرسة ، مع مراعاة الظروف المناخية لمدينة الأغواط التي تتميز بمناخها الحار والجاف .

من خلال هذا التصميم حاولنا توفير أقصى الحلول للصعوبات الممكنة ، تم تركيز على الراحة الحرارية والبصرية التي تعد من أهم العوامل في كل تصميم. لاختبار فعالية الحلول المقترحة، أجرينا عمليات محاكاة بواسطة برامج رقمية متعددة .

الكلمات المفتاحية: مدرسة، الهندسة المعمارية المستدامة، التثلث الصبغي ، الأغواط، مناخ حار و جاف، الراحة الحرارية، الراحة البصرية، برامج رقمية .



public Algerian Democratic and Popular
Minister of Superior enseignement and scientific research



Amar Thelidji University- Laghouat

FACULTY: Civil engineering and architecture.

DEPARTEMENT : Architecture.

RESUME DE MEMOIRE DE MASTER

Sector: Architecture.

Domain: Architecture, town planning and city trades

Speciality: Architecture and environment

Topic: Design a sustainable school including students with Trisomy 21 in Laghouat.

Presented by :

- Benkhelifa Zohra.

Framed by: Boulmerka Zoubida.

Abstract:

This research aims to design a sustainable school site with features suitable for the accommodation of students affected with Trisomy 21. The task will be carried out in the context of social, climatic and environmental constraints based on the principles of sustainable architecture. This design attempt was developed following a detailed study of the specific requirements of the school users, which made it possible to define the qualitative and quantitative program to meet the client's requirements, which in turn it is expected to produce not just a sustainable but a complete environment for the efficient and effective operation of the school. A particular challenge in this entire project is to produce a compliant and a suitable design for Laghouat's hot and arid climate conditions. For a design that was tasked to provide the maximum amount of responses to gaps created by constraints, a particular interest was focused on thermal and visual comforts that are important parameters in design. Simulations were performed using several software's such as Ecotech, Energy Plus and Radiance.

Keywords: School, Sustainable architecture, Trisomy21, Laghouat, Hot and dry climate, thermal comfort, visual comfort, software.

Table de matières

I. Introduction Générale :	1
Introduction :	1
I.1 Motivation du choix du thème :	2
I.2 Problématique :	2
I.3 Objectifs :	2
I.4 Hypothèses :	3
I.5 Méthodologie de la recherche :	3
I.6 Structure du mémoire :	4
II. Chapitre thématique	5
II.1 Volet 01 : Education	6
Introduction :	6
II.1.1 Définition :	6
II.1.2 Rôle de l'éducation :	6
II.1.3 Formes de l'éducation:	7
II.1.4 Etablissement scolaire:	7
II.1.5 Etablissement scolaire En Algérie:	8
II.1.6 Exigences des bâtiments scolaires:	11
Synthèse du volet:	12
II.2 Volet 02 : Trisomie 21	13
Introduction :	13
II.2.1 Définition :	13
II.2.2 Aspects socioculturels :	13
II.2.3 Les difficultés pour un enfant trisomique :	13
II.2.4 L'impact sur les apprentissages scolaires :	14
II.2.5 Inclusion scolaire :	14
II.2.6 Etablissements éducatifs des enfants atteint trisomie 21 à Laghouat :	14
II.2.7 Avantages de l'inclusion scolaire:	14
II.2.8 Exigences conceptuelles des enfants trisomiques:	15
Synthèse du volet trisomie 21:	16
II.3 Volet 03 : Architecture durable	17
Introduction :	17
II.3.1 Définition :	17
II.3.2 Objectif de l'architecture Durable :	17

II.3.3	Labels de l'architecture durable :	17
II.3.4	Les Principes de base de conception durable dans une zone chaude et aride :	18
II.3.5	Confort :	20
II.3.6	Énergies renouvelables:	23
	Synthèse du volet durabilité:	24
	Synthèse du Chapitre:	24
III.	Chapitre Analytique	25
	Introduction :	26
III.1	Critères du choix d'exemples :	26
III.2	Analyse des exemples	26
III.3	Synthèse du chapitre:	32
IV.	Chapitre Contextuel.....	33
	Introduction:	34
IV.1	Situation géographique :	34
IV.2	Situation administrative :	34
IV.3	Les phases de développement de la ville :	34
IV.4	Les Equipements éducatifs existants dans la ville :	35
IV.5	Analyse climatique:	35
IV.5.1	Température :	36
IV.5.2	Vents :	36
IV.5.3	Type de ciel :	36
IV.5.4	Pluviométrie et humidité relative :	37
IV.5.5	Diagramme Psychométrique :	37
IV.6	Analyse du site:	38
IV.6.1	Motivation du choix du site :	38
IV.6.2	Situation :	38
IV.6.3	Accessibilité:	39
IV.6.4	Environnement immédiat du site et gabarit.....	39
IV.6.5	Morphologie du site :	40
IV.6.6	Aspect climatique du site :	40
	Synthèse:	42
V.	Chapitre Programmatique.....	43
	Introduction :	44
VI.1	Définition du projet :	44

VI.2	Missions du projet :	44
VI.3	Objectif du projet :	44
VI.4	Activités et usagers :	44
VI.5	Programme Qualitatif :.....	45
VI.5.1	Maternelle : On s'est basée sur les activités mère.....	45
VI.5.2	Elémentaire: On s'est basée sur les activités mère.....	46
VI.6	Programme Quantitatif :.....	50
VI.6.1	Principes d'élaboration du programme quantitatif de l'école :	51
	Synthèse du chapitre:.....	53
VII.	Chapitre Conceptuel.....	55
VII.1	Volet architectural.....	56
	Introduction :	56
VII.1.1	Concepts :	56
VII.1.2	Méthodologie de la genèse:	58
VII.1.3	Les étapes de la genèse:.....	58
VII.1.4	Description plan de masse:	66
VII.1.5	Conception de la salle de classe :	69
VII.1.6	Lecture des plans :	70
VII.1.7	Lecture des Façades	79
	Synthèse du volet :	83
VII.2	Volet Technique:.....	84
	Introduction :	84
VII.2.1	Structure	84
VII.2.2	Matériaux de construction :	86
VII.2.3	Description de la volumétrie :	88
VII.2.4	Aspect liée à la durabilité :	88
VII.2.5	Palette de couleur utilisée :	94
	Synthèse du volet :	95
	Synthèse du Chapitre:.....	95
VIII.	Chapitre de durabilité et simulation	96
	Evaluation du confort thermique au niveau de salle de classe et atelier	96
VIII.1	Evaluation de confort Thermique au niveau de salle de classe et atelier.....	97
	Introduction :	97
VIII.1.1	Problématique :.....	97

VIII.1.2	Objectif :	97
VIII.1.3	Hypothèses :	97
VIII.1.4	Méthodologie de la recherche :	97
VIII.1.5	Définition :	98
VIII.1.6	Critères du confort thermique dans les salles de classe:	98
VIII.1.7	Aspects liés au confort thermique:	98
VIII.1.8	Matériau à changement de phase :	99
VIII.1.9	Vitrage :	101
VIII.1.10	Dispositifs architecturaux :	101
VIII.1.11	Partie de simulation:	103
	Synthèse :	109

IX. Conclusion générale :..... 110

X. Bibliographie :..... 111

Annexes

Liste des illustrations:

Figure 1: Emile Durkheim.....	6
Figure 2: slogan d'UNESCO.....	6
Figure 3: école primaire Marlborough, Angleterre.....	7
Figure 4: école primaire en Tlemcen, Algérie.....	8
Figure 5: La medersa.....	8
Figure 6: Ecole colonial.....	9
Figure 7 :L'école de l'indépendance.....	9
Figure 8: école primaire.....	9
Figure 9: schéma de fonctionnement d'une école.....	9
Figure 10: schéma de fonctionnement de cantine.....	11
Figure 11: Enfant atteint trisomie21.....	13
Figure 12: Enfants trisomique faire des exercices sportifs.....	13
Figure 13: typologie cour centrale.....	15
Figure 14: typologie cour intérieure.....	15
Figure 15: Echelle chronologique de création.....	18
Figure 16: schéma représente l'implantation d'un bâtiment.....	18
Figure 17: schéma de l'orientation optimal d'un bâtiment.....	18
Figure 18: dessin présente la différence de déperdition dans deux formes différentes.....	19
Figure 19: Flux d'air dans toit en dôme avec ouverture au sommet.....	19
Figure 20: schéma présente la ventilation entre « le toit – plafond » et le reflet des rayons du soleil.....	19
Figure 21: Maison isolée.....	20
Figure 22: la stratégie de l'éclairage.....	20
Figure 23: Patio.....	20
Figure 24: Puits de lumière.....	20
Figure 25: Atrium.....	20
Figure 26: Store réfléchissante.....	21
Figure 27: le réflecteur "light shelf.....	21
Figure 28: La stratégie du chaud.....	21
Figure 29: Stratégie du froid.....	21
Figure 30: Ventilation traversant poussé par le vent.....	22
Figure 31: ventilation par le couplage de deux phénomènes.....	22
Figure 32: ventilation par simple exposition.....	22
Figure 33: Ventilation par tirage thermique.....	22
Figure 34: Mur trombe.....	22
Figure 35: Toit et Façade végétalisée.....	22
Figure 36: La tour à vent, Iran.....	22
Figure 37: Pare-soleil.....	22
Figure 38: Atrium.....	22
Figure 39: couloir produit l'électricité.....	23
Figure 40: Arber à vent.....	23
Figure 41: production énergie solaire.....	23
Figure 42: Ecole du trèfle.....	26
Figure 43: école de syndrome de down.....	26
Figure 44: école à zero energie.....	26
Figure 45: plan de situation ecole trèfle.....	27

Figure 46: plan de situation Almuhaïdib	27
Figure 47: plan de situation école zéro énergie	27
Figure 48: plan de masse école trèfle	27
Figure 49: plan de masse école Almuhaïdib	27
Figure 50: plan de masse école à zéro énergie	27
Figure 51: plan R.D.C de trèfle	28
Figure 52: plan R.D.C Almuhaïdib	28
Figure 53: plan R.D.C école à zéro énergie	28
Figure 54: plan circulation de trèfle au niveau de R.D.C.....	28
Figure 55: plan circulation Almuhaïdib	28
Figure 57: plan circulation, école zéro énergie	28
Figure 58: plan 1 ^{er} étage de trèfle d'école	29
Figure 59: plan 1 ^{er} étage d'école de zéro énergie.....	29
Figure 60: la dalle d'école en plastique recyclé	29
Figure 61: extérieur de trèfle	29
Figure 62: école Almuhaïdib	29
Figure 63: école à zéro énergie	29
Figure 64: Façade de trèfle	30
Figure 65: Façade postérieure école trèfle	30
Figure 66: Façade Almuhaïdib	30
Figure 67: Façade postérieure Almuhaïdib	30
Figure 68: Façade école à zéro énergie	30
Figure 69: puits de lumière, école de trèfle	31
Figure 70: stratégies au niveau de salle de classe	31
Figure 71: Dispositifs utilisés dans l'école Almuhaïdib	31
Figure 72: stratégies en école de zéro énergie	31
Figure 73: gestion d'eau de pluie	31
Figure 74: Situation géographique de la ville de Laghouat.....	34
Figure 75: Carte administrative de la wilaya de Laghouat	34
Figure 76: Synthèse de développement urbain de la ville.....	35
Figure 77: Les établissements scolaires à Laghouat	35
Figure 78: La carte des zones climatiques de l'Algérie.....	35
Figure 79: températures maximales de la ville de Laghouat pendant toute l'année	36
Figure 80: températures minimales et maximales quotidiennes de la ville de Laghouat.....	36
Figure 81: La rose du vent de la ville de Laghouat	36
Figure 82 : Histogramme de type de ciel	36
Figure 83: diagramme d'humidité relative	37
Figure 84: diagramme de pluviométrie moyen entre 2002-2016.....	37
Figure 85: Diagramme psychrométrique	37
Figure 86: situation du site par rapport à la ville de Laghouat.....	38
Figure 87: situation du site d'intervention	38
Figure 88: schéma montrant l'accessibilité et le flux du site	39
Figure 89: double voie mécanique	39
Figure 90: la cité militaire	39
Figure 91: logement LPP.....	39
Figure 92: voisinage et les limites de site.....	39
Figure 93: le pôle universitaire.....	39

Figure 94: la forme du site	40
Figure 95: :le site intervention.....	40
Figure 96: coupe transversale.....	40
Figure 97: coupe longitudinale.....	40
Figure 98: étude climatique, saison d'été.....	41
Figure 99: étude climatique, saison d'hiver	41
Figure 100:L'effet du vents sur le site.	41
Figure 101:L'effet du vent sur le site.....	41
Figure 102: plan type d'une salle de classe maternelle.....	45
Figure 103:Salle de repos	45
Figure 104:sanitaires pour les enfants de maternelle	46
Figure 105:Exemple d'une salle flexible	46
Figure 106:Changement d'aménagement selon les besoins des étudiants.....	46
Figure 107:Atelier des enfants trisomique	47
Figure 108:Accueil d'une école primaire.....	47
Figure 109:bibliothèque d'une école primaire	47
Figure 110:salle informatique	48
Figure 111:Jardin potagé	48
Figure 112: utilisation des textures au mur	48
Figure 113: Exemple d'un espace sensoriel	48
Figure 114:Espace de regroupement.	49
Figure 115:tableaux des tailles des tables et chaises	49
Figure 116:exemple d'une cour de récréation.....	50
Figure 117: la salle de sport d'une école primaire	50
Figure 118: Pie des entités.....	53
Figure 119: escalier de scolarisation	56
Figure 120: intégration enfants trisomique	56
Figure 121: la hiérarchisation des espaces	56
Figure 122: exemple d'un plan simple	56
Figure 123: circulation fluide	57
Figure 124: la centralité du projet	57
Figure 125 : orientation d'un projet	57
Figure 126: Arbre à vent	57
Figure 127: l'introverti des espaces	57
Figure 128:Articulation des espaces.....	58
Figure 129:La forme de nid.....	58
Figure 130: :relation entre enseignant et étudiant	59
Figure 131: relation entre oiseaux et oisillon	59
Figure 132: nid hébergeant des œufs différents	59
Figure 133: école accueillant différentes catégories d'enfants	59
Figure 134:Donnée de site.....	59
Figure 135:Délimitation du projet.	60
Figure 136:Les accès du projet.....	60
Figure 137:Emplacement de la masse bâti	60
Figure 138:Répartition des entités.....	61
Figure 139:La forme de base.....	61
Figure 140:division des cercles.	62

Figure 141:l'emboitement des volumes.....	62
Figure 142:emboitement des formes.....	62
Figure 143:création des espaces secondaires en forme 3d.....	63
Figure 144:création des espaces secondaire.....	63
Figure 145: relation de l'ail d'oiseau avec la forme de toit	63
Figure 146:la forme du toit.....	63
Figure 147: conception de forme d'espace écologique.....	64
Figure 148:les volumes d'espace écologique.....	64
Figure 149:conception de salle de sport en 2d.....	64
Figure 150: la volumétrie de salle du sport.....	64
Figure 151: plan de masse	67
Figure 152:Plan de masse. Source: « Auteurs».....	67
Figure 153:esplanad extérieur. Source : « Auteurs»	68
Figure 154:espace de jeux extérieur.....	68
Figure 155:Jardin poteager.....	68
Figure 156:Vue globale sur les espaces extérieur.....	68
Figure 157 : trace géométrie de salle de classe et atelier	69
Figure 158: la forme finale de la cellule (salle de classe, atelier, espace écologique).....	69
Figure 159:Plan R.D.C.Source:”Auteurs”.....	70
Figure 160: 1 er étage.Source:”Auteurs”	70
Figure 161: la relation entre les entités au niveau R.D.C.....	71
Figure 162:Organisation du plan de R.D.C “Maternelle”.....	72
Figure 163:Organisation du plan de R.D.C du projet « élémentaire ».....	72
Figure 164: La cour centrale dans le plan de R.D.C.....	73
Figure 165: Organisation de 1 er étage « Élémentaire ».....	73
Figure 168:Organisation des espaces communs dans le plan de R.D.C.....	74
Figure 166: Plan de circulation « étage ».....	74
Figure 167: Plan de circulation R.D.C	74
Figure 169: Organisation des cellules en R.D.C.....	75
Figure 170:Organisation des cellules en R.D.C	75
Figure 171: la répartition des cellules en 3D.....	75
Figure 172: plan de cellule .S.....	75
Figure 173:Plan de cellule.....	76
Figure 174: 3D de cellule.....	76
Figure 175:Vue 3D de cellule.....	76
Figure 176: Aménagement d’atelier.....	76
Figure 177:Aménagement de salle de classe.....	76
Figure 178:Vue intérieur sur la salle de classe.....	77
Figure 179:Vue intérieur sur L’atelier.....	77
Figure 180:Vue interieur salle de classe	78
Figure 181:vue sur l'espace écologique.....	78
Figure 182:Vue interieur d'atelier.....	78
Figure 183:La résille	79
Figure 184:Nid d'oiseau.....	79
Figure 185:L'art de l'origamie.....	79
Figure 186:Présentation du tableau en origamie.....	79
Figure 187:Tableau dessiné par écolier.....	79

Figure 188:Vue sur la façade principale.	80
Figure 189:les oiseaux en forme géométrique d'origami.	81
Figure 190: montagne en forme géométrique d'origami.	81
Figure 191:Vue sur la rampe.	81
Figure 192:Source d'inspiration de la résille 81	81
Figure 193:soleil en forme géométrique d'origami 81	81
Figure 194: vue sur l'origami de façade principale. 81	81
Figure 195:Vue sur la Façade postérieur. 82	82
Figure 196:forme géométrique d'arbre 82	82
Figure 197: origine de forme d'espace écologique « 82	82
Figure 198:Traitement de façade postérieur..... 82	82
Figure 199:Vue sur la façade postérieur..... 83	83
Figure 201:Dessin animé calimero 83	83
Figure 200: vue sur la salle du sport. 83	83
Figure 202: les poteaux mixtes au niveau du plan. 84	84
Figure 203:Les poteaux en béton armé au niveau de plan 84	84
Figure 204:les colonnes tubulaires au niveau de salle de sport..... 84	84
Figure 205:les poutres en béton au niveau de projet. 85	85
Figure 206:Les poutres mixtes au niveau du projet. 85	85
Figure 207:Plancher mixte au niveau de projet..... 85	85
Figure 208:plancher corps creux au niveau de projet..... 85	85
Figure 209: La rampe. 86	86
Figure 210:Les joints de rupture et dilatations au niveau du plan..... 86	86
Figure 211:matériaux de toit ventilé. 86	86
Figure 212:revetement mural en céramique..... 87	87
Figure 213:revetement de salle de classe. S. 87	87
Figure 214:revetement pvc salle maternelle..... 87	87
Figure 215:Vue 3d de projet..... 88	88
Figure 216:Vue 3D de projet..... 88	88
Figure 217:Toiture bomé..... 88	88
Figure 218: Ventilation naturelle. 88	88
Figure 219:La ventilation naturelle au niveau de plan. 89	89
Figure 220: la ventilation naturelle au niveau de coupe..... 89	89
Figure 221:Détail de végétation intensive..... 89	89
Figure 222:L'ombre en 21 mai à10:00h..... 89	89
Figure 223: L'ombre en 21 septembre à10:00h 89	89
Figure 224: Coupe longitudinal représente l'effet de la résille de cour 90	90
Figure 225:Coupe transversal représente l'effet de la résille d'espace écologique..... 90	90
Figure 226:La résille au espace écologique. 90	90
Figure 227:La résille du toit 90	90
Figure 228:Atrium..... 90	90
Figure 229:Façade double peau..... 91	91
Figure 230:Façade double peau..... 91	91
Figure 231: revêtement de sol produit l'électricité. 91	91
Figure 232: colline de jeux. 91	91
Figure 233:Colline produit l'électricité. 92	92
Figure 234:Panneau solaire souple..... 92	92

Figure 235:vue en haut sur le projet.	92
Figure 236:Emplacement de photovoltaïque.....	92
Figure 237:Arbre de vent.	93
Figure 238:les arbres à vent au niveau de plan de masse.....	93
Figure 239:Les sources de bruit extérieur.	93
Figure 240:La cour intérieur.....	94
Figure 241:espace extérieur.....	94
Figure 242:les recules.	94
Figure 243:Gamme de couleur.	94
Figure 244:Gamme de couleur.....	94
Figure 313:Répartition moyenne des déperditions dans une maison individuelle.	98
Figure 314 : Principe de fonctionnement de matériaux à changement de phase.	99
Figure 315: les plaques de plâtre –MCP	99
Figure 316:Configuration d'un modèle du mur de trombe.....	100
Figure 317: Apport de matériaux MCP.....	101
Figure 318: les types des vitrages.....	101
Figure 319:Le fonctionnement de toit ventilé. Source : «www.siplast.fr »,8/6/2019,1 :45pm.....	102
Figure 320:La cellule concerné se simulation.....	103
Figure 321:la cellule d'enseignement	103
Figure 322:température quotidienne moyenne de l'air maximale et minimale de Laghouat et Nevada.	104
Figure 323:La forme de salle et atelier en sketchup.....	105
Figure 324:La forme obtenue par ecotect.....	105
Figure 325: Courbe de température en fonction du temps, cas initial en hiver.....	105
Figure 326:Courbe de température en fonction du temps, cas initial hiver.	105
Figure 327:Forme obtenu après l'amélioration.....	106
Figure 328:Forme originale.....	106
Figure 329:Courbe de température en fonction de temps. Cas d'été amélioré.	107
Figure 330:Courbe de température en fonction de temps.	107
Figure 331:La forme en sketchup.D.....	107
Figure 332:forme obtenu par energy plus.	107
Figure 333:Courbe de température en fonction de temps. Cas d'hiver initial.	108
Figure 334:Courbe de température .cas d'être initial.....	108
Figure 335:la forme obtenu par energy plus.	108
Figure 336:La forme Originale.....	108
Figure 337:Courbe de température en fonction de temps .Cas d'été amélioré.	109
Figure 338:courbe de température en fonction de temps. Cas d'hiver amélioré.	109

Liste des schémas

Schéma 1 : la structure de système éducatif en Algérie	10
Schéma 2:Établissement scolaire en Algérie.....	10
Schéma 3:Établissement scolaire pour enfants à besoins.....	10
Schéma 4:intersection entre environnement bâtimentet occupants.....	17
Schéma 5:le fonctionnement d'école	54
schéma 6 :la relation des entités	71

Liste des Tableaux

Tableau 1:Surfaces proposées pour l'entité s'enseignement.....	51
Tableau 2:surfaces proposées pour entité médicale	51
Tableau 3:surfaces proposées pour l'entité écologique	51
Tableau 4:surfaces proposées pour l'entité sportive	52
Tableau 5:surfaces proposées pour l'entité des logements de fonction	52
Tableau 6: Surfaces proposées pour l'entité de consommation	52
Tableau 7:Surfaces proposées pour l'entité de loisir	52
Tableau 8:Surfaces proposées pour l'espace extérieur	53
tableau 9:caractéristique de lumière des salle de classe.....	Error! Bookmark not defined.
Tableau 10: Performance énergétique de princpaux matériaux de construction conseil	99
Tableau 11:Caractéristique thermo-phisque de materiaux.....	104
Tableau 12::caractéristique thermo-physique de matériaux.....	106

I. Introduction Générale :

Introduction :

« **Pensée, construite, perçue, vécue, l'architecture exprime un rapport raisonné de l'homme à son environnement** » Norbert-Schultz, Génie du lieu, 1997.

Construire a toujours été l'un des premiers soucis de l'homme et l'une de ses occupations privilégiées, à ce jour, la construction connaît un grand essor dans le monde entier, mais concevoir un projet architectural ne signifie pas simplement la production des plans, il s'agit d'une étude complexe.

Le souci d'adaptation des constructions avec leur environnement naturel, et celui d'offrir un maximum de confort resteront les soucis majeurs pour les architectes, qui après la prise de conscience de réfléchir à de nouveaux modes de développement plus respectueux de notre environnement, donnant naissance à la notion du développement durable qui œuvre pour un environnement sain, respecté et harmonieux et donnant réponse aux besoins des sociétés actuelles et futures et ce en réconciliant la croissance sociale, le développement économique, et la protection des ressources naturelles d'un côté ; et à la recherche d'une synthèse harmonieuse entre la destination des bâtiments, le confort de ses utilisateurs et le respect de l'environnement, sont arrivés à satisfaire leurs objectifs et ce par l'application des principes de « l'architecture durable ».

L'Education est un droit, et un facteur important de développement global de l'individu et des sociétés, c'est la réponse aux fléaux de ce 21 siècle tels que : analphabétisme et d'ignorance. Mais elle ne peut pas être possible sans offrir les conditions propices à l'apprentissage de la création d'espace éducatif.

La conception de l'espace éducatif n'est pas une tâche facile, vu qu'il traite directement l'avenir de l'humanité à savoir, la formation de l'individu, l'épanouissement de sa personnalité et son intégration dans la société tout en lui garantissant une vie saine, confortable et prospère dans des espaces respectueux de l'environnement.

Quoi que l'éducation soit un droit fondamental pour tous les enfants sans distinction, aucune, mais malheureusement ce n'est pas le cas pour les enfants atteints de trisomie 21, les personnes atteintes par cette pathologie présentent un retard de développement «intellectuel, langagier,...etc. »

A l'heure du progrès technologique selon « Les Nations Unies » il y'a un trisomique pour 1000 personnes, et 3000 à 5000 trisomiques par ans.¹

En Algérie, une faible volonté de prise en charge a été enregistrée afin d'intégrer cette catégorie d'enfant dans la vie scolaire générale, ce qui a engendré le phénomène d'exclusion sociale de cette catégorie d'enfants.

Le but de notre travail est de concevoir un projet dans la ville de Laghouat, qui contribuera à faciliter l'intégration des enfants atteints de trisomie 21 dans la société et leur donner une chance d'avoir des écoles qui prennent en considération leur spécificité par le biais d'une architecture pensée, bien étudiée répondant à leurs besoins.

¹ Le site officiel d'United nations, www.un.org.com,02/11/2018,16 :55.Am

I.1 Motivation du choix du thème :

« Pour tous ceux qui nous regardent : on est handicapé, mais avant tout, on est qui on est. Il est certain que nous sommes dans ce monde avec vous et que nous sommes dans le même modèle, le même monde »

Gilbert Montagnier²

Pour vivre ensemble dans la société, il faut accepter l'autre dans sa différence, On a pensé à intégrer cette catégorie d'enfants trisomiques, dès l'enfance, et depuis l'âge scolaire.

Notre choix s'est porté sur une école inclusive durable incluant les enfants trisomiques « trisomie21 » avec enfants normaux, Pour ce faire, une étude approfondie sur le thème nous permettra d'approfondir nos connaissances sur cette catégorie d'enfants afin de pouvoir répondre à leurs besoins par une architecture qui sera conformément confectionnée intégrant les deux catégories d'enfants.

I.2 Problématique :

Le présent travail consiste à la conception d'une école primaire durable inclusive des enfants atteints de trisomie 21 à la ville de Laghouat caractérisée par son climat chaud et aride, La notion de l'école durable correspond au souci de construire une école plus respectueuse de l'environnement, tout en assurant toutes les commodités de confort aux enfants des deux catégories ; nous essayons donc de proposer et de trouver les solutions environnementales les plus adéquates qui peuvent être intégrées dès les premières phases du processus conceptuel du projet. Nous sommes donc tenus à répondre aux questions suivantes :

- **Comment concevoir une école durable inclusive des enfants atteints de trisomie 21 à la ville de Laghouat** en prenant en considération les contraintes climatiques et environnementales de la ville tout en tenant en compte les notions de durabilité applicables dans ce genre d'équipements et dans cette région ?
- Quels sont les systèmes de durabilité applicables dans le contexte de la ville de Laghouat qui permettent d'assurer le bien-être des usagers de l'école et minimiser le recours aux énergies non renouvelables, tout en prenant en compte la spécificité des utilisateurs (les deux catégories d'enfants) et exigences de conception des équipements éducatifs?
- Quel sont les dispositifs architecturaux les plus performants qui peuvent être utilisés pour maintenir les conditions de confort thermique et visuel d'une salle de classe conçue dans la ville de Laghouat caractérisée par un climat chaud et aride?

I.3 Objectifs :

« Quand on ne sait pas ce qu'on cherche, on ne sait pas ce qu'on trouve »

Georges Canguilhem³

L'objectif de cette recherche est la participation dans l'amélioration et le développement de la discipline de l'architecture durable en Algérie ce qui aide à construire des établissements éducatifs sains et confortables sans nuire à l'environnement et réduire la consommation énergétique et ce par la conception d'une école primaire intégratrice des enfants atteints de trisomie 21 à la ville de Laghouat caractérisée par son climat

²Natacha Lerjen ,L'intégration scolaire pour un enfant en situation handicap, Mars2006.

³ Georges Canguilhem, Études d'histoire et de philosophie des sciences, Librairie Philosophique J Vrin; 7 édition (May 1, 1994)

chaud et aride par l'application des paramètres 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 et favorisent ainsi une bonne qualité d'apprentissage aux deux catégories d'enfants.
- Vérifier les paramètres de durabilité qui permettent de classer le projet de l'école en un projet durable, dans notre cas le confort thermique et visuel.
- Etudier l'efficacité des matériaux et des dispositifs architecturaux dans l'amélioration des paramètres de confort thermique et visuel par le biais de simulation de logiciels.
- Assure le confort visuel par l'orientation, position et dimensions des fenêtres.

1.4 Hypothèses :

- La conception de l'école primaire durable inclusive des enfants atteints de trisomie 21 conçue selon les principes de l'architecture durable appliqués dans les zones chaudes et arides, et permet d'assurer des ambiances intérieures et extérieures confortables. Tout en tirant profit de potentiels solaires de la ville Laghouat.
- Le bon choix des matériaux de construction et des dispositifs architecturaux comme les toitures ventilées, façade double peau, ainsi que le bon emplacement et dimensionnement des ouvertures de la salle de classe permettent d'améliorer à la fois le confort thermique et visuel.

1.5 Méthodologie de la recherche :

Dans le but d'atteindre les objectifs tracés, la démarche suivante va être suivie :

-La partie théorique constitue la première phase du travail de recherche, permettant l'approfondissement des connaissances théoriques par rapport aux volets se rapprochant du sujet, à savoir l'éducation, l'architecture durable et la trisomie 21.

- La partie analytique permet par la suite de prendre connaissances de projets similaires pour s'imprégner des expériences des autres qui vont constituer une référence au projet en terme de programmation, de fonctionnement, de techniques de durabilité et même de traitement architectural.

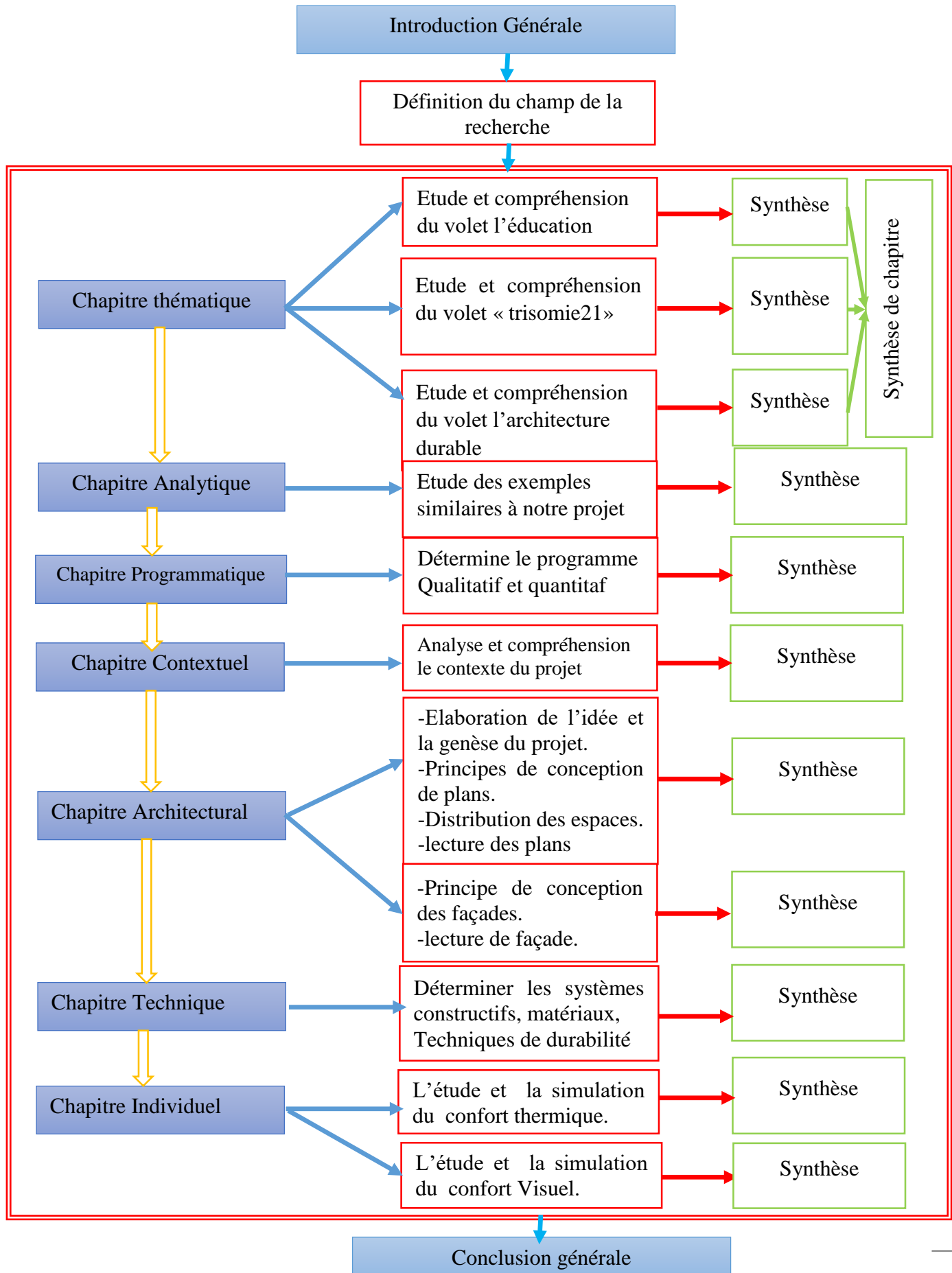
- Quant à la troisième partie, elle concernera le volet programmatique du projet, et ce en définissant la taille et les usagers du projet, ainsi qu'un programme détaillé sous son aspect qualitatif et quantitatif.

- La quatrième partie touchera l'étude contextuelle et l'analyse de l'assiette du projet en ayant ainsi, tous les ingrédients nécessaires à la réussite du processus conceptuel abordé dans la partie qui suit.

- Après la phase conceptuelle du projet qui présente le fruit de toutes les parties citées au paravent ; un volet technique du projet devra être étudié afin d'illustrer les choix adoptés notamment en terme de techniques de durabilité, une estimation des niveaux de confort thermique et visuel sera élaborée par le biais de logiciels : Ecotect, Energy plus, Radiance.

- Après l'interprétation des résultats, des recommandations et des synthèses seront présentées.

I.6 Structure du mémoire :



II. Chapitre
thématique

II.1 Volet 01 : Education

Introduction :

Dans ce volet, nous présentons un ensemble de notions, d'idées, de connaissances et de termes relatifs à l'éducation, afin de se familiariser avec le thème et bien assimiler ses spécificités dans le but d'aboutir à une maîtrise du sujet de recherche.

II.1.1 Définition :

a. Selon **Emile 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. »⁴



Figure 1: Emile Durkheim
« literariness.org » 02/04/2019,2 :58

b. Selon **UNESCO** « United nations educational, scientific and cultural organization »

« Elle peut se définir en termes généraux en tant que l'ensemble des méthodes de formations humaines, ou de manière plus étroite, en tant que processus d'acquisitions des connaissances dans des institutions spécialisées. Elle constitue une forme essentielle d'épanouissement des ressources humaines et ce sous plusieurs formes »⁵

On remarque que la définition de l'Unesco a souligné l'importance de l'espace qui accueille les activités d'apprentissage en précisant « les institutions spécialisées », d'où l'intérêt porté à ce genre de projet qui nécessitent des études préalables.



Figure 2: slogan d'UNESCO
« whc.unesco.org » 02/04/2019,3 :12

II.1.2 Rôle de l'éducation :

L'éducation joue un Rôle dans le développement des compétences et des capacités latentes des étudiants, elle consiste à aider l'individu à construire son humanité et de mener vers l'excellence. et par conséquent le développement des sociétés.⁶

⁴ Emile Durkheim, Education et sociologie, 10 Edition Félix Alcan, Paris 02/02/2013.

⁵Victorien Tchoudja, école Nationale Supérieure de statistique et d'économie Analyse de la situation de l'éducation des enfants de 5ans à 16 ans, 2007. www.memoireonline.com ,02/04/2019,3 :23.

⁶ Manooly, l'éducation pour le développement de l'homme et de toute société,2 /06/2011,www.over-blog.com,3/6/2019,1 :48pm

II.1.3 Formes de l'éducation:

-On distingue deux types d'éducation qui sont :⁷

- a. **Education Extra-scolaire** : c'est toute activité de formation organisée en dehors du système éducatif formel.
 - L'éducation non formelle offre la possibilité à la vaste majorité d'enfants, de jeunes et d'adultes des pays en développement qui ne bénéficient pas du système éducatif formel d'accéder à l'apprentissage.
- b. **Education scolaire « formelle »** : C'est l'ensemble des apprentissages qui se déroulent dans les institutions classiques de formation que sont les centres d'éducation préscolaires, les écoles primaires, secondaires et supérieures.

II.1.4 Etablissement scolaire:

A. Définition de l'école :

Le terme dérive du latin « schola » et désigne l'établissement livrant des enseignements. Il permet également de faire allusion à l'enseignement que l'on donne ou reçoit, à l'ensemble des enseignants et des élèves d'un établissement scolaire, à la méthode, au style particulier de chaque professeur « maître ou maîtresse » d'enseigner, à la doctrine, aux principes et au système d'un autre.⁸



Figure 3: école primaire Marlborough, Angleterre
« marlboroughprimary.com » 25/01/2018, 12:38

B. Type d'écoles :

On distingue plusieurs types d'écoles :⁹



Permettre à tous les élèves d'apprendre ensemble, quels que soient leur genre, leur race, leur origine, leur handicap, leur naissance ou toute autre.

-Les écoles sont variées en fonction des enfants que vous recevez. Mais malheureusement dans le tiers monde on remarque l'absence de cette variation.

⁷ Gilbert Tasfak, comprendre les sciences de l'éducation, L'Harmattan, 2001.

⁸ Site concept et sens, 1/9/2001, « lesdefinitions.fr » 02/04/2019, 7 :30pm.

⁹ Site officiel de ministre de l'éducation nationale, www.education.gov.dz, 11/10/2018, 13 :38Am.

Note :

-la différence entre l'école inclusive et l'école intégratrice :¹⁰

- **Ecole inclusive :**

L'école s'adapte pour apporter une réponse scolaire au plus près des besoins de chaque élève.

- **Ecole Intégratrice :**

Les enfants doivent s'adapter à l'école ordinaire avec l'aide des dispositifs spécialisée.

C. Collège:

Collège est un terme qui vient du latin « collegium ».Un collège est un établissement qui se consacre à l'enseignement, qui se situe entre l'école primaire et le lycée, assurant ainsi l'enseignement des élèves de 11 à 15 ans.¹¹

D. Lycée:

Etablissement d'enseignement du second cycle du second degré.¹²

II.1.5 Etablissement scolaire En Algérie:**a. Ecole Primaire :**

L'enseignement 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.¹³

b. Aperçu historique :

L'éducation en Algérie a connu à travers le temps cinq périodes qui sont :

- **Période avant 1830 :**

De petites écoles coraniques de villages souvent attenantes à la mosquée. Ces écoles sont ouvertes uniquement aux garçons. Ils apprennent par cœur des sourates du Coran mais il n'est pas prévu l'apprentissage de la lecture et de l'écriture.



Figure 4: école primaire en Tlemcen, Algérie
« hijra-en-algerie.com »,09/04/2019,9 :41pm



Figure 5: La medersa
« blogspot.com » 02/04/2019,4 :25 »

¹⁰Serge Thomazet, école inclusive, 11/10/2012, site : www.enfant-different.org ,9 :07pm.

¹¹ Site concept et sens, 1/9/2001, « lesdefinitions.fr »02/04/2019,7 :30pm.

¹² IDEM11

¹³ Site officiel de ministre de l'éducation nationale, www.education.gov.dz,11/10/2018,13 :38Am.

Mais aussi des medersas : écoles de niveau secondaire réservées aux familles plus aisées.¹⁴

• **Période entre 1830-1962 :**

Une école française « a pour objectifs de supprimer les principes Fondamentaux de la personnalité algérienne ». ¹⁵



Figure 6:Ecole colonial
« Émission " La marche du monde " du Samedi 8
Septembre 2012 » 02/04/2019 :4 :37.

• **Période entre 1862-1976 :**

-Un enseignement national garantissant la nationalisation et l'algérianisation.

-Un enseignement scientifique et technique permettant l'accès à des valeurs et connaissance universelle. ¹⁶



Figure 7 :L'école de l'indépendance
«fresques.ina.fr »02/04/2019 ,4 :43

• **Période entre 1976-2008 :**

-L'enseignement préparatoire non obligatoire.

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

- L'enseignement secondaire général. ¹⁷

• **Période entre 2008-2019 :**

-Changement de système éducatif dans les écoles primaires.

-adopter un nouveau programme qui s'appuie sur le développement des capacités cognitives et l'esprit d'analyse et de déduction de l'élève ¹⁸



Figure 8:école primaire
« algerie-focus.com »02/04/2019,5 :25pm

¹⁴Site officiel de ministre de l'éducation nationale, www.education.gov.dz,11/10/2018,13 :38Am.

¹⁵ IDEM14

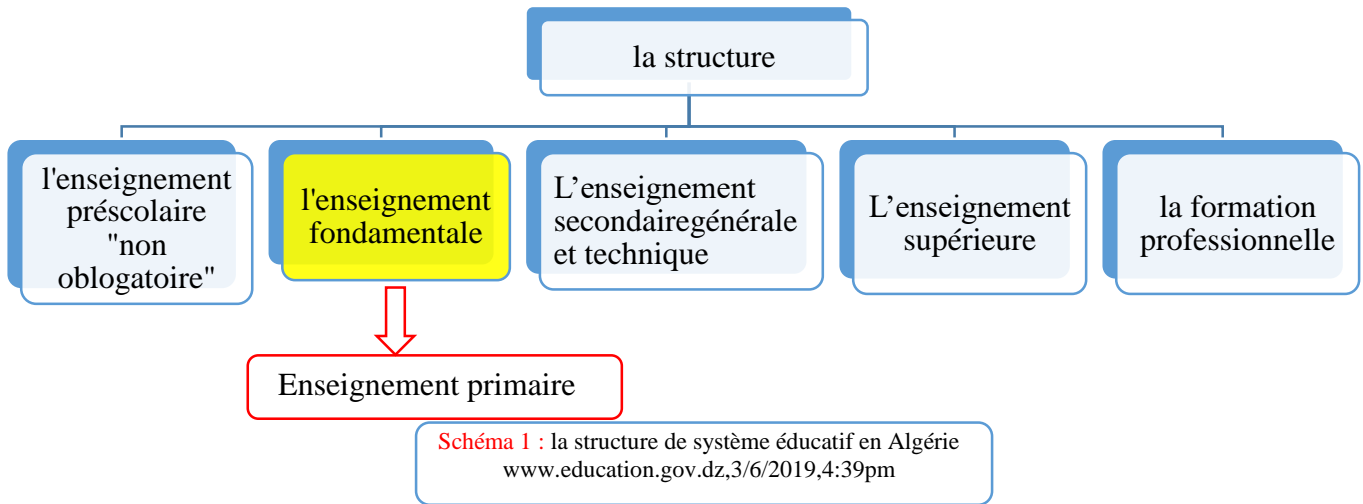
¹⁶Bekioua Fateh, Education et croissance économique en Algérie 2006, www.memoireonline.com,2/4/2019,5 :00pm.

¹⁷ Lydia Ait Saadi Bouras, L'histoire nationale algérienne à travers ses manuels scolaires d'histoire, ENS édition, 2013,p :445.

¹⁸ Site officiel de ministre éducatif national, www.education.gov.dz,3/6/2019,4:39pm

c. Système éducatif :

L'enseignement en Algérie est structuré de la façon suivante¹⁹ :



d. Type d'écoles en Algérie :

Selon le ministre d'éducation nationale, l'Algérie incluait :

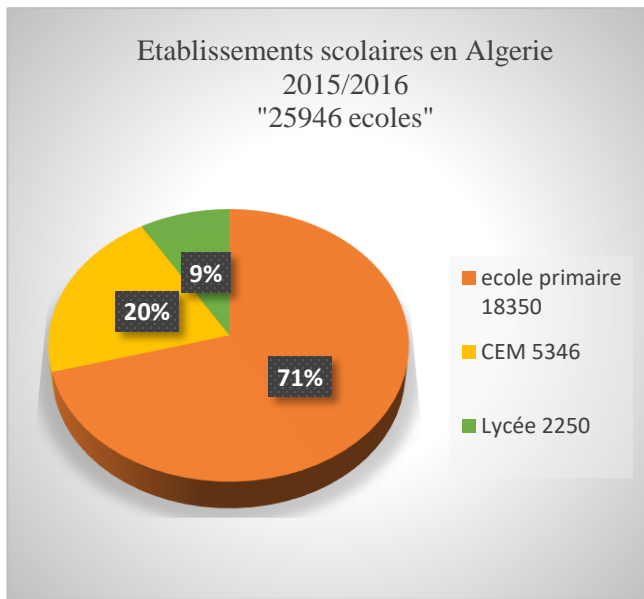


Schéma 2:Etablissement scolaire en Algérie « www.education.gov.dz »05/09/2015, 10:00. Am

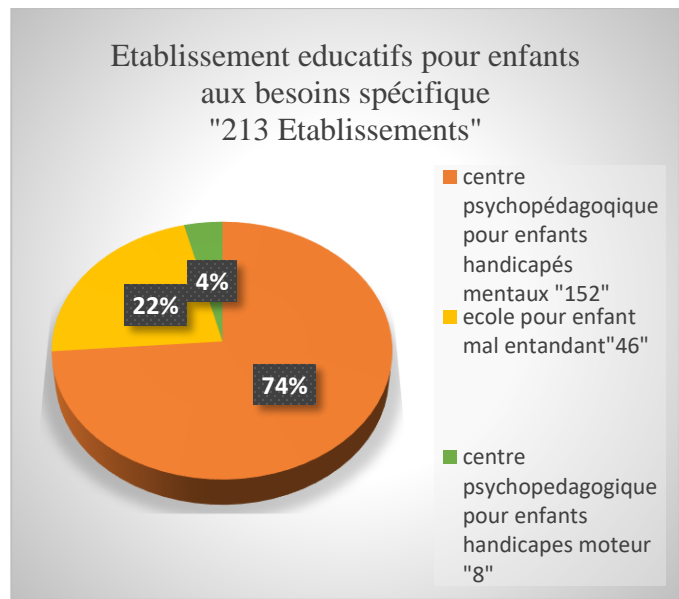


Schéma 3:Etablissement scolaire pour enfants à besoins Spécifique « ministre de la Solidarité nationale, de la famille Et de la condition de la femme »,²⁰

¹⁹ Site officiel de ministre éducatif national, www.education.gov.dz,3/6/2019,4:39pm

²⁰ Mounia Meslem, ministre de la Solidarité nationale, de la famille et de la condition de la femme, 18/09/2016 ,14:34. www.radioalgerie.dz

-Selon les deux schémas, on note que l'Algérie n'a pas plusieurs types d'école, elle s'appuie sur la séparation entre les différentes catégories d'enfants. Ça peut provoquer des problèmes d'intégration à la société à court terme.

e. Qualité d'enseignement en Algérie :

- L'Ecole algérienne se base sur l'enseignement de quantité et néglige la qualité, elle se caractérise par un taux d'occupation par salle « 31 élève par salle » élevé par rapport aux normes internationales.

-L'absence de tous les types du confort au niveau des écoles.²¹

II.1.6 Exigences des bâtiments scolaires:

a. Forme et hauteur de bâtiment :

- La forme des écoles doit être simple et non complexe

-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.

-La construction de locaux enterrés ou semi-enterrés à usage de salles de classe, de préau, de cantine, de locaux administratifs ou de locaux principaux des logements est interdite.²²

b. Organigramme :

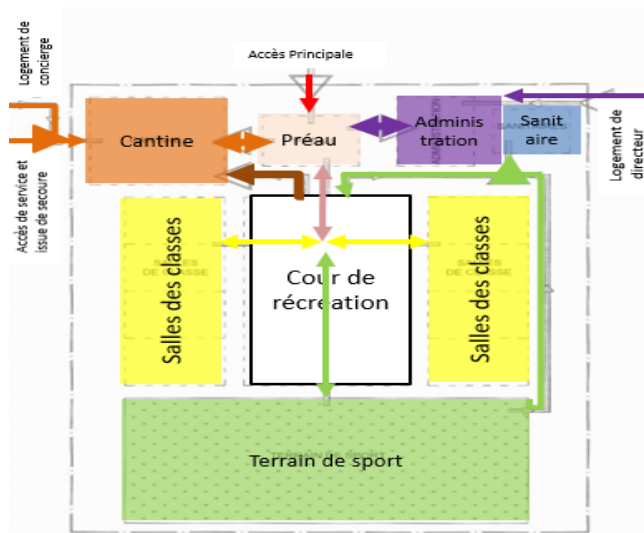


Figure 9:schéma de fonctionnement d'une école
www.education.gov.dz »05/09/2015, 10:00. Am

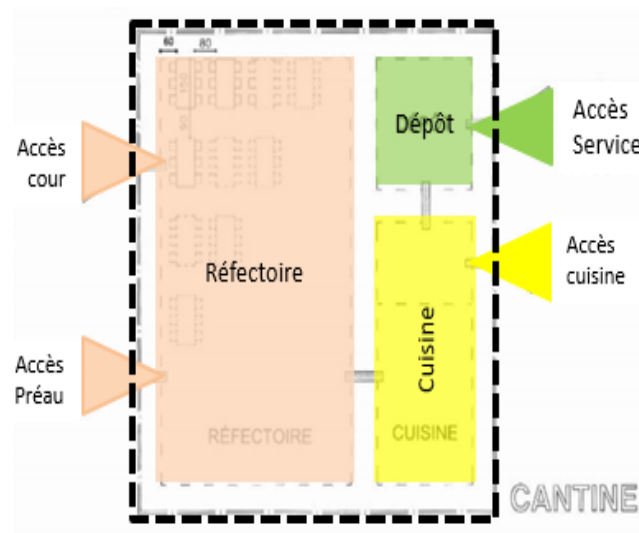


Figure 10:schéma de fonctionnement de cantine
www.education.gov.dz »05/09/2015, 10:00. Am

²¹ Yanis Younes, éducation : une école de qualité, un important défi pour l'Algérie à l'horizon 2035, 15/10/2018, www.algeriepatiotique.com,3/6/2019,5:59pm

²²Unesco, Guide pour la réalisation des établissements du premier cycle de l'enseignement fondamental, Paris, 2004 P:22, « unesdoc.unesco.org »,3/6/2019,6 :17pm

Synthèse du volet:

L'école inclusive est un établissement scolaire qui reçoit les différentes catégories d'enfants pour apprendre ensemble.

En Algérie, on note qu'il n'y a pas une variation de type des écoles, l'état s'appuie sur la séparation totale entre les enfants selon leurs cas « ordinaires ou handicapés », l'absence de qualité caractérisé les écoles publiques Algériennes.

Vu le manque constaté des écoles inclusive en Algérie, en général et à la ville de Laghouat en particulier, il nous semble qu'il est indispensable de prévoir une école inclusive de qualité et qui respecte les normes internationales.

II.2 Volet 02 : Trisomie 21

Introduction :

Dans la deuxième partie, nous présentons quelques concepts liés à la trisomie 21, l'enfant trisomique, et identifions de leurs besoins et leurs exigences. Afin de réussir leur processus d'éducation avec des enfants ordinaires dans la même école.

II.2.1 Définition :

- Est une maladie causée par une anomalie au niveau des chromosomes (les structures cellulaires qui contiennent le matériel génétique de l'organisme). Les personnes atteintes de trisomie 21 présentent trois chromosomes 21 au lieu d'une seule paire. Ce déséquilibre du fonctionnement du génome (l'ensemble de l'information héréditaire présente dans les cellules humaines) et de l'organisme provoque un retard mental permanent et un retard de développement²³



Figure 11:Enfant atteint trisomie21
« gettyimages.in »10/04/2019 12:29 pm

II.2.2 Aspects socioculturels :

-D'une façon générale, l'enfant atteint de trisomie 21 apprend continuellement et il développe en permanence ses connaissances comme le ferait un individu normal, mais il le fait plus lentement.

-ils ont la possibilité d'évoluer dans des contextes très différents et avec des personnes très variées.²⁴



Figure 12:Enfants trisomique faire des exercices sportifs. « gettyimages.in »10/04/2019 12:29 pm

II.2.3 Les difficultés pour un enfant trisomique :

- Ils répondent moins bien aux ordres avec des difficultés à suivre les consignes données à un groupe.
- Ils ont des difficultés dans le langage expressif.
- Ils présentent des problèmes dans la motricité grossière.
- Ils ont du mal à accepter les changements rapides ou trop brutaux dans les tâches qu'on leur demande.
- Ils peuvent se concentrer pendant de court moment.
- Dans leurs jeux avec leurs camarades ils sont souvent seuls.
- leur âge social est au-dessus de leur âge mental et celui-ci au-dessus de leur âge linguistique. Ils peuvent avoir des difficultés à exprimer verbalement une demande d'aide.²⁵

²³Site : www.passeportsante.net ,10/01/2019,12 :26 pm

²⁴ Aboulmakarim Rachid et Boufous Souad, Logiciel de jeux pour les handicapés mentaux, Paris, Février

²⁵ IDEM23

II.2.4 L'impact sur les apprentissages scolaires :

- L'apprentissage des enfants porteurs d'une trisomie 21 suit les mêmes étapes que celles des autres enfants mais les progrès sont plus lents et nécessitent davantage de répétitions, d'exercices et surtout de supports visuels.²⁶

II.2.5 Inclusion scolaire :

L'inclusion scolaire, c'est l'adaptation du milieu scolaire qui doit apporter une réponse aux besoins de chaque élève. Une intégration appropriée suppose que l'on a bien évalué les besoins de l'élève et qu'on a prévu les moyens nécessaires à son plein développement.

Les types des classes:²⁷

Le tableau suivant représente la différence entre les classes spécialisées et inclusives.

classes	Définitions
Classe spécialisée	-Avec un enseignement spécialisé « 10 élèves au maximum » pour les enfants non en mesure de suivre le programme scolaire classique.
Classe inclusive	C'est une classe ordinaire, dont quelque élève présente des besoins spécifiques et qui étudie avec deux enseignants, dont l'un est spécialisé. Le travail s'effectuant en grand groupe, en petit groupe, en individuel, sans avoir, on peut, de séparation effective entre le groupe en inclusion et le reste de la classe.

II.2.6 Etablissements éducatifs des enfants atteints trisomie 21 à Laghouat :

Selon le centre médico psychologique de la ville de Laghouat, de la wilaya dispose des infrastructures répertoriées dans le tableau suivant. :

Les classes intégrées	Centre psychopédagogique
-Ecole Tahar Déni -Ecole Ben ganna -Ecole ksar Hiran -Ecole Tadjmout	Centre Attala Centre Aflou+ annexe

II.2.7 Avantages de l'inclusion scolaire:

L'inclusion scolaire est très importante en raison de ce qui suit :²⁸

- Tous les enfants sont capables de faire partie de leur communauté et de développer un sentiment d'appartenance et de devenir mieux préparés à la vie dans la communauté à titre d'enfants et d'adultes.
- Elle offre de meilleures occasions d'apprentissage. Les enfants dotés de capacités diverses sont souvent mieux motivés lorsqu'ils apprennent dans des classes entourés d'autres enfants.

²⁶ Dr PIERRE Richard, SCOLARISATION DE L'ENFANT PSYCHOTIQUE ET DE L'ENFANT HANDICAPÉ MENTAL, 25 octobre 2008, www.amazon.ualuniversidad.edu, 3/6/2019, 10 :53pm

²⁷ Isabelle Mostien, La scolarisation des enfants en situation de handicap Rapport comparatif France/Belgique & Propositions, 12/01/2012, www.craif.org, 3/6/2019, 11:14pm.

²⁸ Site : www.nbacl.nb.ca, 3/6/2019, 11:26pm

- Les attentes de tous les enfants sont plus élevées. Une inclusion réussie tente de développer les forces et les talents d'un individu.
- Elle permet aux enfants de travailler sur des objectifs individuels tout en étant avec d'autres élèves de leur âge.
- Elle encourage une culture de respect et d'appartenance. Elle offre également l'occasion d'apprendre sur les différences entre les individus et d'accepter ces différences.
- Elle offre à tous les enfants l'occasion de développer des amitiés entre eux. Les amitiés offrent des modèles de rôles et des occasions de croissance.

II.2.8 Exigences conceptuelles des enfants trisomiques:

L'enfant atteint trisomie 21 est un enfant à besoins spécifiques, donc on doit prendre en considération quelques exigences pour la conception tel que :

a. La lisibilité et la simplicité des lieux :²⁹

- un *plan clair*, simple, *ordonné* et facilement compréhensible, car l'enfant trisomique ne peut tout simplement pas fonctionner dans un milieu trop complexe.

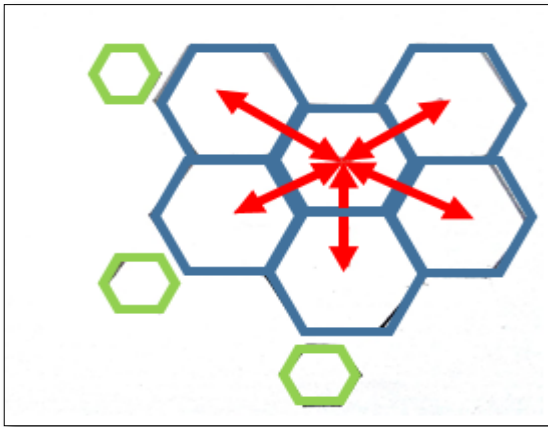


Figure 13: typologie cour centrale
« www.archdaily.com »10/04/2019,12:43pm

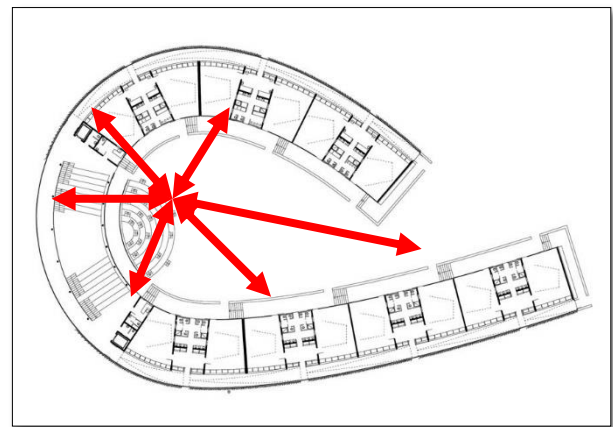


Figure 14: typologie cour intérieure
« www.archdaily.com »10/04/2019,12:43pm

- Les formes courbées, plus « friendly », sont davantage appréciées pour leur caractère informel. De plus l'utilisation de murs courbes est plus sécuritaire, car elle permet d'éviter les coins aigus ou à angle droit.³⁰

b. La variété et la qualité des ambiances :³¹

- Grand espace ouvert et aéré.
- La flexibilité, crée des environnements multifonctionnels.
- Diversité Dimensionnelle des espaces.

c. Enseignement:³²

²⁹ Christelle jacques, La diversité architecturale du milieu de garde inclusif intégrant des enfants atteints de troubles envahissants du développement, 2013.

³⁰IDEM29

³¹IDEM29

³²Centre pshyco-medical, Laghouat.

- L'enfant trisomique doit avoir un enseignement en Atelier.

d. Le contrôle des ambiances physiques :³³

- Offrir un éclairage qui s'ajuste selon les besoins et surtout adapter le type d'éclairage selon les activités prévues.
- l'éclairage zénithal est une bonne façon d'apporter une bonne quantité d'éclairage naturel.
- Un chauffage, de type radian, intégré dans le plancher est plus favorable que l'utilisation de radiateurs.
- L'environnement doit tenter de minimiser les bruits d'impacts et d'écho qui pourrait être nuisibles.

e. Matériaux et couleur :³⁴

- Eviter les constates de couleur trop violent.
- Opter pour des matériaux à faible réflectivité pour éviter les éblouissements.

Synthèse du volet trisomie 21:

On conclut que la ville de Laghouat donne une importance à cette catégorie, en l'intégrant des salles de classe spécialisée, dans des écoles ordinaires, mais elle ne prend pas en considération les besoins des trisomiques, elle impose fortement l'enfant à s'adapter avec l'environnement.

Ça nous fait réfléchir de concevoir une école qui offre les exigences des deux types d'enfants.

³³ Christelle jacques, La diversité architecturale du milieu de garde inclusif intégrant des enfants atteints de troubles envahissants du développement, 2013.

³⁴ IDEM32

II.3 Volet 03 : Architecture durable

Introduction :

Dans ce volet nous présentons des concepts, idées et techniques qui sont reliées à l'architecture durable afin de concevoir un projet durable respectueux l'environnement.

II.3.1 Définition :

C'est un mode de conception et de réalisation ayant pour préoccupation de concevoir une architecture respectueuse d'environnement et de l'écologie.

Elle repose sur l'application des technologies les plus appropriées en vue d'offrir des niveaux élevés de confort et d'environnement, de vie et de travail sains sans compromettre la qualité environnementale des générations futures.³⁵

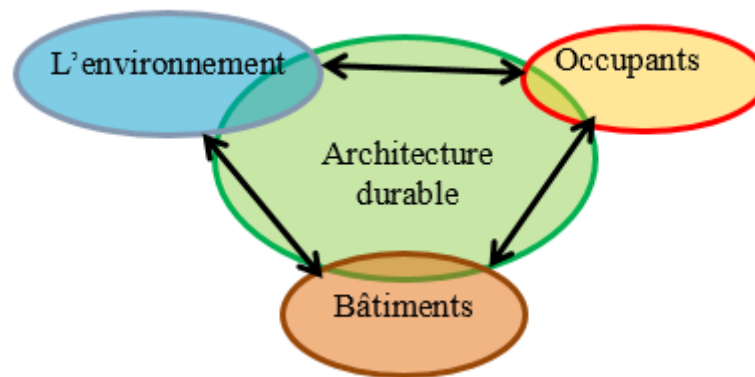


Schéma 4: intersection entre environnement bâtiment et occupants
« Source : auteur »

II.3.2 Objectif de l'architecture Durable : ³⁶

- Améliorer la qualité de vie et la santé humaine.
- Réduire au maximum l'exploitation des ressources non renouvelables et l'utilisation des ressources naturelles.
- Améliorer la qualité de l'environnement et développer le milieu naturel.
- Éliminer ou minimiser l'utilisation de polluants et de produits toxiques.
- Préserver l'identité culturelle de la ville.

II.3.3 Labels de l'architecture durable :

En architecture durable, on distingue plusieurs labels et des démarches, ces labels sont classés selon leur performance :³⁷

³⁵ Site internet: www.gaea21.org,4/6/2019,10:54am.

³⁶ Golam Hussein,environmental factor step towards achieving sustainable architecture and environnement,2015,www.cumhuriyet.edu.tr,4/6/2019,11:09 am

³⁷ Cours Madame Baali « le développement durable » module : la haute qualité enviromentale et nouvelles techniques de construction durable ,2018-2019. Université Laghouat.

Les labels de performances environnementale	Les labels de performance énergétique
- la démarche HQE « France ». - Le label Breeam « Angleterre ». - Le label Leed « Canada ».	- Le label Effinergie « France ». - Le label Passivhaus Institut « Allemagne ». - Le label Minergie « Suisse ».

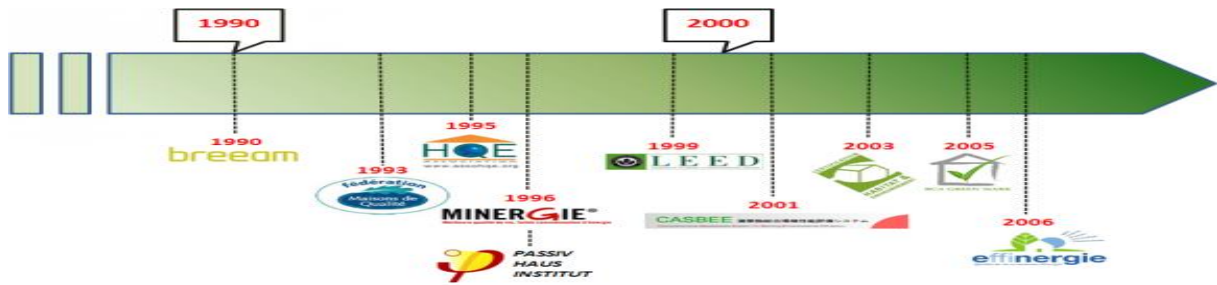


Figure 15: Echelle chronologique de création.
« researchgate.net »10/04/2019,8 :58

II.3.4 Les Principes de base de conception durable dans une zone chaude et aride :

a. L'implantation :³⁸

-On tient en compte : le relief, les vents locaux et l'ensoleillement...

-Les emplacements privilégiés sont :

- Les pentes ombragées (inclinées au nord).
- Les niveaux élevés.
- Les endroits avec des possibilités d'évaporation et de végétation.
- Les bâtiments groupés les uns à côté des autres.

b. Orientation :³⁹

- L'orientation optimale du bâtiment devrait faire face au nord et au sud.
- Les murs principaux et les fenêtres doivent faire face à la direction du vent (froid).
- Les zones de vie active vers le Sud et l'Est pour capter le soleil matinal.
- Les zones de vie non active (les magasins et les sanitaires ... etc.) vers l'Ouest.

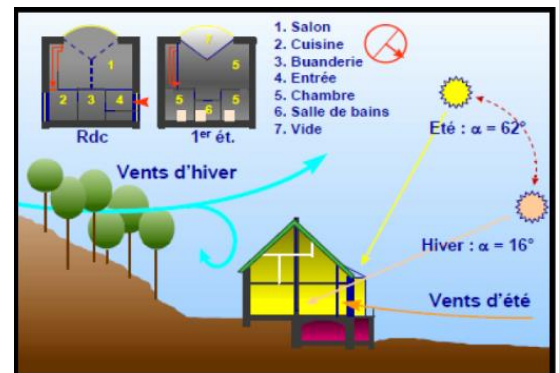


Figure 16: schéma représente l'implantation d'un bâtiment. « Alain Liébard, André de Harde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Paris, 5^{ème} édition »

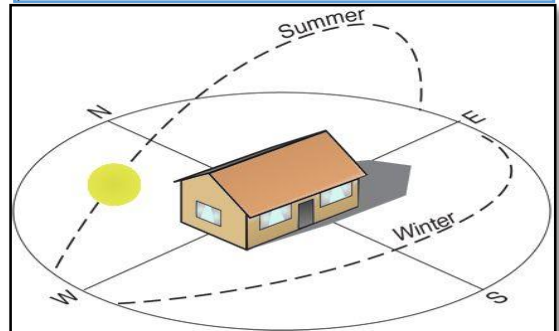


Figure 17: schéma de l'orientation optimal d'un bâtiment « inspectionprosinco.com »10/04/2019,9 :43

³⁸ Paul Gut et Dieter Ackerknecht, climate responsive building, 1^{er} édition, 7/6/2018.

³⁹ IDEM37

c. La Forme et le volume :

La forme optimale est celle qui présente un gain de chaleur minimal en été et un gain de chaleur maximal en hiver. Donc La forme idéale du bâtiment c'est la forme compacte avec le patio au centre, mais quelque peu allongés le long de l'axe Est-Ouest⁴⁰

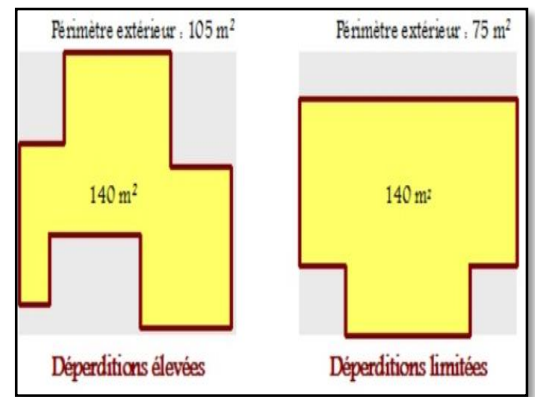


Figure 18: dessin présente la différence de déperdition dans deux formes différentes
« Alain Liébard, André de Harde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Paris, 5^e édition »

- **Toit :** on distingue deux types de toit : toit en dôme et toit ventilée se sont des toits que nous permet de bénéficier de ventilation naturelle. Ils sont des solutions efficaces dans les zones chaudes et arides.

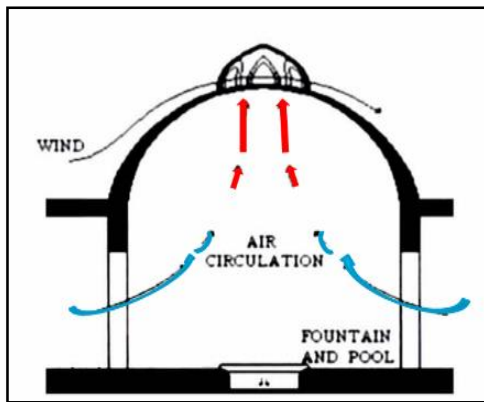


Figure 19: Flux d'air dans toit en dôme avec ouverture au sommet « instapicto.top », 4/6/2019 11 :56am

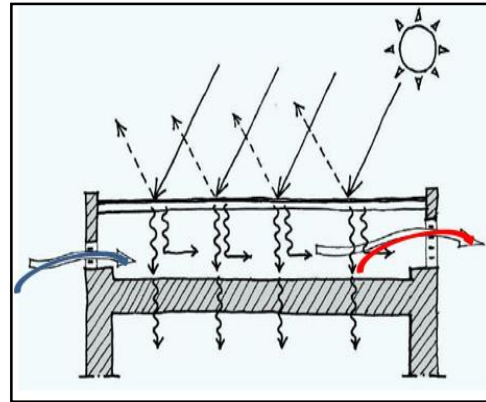


Figure 20: schéma présente la ventilation entre « le toit – plafond » et le reflet des rayons du soleil « Paul Gut et Dieter Ackerknecht, climate responsive building, 1^{er} édition, 7/6/2018. »

➤ **sol :**

Le bâtiment doit avoir un contact maximal avec le sol (éviter le pilotis ...) et Les revêtements de ce dernier doivent avoir une conductance thermique élevée.⁴¹

➤ **Espaces externes :**

Les murs des bâtiments surtout de côté Sud, Ouest et les espaces extérieurs doivent être ombragés.⁴²

➤ **Les couleurs utilisées:**

Les couleurs externes nécessaires sont : la couleur blanche, claire et non brillante et les couleurs sombres pour les surfaces ombrées.

Les couleurs internes nécessaires sont : les couleurs "froides".⁴³

⁴⁰ Paul Gut et Dieter Ackerknecht, climate responsive building, 1^{er} édition, 7/6/2018.

⁴¹ Jerusha Ngungui, Zeltia Blanco, Anthony Agevi, Sustainable building for hot and arid areas, 2017, www.hamk.fi, 4/6/2019, 12:20pm

⁴² IDEM40.

⁴³ IDEM40

d. Choix de matériaux :

Utiliser des matériaux lourds de forte inertie thermique (aide à stocker la température de l'intérieur et absorber la chaleur pendant la journée et la restituer la nuit), locaux, durables renouvelables qui consomment peu d'énergie dans leur fabrication « la pierre, »⁴⁴

➤ **L'isolation :**

Les murs extérieurs et les toits nécessitent une isolation et une réflectivité élevées (doivent permettre de conserver la température interne le plus longtemps possible quel que soit la saison)⁴⁵

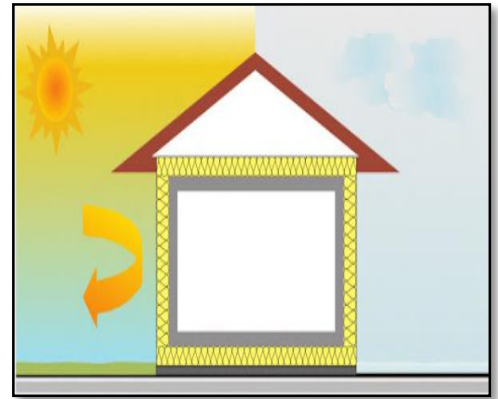


Figure 21: Maison isolée
« Alain Liébard, André de Harde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Paris, 5^e édition »

II.3.5 Confort :

Le confort est une notion subjective qui résume tout un ensemble de sensation et un état d'équilibre entre l'être humain et le milieu dans lequel il se trouve à un moment donné.⁴⁶

a. confort visuel : garantit un environnement visible et agréable aux yeux.

➤ **Stratégie de l'éclairage naturel (confort visuel) :**

La stratégie de l'éclairage passe par cinq étapes sont :

« Capter, pénétrer, répartir, protéger et contrôler, focaliser. »

➤ **Dispositifs de pénétration lumineuse :**

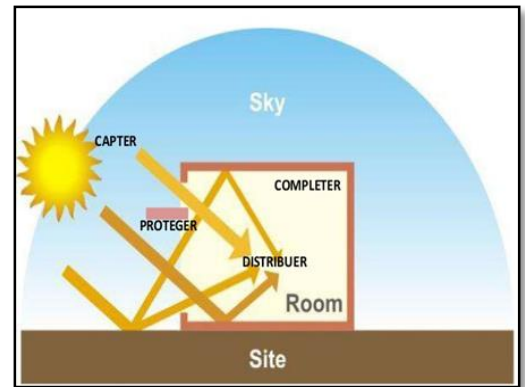


Figure 22: la stratégie de l'éclairage
« es.uclouvain.be », 4/6/2019, 12 :51pm

Permis les dispositifs de pénétration lumineuse, qui on peut utiliser dans les zones chaudes et arides, on a :

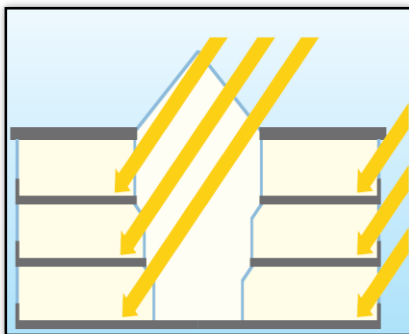


Figure 25: Atrium
« Alain Liébard, André de Harde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Paris, 5^e édition »

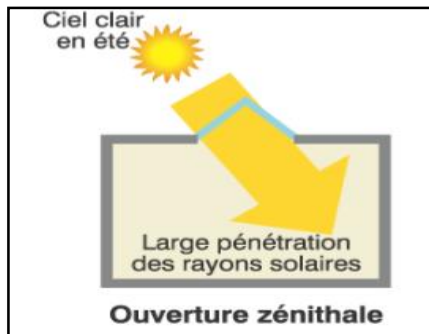


Figure 24: Puits de lumière
« Alain Liébard, André de Harde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Paris, 5^e édition »

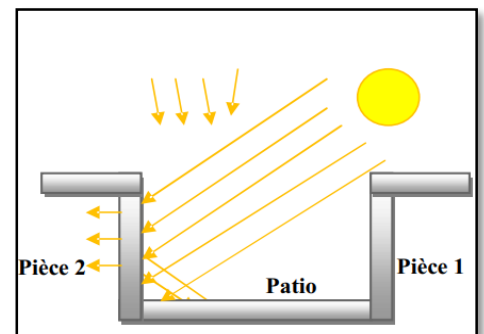


Figure 23: Patio
« Baulfani, Le patio et ses aspects environnementaux, Beskra2010 »

⁴⁴Paul Gut et Dieter Ackerknecht, climate responsive building, 1^{er} édition, 7/6/2018.

⁴⁵ Paul Gut et Dieter Ackerknecht, climate responsive building, 1^{er} édition, 7/6/2018.

⁴⁶ Claude-Alain Roulet Éco-confort: pour une maison saine et à basse consommation d'énergie, 1^{ère} édition, 23 mai 2012.

- **systèmes de distribution lumineuse** : comme il y a des dispositifs de pénétration lumineuse, on a aussi des systèmes de distribution tels que :

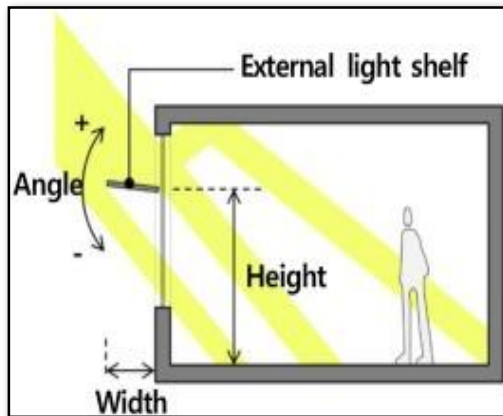


Figure 27: le réflecteur "light shelf" « www.sciencedirect.com »,4/6/2019,1 :13pm

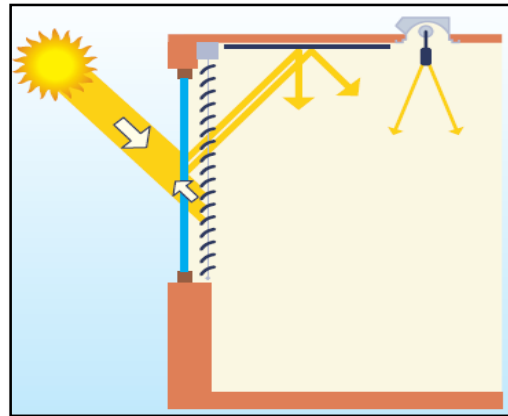


Figure 26:Store réfléchissante« Alain Liébard, André de Harde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Paris, 5^e édition»

- b. Confort thermique** : consiste à n'avoir ni trop chaud, ni trop froid.

- **Stratégies thermiques** :⁴⁷

- **Stratégie du chaud (le Confort d'hiver)**:

Favoriser les apports de chaleur gratuits et diminuer les pertes thermiques, tout en permettant un renouvellement d'air suffisant.

On distingue quatre étapes : Capter, stocker, conserver, distribuer.

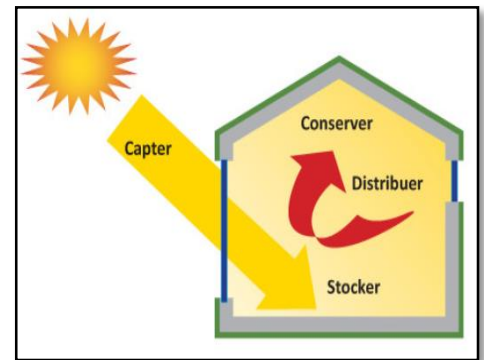


Figure 28:La stratégie du chaud «belblock.be»,11/04/2019,8:05pm

- **Stratégie du froid (Confort d'été)** :

Minimiser les apports internes de chaleur et d'éviter les apports externes .

- **Stratégie de la ventilation naturelle** :

La ventilation naturelle est provoquée par une différence de température ou de pression entre les façades d'un bâtiment, elle permet d'évacuer des locaux les apports de chaleur interne et les apports solaire.⁴⁸

Les types de système de ventilation naturelle

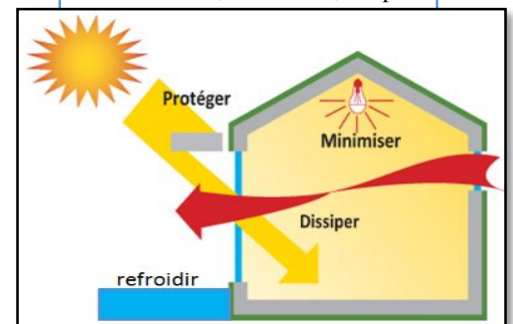


Figure 29:Stratégie du froid «belblock.be»,11/04/2019,8:05pm

⁴⁷ Alain Liébard, André de Harde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, Paris, 5^e édition.

⁴⁸ IDEM46

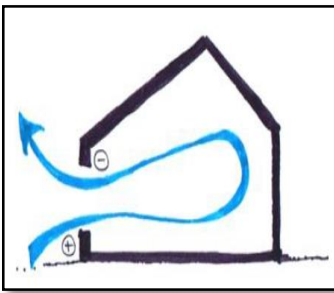


Figure 32: ventilation par simple exposition« La ventilation naturelle : TRIBU // 25 Novembre 2013»

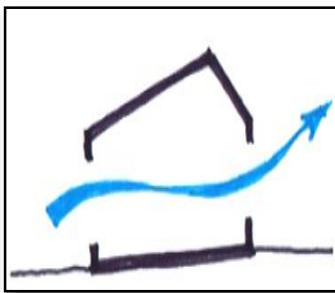


Figure 30: Ventilation traversant poussé par le vent« La ventilation naturelle : TRIBU // 25 Novembre 2013»

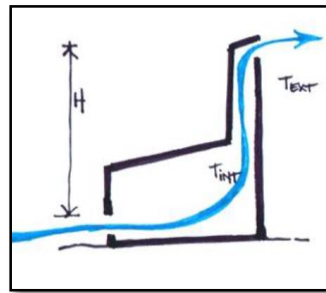


Figure 33: Ventilation par tirage thermique.« La ventilation naturelle : TRIBU // 25 Novembre 2013»



Figure 31: ventilation par le couplage de deux phénomènes « La ventilation naturelle : TRIBU // 25 Novembre 2013»

- **Dispositifs utilisés dans les établissements scolaire « zone chaude et aride »:** Pour assurer le confort thermique, on doit utiliser des dispositifs qui nous permet de diminuer la température de l'espace, permet les dispositifs qui on peut utiliser au niveau les écoles :

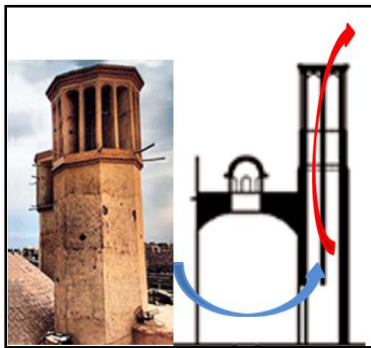


Figure 36: La tour à vent, Iran « paleoenergetic.org »,11/04/2019, 8 :40pm

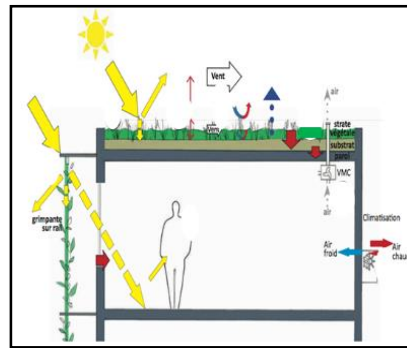


Figure 35: Toit et Façade végétalisée « bioclimhouse.com »,11/04/2019, 8 :46pm

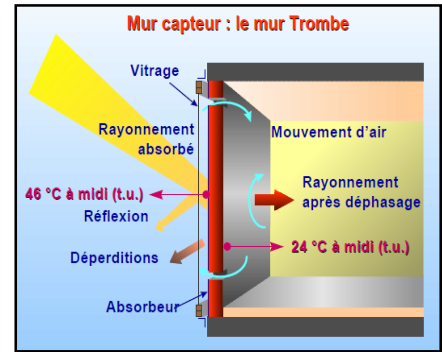


Figure 34: Mur trombe« Alain liébard, André de harde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, paris ,5édition»

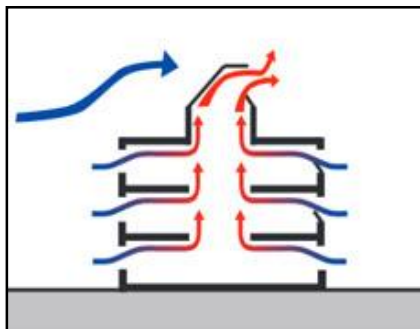


Figure 38: Atrium «Site : vent.co.uk»,11/04/2019,9 :07pm

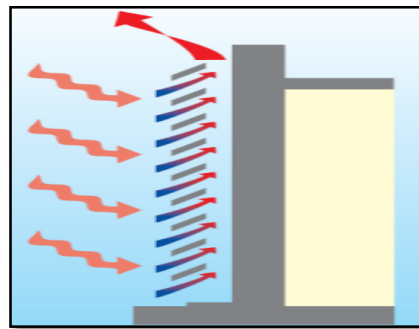


Figure 37: Pare-soleil« Alain liébard, André de harde, traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique, paris ,5édition»

- c. **Confort acoustique :** doit offrir un espace pas trop bruyant et dans lequel les sont utiles son clairement audibles.
 - Les qualités acoustiques d'un bâtiment doivent être prises en considération dès les premières esquisses: ⁴⁹

⁴⁹ Warnock, Introduction à l'acoustique du bâtiment, ÉDITION 2012, Saint-Gobain

- **Implantation dans la parcelle** : S'éloigner au maximum de la source de bruit.
 - **Orientation des façades** : S'orienter au mieux par rapport à la source.
 - **Forme** : la compacité moins performante au niveau acoustique, donc: zonage.
 - **Protection** : Se protéger de la source par l'interposition et par l'aménagement habile du terrain.
 - **Organisation interne des espaces** : éloigner les pièces sensibles des zones bruyantes (en fonction de bruits extérieurs et intérieurs).
 - **Isolation** : Isoler, soit la source, soit le bâtiment.
- d. Confort olfactif** : C'est la perception individuelle de la qualité de l'air dans un environnement.
- limiter la diffusion de l'odeur à la source même.
 - Disposer un système de ventilation d'introduire suffisamment d'air frais de l'extérieur et l'évacuation d'air vicié.
 - La propagation des bonnes odeurs par la végétation. ⁵⁰

II.3.6 Énergies renouvelables:

Une énergie est dite renouvelable lorsqu'elle est produite par une source que la nature renouvelle en permanence, contrairement à une énergie dépendant de sources qui s'épuisent. Les énergies renouvelables sont très diverses. Parmi les énergies renouvelables le plus utilisables au niveau des écoles, on distingue:⁵¹

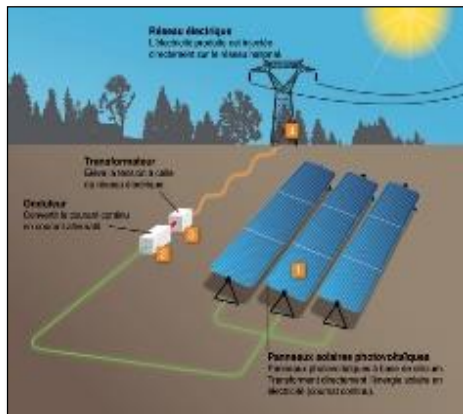


Figure 41: production énergie solaire
« engie.com »15/04/2019,12 :22pm



Figure 40:Arber à vent
« vivredemain.fr »15/04/2019,6 :01pm

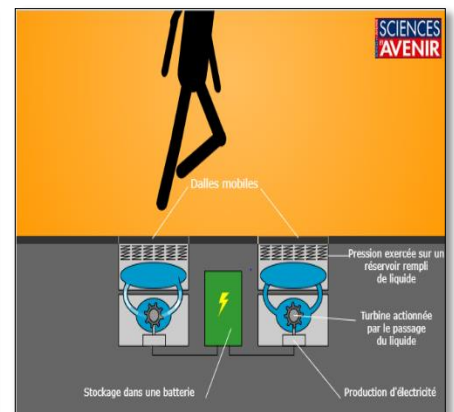


Figure 39: couloir produit l'électricité
« sciencesetavenir.fr »15/5/2019

L'énergie solaire : est produite sous deux formes : le solaire photovoltaïque qui transforme le rayonnement lumineux du soleil en électricité grâce à des panneaux formés de cellules de semi-conducteurs et le solaire thermique qui capte la chaleur du soleil, qu'on utilise comme telle ou bien qu'on transforme en énergie mécanique, puis en électricité.⁵²

L'éolien : L'énergie éolienne est l'énergie cinétique des masses d'air en mouvement autour du globe.⁵³

L'énergie cinétique : Energie liée au mouvement d'un corps ⁵⁴

⁵⁰ Claude-Alain Roulet Éco-confort: pour une maison saine et à basse consommation d'énergie, 1 édition, 23 mai 2012.

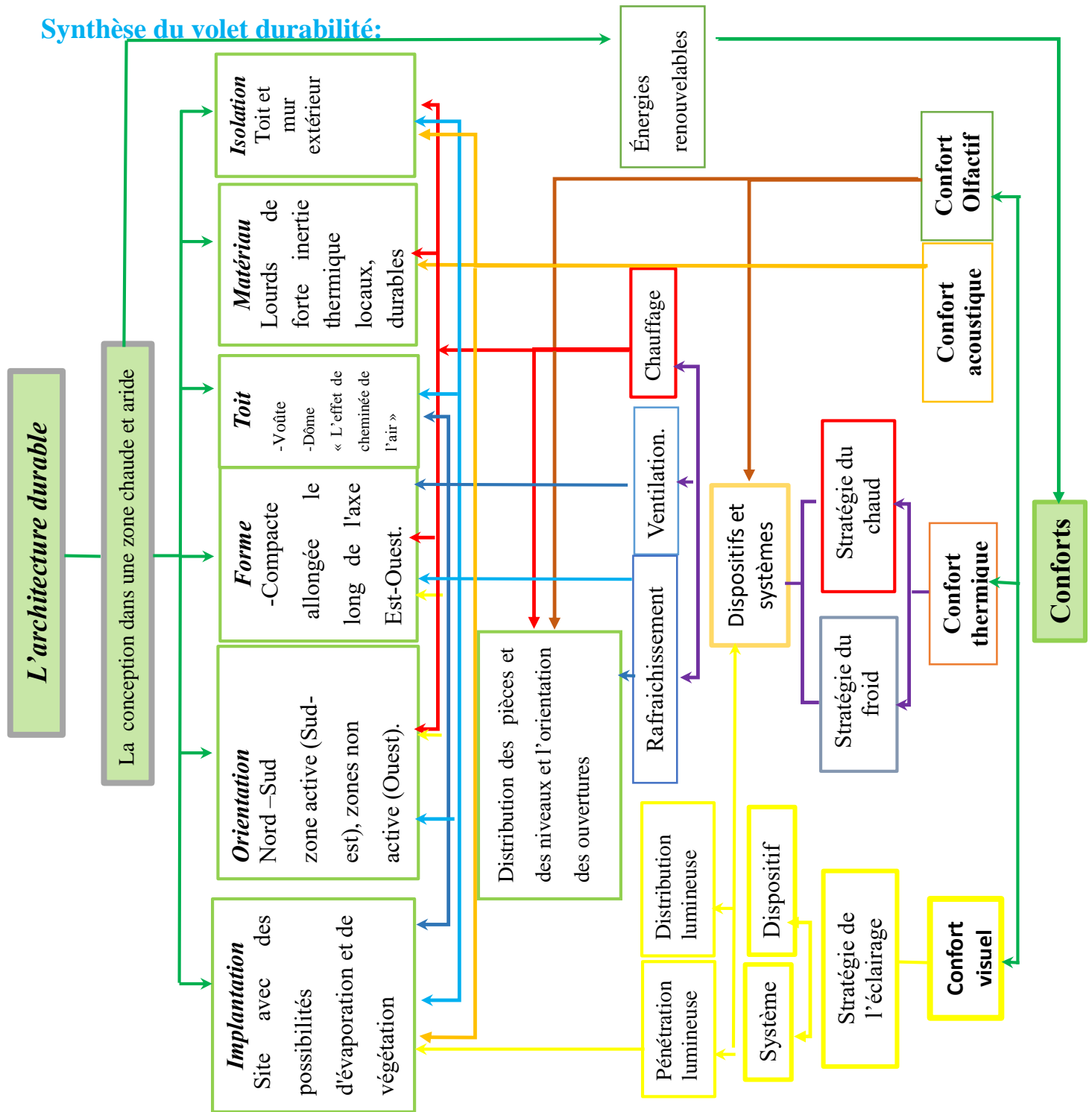
⁵¹ Site : www.planete-energies.com,24/6/2019,9:35pm

⁵² Idem51

⁵³ Idem51

⁵⁴ Idem51

Synthèse du volet durabilité:



Synthèse du Chapitre:

Dans ce chapitre nous avons abordé le thème de l'éducation, les établissements scolaires dans le monde et en Algérie et leur rôle dans le développement de l'individu et la société.

Aussi, on a touché le thème des enfants trisomiques et leurs éducations et les aspects liés à l'architecture durable. Ce chapitre nous a permis de prendre une vision détaillée sur le projet qu'on va concevoir.

III. Chapitre

Analytique

Introduction :

Ce chapitre, traite des informations relatives à plusieurs exemples liés au thème pour mieux comprendre Le fonctionnement des écoles primaires, et les principes de l'architecture durable aux niveaux des établissements scolaires situés dans des zones caractérisées par des climats chauds et aride ou semi-aride .

III.1 Critères du choix d'exemples :

	Le programme	Durabilité	Le climat
Ecole de trèfles proche de ring, de Bruxelles, à Anderlecht	Similaire en termes de vocation	On peut s'inspirer de l'aspect durable	/
Ecole syndrome de down El khobar, KSA	Ecole spécialisé	On peut s'inspirer de l'aspect durable	Climat chaud et aride
Ecole à zéro énergie Los Angeles, CA, United states	Similaire en termes de vocation	On peut s'inspirer de l'aspect durable	Climat chaud et semi-aride

III.2 Analyse des exemples

	Ecole de trèfles	Ecole syndrome de down	Ecole à zéro énergie
	 <p>Figure 42:Ecole du trèfle « ecobuild.brussel » 10/10/2018,6 :47pm</p>	 <p>Figure 43: école de syndrome de down « archhello.com,10/10/2018,7 :00pm</p>	 <p>Figure 44:école à zero energie “cargocollective.co,4/6/2019,6:53pm</p>
Fiche technique du projet	<ul style="list-style-type: none"> -Bureau d'étude : Artère. -Localisation: proche de ring de Bruxelles, à Anderlecht. -Année : 2012. -Superficie: 9.100m². -Accueillir jusqu'à 750enfants -Aurait le prix Batex «bâtiment exemplaire » décerné par la Région du Bruxelles. -Gabarit : R+1 et sous-sol 	<ul style="list-style-type: none"> - Bureau d'étude : Omran - localisation: Al Khobar-KSA - Ouverture de chantier : 2016. -Année d'achèvement : au cours de réalisation -Superficie: 15.000m². -Surface bâti: 7000m². -conçu pour fournir un environnement durable et sain aux enfants atteints de syndrome de down. -Gabarit : R.D.C 	<ul style="list-style-type: none"> -Architecte : Gloria Dongeon Lee. -Localisation: Los Angeles, CA, États-Unis. -Année de construction : 2013 -Superficie: 2935 m². -Accueillir jusqu'à 500 enfants. -Gabarit :R+1

Plan de situation



Figure 45: plan de situation école trèfle « Google earth »

- Située en milieu urbain ,quartier durable.
- Entourée par des zones résidentielles.
- limitée par des voies principales et voies de transport en commun.



Figure 46: plan de situation Almuhaidib « Google earth »

- se situe dans un milieu urbain.
- Entourée par des zones résidentielles.
- implantée à proximité d'une voie à un flux important.



Figure 47: plan de situation école zéro énergie « Google earth »

- Se situe dans un milieu urbain.
- Implantée à proximité d'un établissement d'enseignement
- Entourée par des zones résidentielles.

Plan de masse

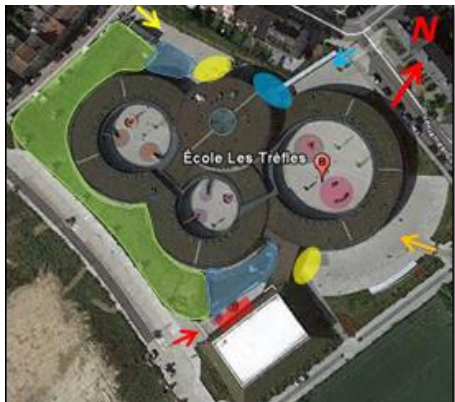


Figure 48: plan de masse école trèfle « Google earth »

- L'école est tout entourée par une clôture de 1.2m pour la sécurité.
- Accessibilité facile pour tout les usagers.
- forme circulaire inspirée du trèfle. « forme compacte »
- L'école occupe 2/3 de la parcelle.
- implantation des bassins
- Enveloppe

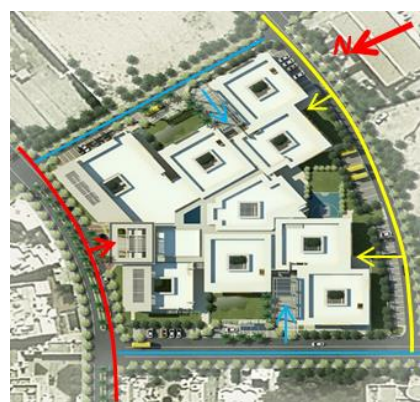


Figure 49: plan de masse école Almuhaidib « archhello.com », 10/10/2018, 7 :00pm

- Entourée d'une clôture en béton et acier, avec une enceinte verte Pour la sécurité, minimiser bruit et l'effet du vent.
- Facile d'accès.
- Forme compacte pour diminuer les déperditions thermiques.

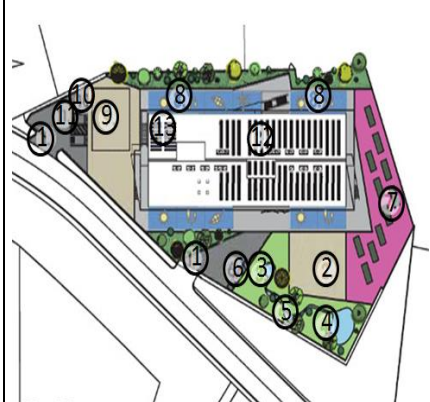


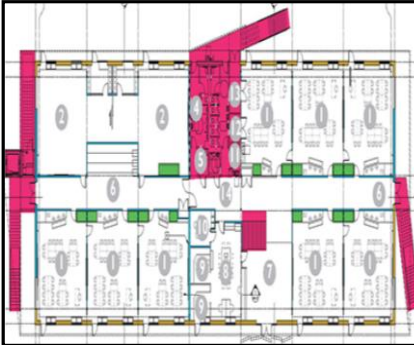





Figure 50: plan de masse école à zéro énergie « cargocollective.co, 4/6/2019, 6:53 »

- Entourée d'une clôture.
- facile à accessible par les trois voies.
- forme rectangulaire compacte.
- Implantation des panneaux photovoltaïques, chauffe-eau solaire et des jardins comestibles.

Les plans «R.D.C »	Plan /typologie	 <p>Figure 51: plan R.D.C de trèfle « ecobuild.brussel » 10/10/2018,6 :47pm</p> <ul style="list-style-type: none"> -Se compose de quatre cercles. - les trois grands cercles hébergent les salles des classes -Dans le petit cercle l'entrée principale et l'hébergement. -24 classes élémentaires et 12 maternelles. -Typologie=> cour centrale 	 <p>Figure 52: plan R.D.C Almuhaïdib « www.archhello.com,10/10/2018,7:00pm</p> <ul style="list-style-type: none"> -C'est un groupe scolaire . « primaire, CEM, lycée» -Organisation presque symétrique, partie gauche pour les filles, droite pour les garçons. -Les masses sont regroupées autour d'un espace partagé central. -chaque bloc se compose de : ateliers, salle psychologue, orthophoniste 	 <p>Figure 53: plan R.D.C école à zéro énergie « cargocollective.co,4/6/2019,6:5pm</p> <ul style="list-style-type: none"> -Organisation symétrique, salles de classes de part et d'autre. -16 salles de classe et 2 classes flexibles. -Typologie=>rue intérieure
	Fonc	<ul style="list-style-type: none"> -Espace privé autour d'une cour commune=>Point centrale. 	<ul style="list-style-type: none"> -espaces privés autour de la cour centrale. 	<ul style="list-style-type: none"> -Espaces communs sous forme d'un corridor linéaire.
	Circulation/lisibilité et simplicité	 <p>Figure 54: plan circulation de trèfle au niveau de R.D.C « ecobuild.brussel » 10/10/2018,6 :47pm</p> <ul style="list-style-type: none"> -Espace commun => point de distribution. -Espace de circulation qui permet une vision d'ensemble du bâtiment. -lisibilité=> possible de comprendre la disposition des fonctions facilement. -simplicité=>Répétition de la forme circulaire. 	 <p>Figure 55: plan circulation Almuhaïdib « www.archhello.com », 10/10/2018,7:00pm</p> <ul style="list-style-type: none"> -Espace commun => point de distribution. -Espace de circulation qui permet une vision d'ensemble du bâtiment. - lisibilité=>possible de comprendre la disposition des fonctions facilement. - simplicité=>Répétition de la forme Carré. 	 <p>Figure 57: plan circulation, école zéro énergie « cargocollective.co,4/6/2019,6:5pm</p> <ul style="list-style-type: none"> -circulation par le corridor centrale, l'entrée au centre. -lisibilité=> pas aussi claire que dans les deux autres projets, impossibilité d'avoir une vue d'ensemble. -Simplicité=>corridor linéaire.

Plan étage



Figure 58:plan 1 er étage de trèfles d'école« ecobuild.brussel »
10/10/2018,6 :47pm

-1étage est un étage administratif, avec quelques classes.
- Sous –sol est occupé pour la cuisine et ses locaux.

L'école de syndrome de down se compose d'un seul niveau.

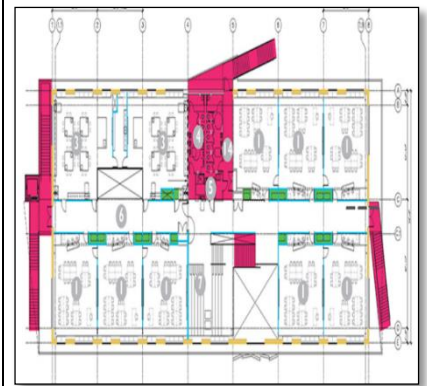


Figure 59: plan 1er étage d'école de zéro énergie“cargocollective.co,4/6/2019,6:5p

-Le premier étage est tout occupé par les salles des classes.
-Meme principe d'organisation que le R.D.C.

Matériaux



Figure 61:extérieur de trèfle « ecobuild.brussel »,10/10/2018,6 :47pm



Figure 60:la dalle d'école en plastique recyclé « ecobuild.brussel »,10/10/2018,6 :47pm »

Panneaux en laine de roche ,caoutchouc Nike 100% recyclé ,plastique recyclé,béton ,triple vitrage.



Figure 62:école Almuhaïdib « www.archhello.com,10/10/2018,7:00pm

-verre traité,bloc de béton, Granit en intérieur,
-utilisation des matériaux locaux.



Figure 63:école à zéro énergie “cargocollective.co,4/6/2019,6:5pm

Acier,béton, double vitrage ,ciment à carbone négative, Matériaux à changement de phase.



Figure 64: Façade de trèfle
« ecobuild.brussel », 10/10/2018, 6 :47pm

- Forme ronde.
- une partie de la façade est très élevée pour marquer l'entrée.
- Utilisation des panneaux colorés.
- dégradation de couleur pour attirer l'œil et renforcer la forme circulaire de l'école.
- utilisation d'un rythme précis.



Figure 65: Façade postérieure école trèfle « ecobuild.brussel », 10/10/2019, 6 :47pm

- des fenêtres en triple vitrages avec des stores automatiques, qui fonctionnent en fonction de la température de l'espace intérieur



Figure 66: Façade Almuhaïdib
« archeholle.com », 10/10/2018, 7:00pm

- Approche moderne dans le style de construction.
- façade vitrée « verre traité ».
- auvent soutenu par des colonnes pour marquer l'entrée.
- utilisation d'un traitement au niveau de l'auvent pour laisser



Figure 67: Façade postérieure Almuhaïdib « archeholle.com », 10/10/2018, 7:00pm

- pénétrer la lumière
- l'Architecte a suivi un seul rythme pour équilibrer le plein et le vide.
- utilisation des brises soleil



Figure 68: Façade école à zéro énergie
« cargocollective.co » 4/6/2019, 6 :50pm

- Forme rectangulaire transparente.
- Façade double peau.
- des panneaux perforés en acier.
- les panneaux travaillent comme des protections solaires.
- des potagers verticaux entre les deux peaux.
- C'est une école prototype préfabrique, il s'intègre dans plusieurs sites, seulement on doit orienté. la couleur de façade change selon le site.

Dispositif/Stratégie

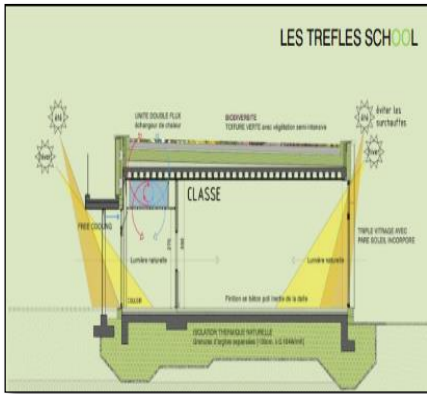


Figure 70:stratégies au niveau de salle de classe « ecobuild.brussel»,10/10/2019 ,6 :4 7pm

- Toiture végétalisée semi intensive,ventilation natural et mécanique,ventilation nocturne, éclairage naturelle.



Figure 69:puits de lumière, école de trèfle « ecobuild.brussel»,10/10/2019,6 :6 : 47pm

- Puits de lumiere.
- Récupération des eaux de pluie.



Figure 71:Dispositive utilisé dans l'école Almuhaïdib « www.archello.com »10/10/20 18,7 :00pm

- Création des patios, pour la lumiere et la ventilation
- des auvent et arbres pour controler la lumiere.

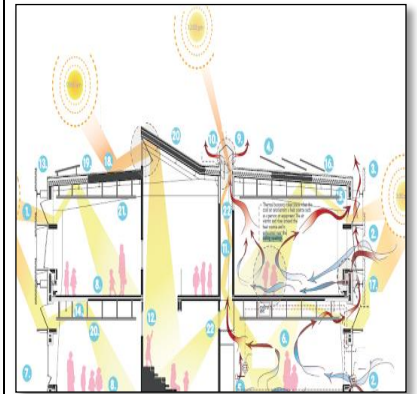


Figure 72: stratégies en école de zéro énergie « cargocollective.com » 4/6/2019,6 :50pm

- Ventilation natural par l'effet de cheminée.
- Utilisation de puits de lumiere pour eclaireage naturel.
- des reflecture et brise de soleil
- Façade double peaux.

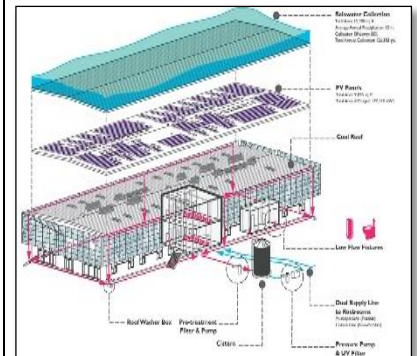


Figure 73:gestion d'eau de pluie « ecocollective.com »,4/6/2019,6 :50pm

- Utilisation un système de gestion d'eaux.
- Panneaux photovoltaique pour la production d'énergie.

III.3 Synthèse du chapitre:

Après l'analyse des exemples on a conclu que le projet d'une école primaire doit prendre en charge :

Situation et accessibilité	<ul style="list-style-type: none"> -Doit être implanté dans les zones résidentielles. -Accessibilité facile et rapide. -Plusieurs accès selon les usagers.
Plan de masse	<ul style="list-style-type: none"> -Doit être orienté selon l'axe est-ouest pour exploiter la lumière naturelle et faciliter la protection au sud. -Doit être clôturé. -Occupation d'une partie du site pour le bâti et l'autre réservé pour les espaces verts, espace de jeuxetc. -Les espaces extérieurs sont des espaces complémentaires au projet. -Circulation mécanique limitée et localisée en périphérie du projet. -Circulation piétonne libre. -Utilisation de la végétation et des points d'eaux pour créer un micro climat.
Organisation des espaces intérieurs	<ul style="list-style-type: none"> -Distribution simple et clair « éviter le système de labyrinthe ». -Organisation centrale. -Organiser les espaces selon leur orientation favorable. -Hiérarchisation des espaces « calme - bruit, public –privé »
Façade	<ul style="list-style-type: none"> -Façade attractive, rappelle l'utilisateur enfant. -Forme fluide. -Entrée marquée. -Jeux de couleurs et de volumes.
Dispositif/système	<ul style="list-style-type: none"> -Comme dispositif: puits de lumière, patio, toiture végétalisée, façade double peaux. -Comme système : ventilation naturelle, nocturne, mécanique
Optimisation énergétique	<ul style="list-style-type: none"> -Utilisation des sources d'énergie renouvelable ex : panneaux photovoltaïques.
Matériaux	<ul style="list-style-type: none"> -Utilisation des matériaux locaux, durables et écologiques. -Utilisation des matériaux recyclés non polluants. -Les couleurs de revêtement influent sur la qualité de la lumière.

IV. Chapitre

Contextuel

Introduction:

La connaissance du contexte de la ville dans laquelle s'intégrera le projet facilite les opérations apportées à l'échelle d'une conception architecturale. Dans ce chapitre on va présenter les potentialités et les données climatiques de la ville de Laghouat et les différentes caractéristiques du site proposé et ce dans le but de faire le bon choix des stratégies conceptuelles et énergétiques à adapter suivants les caractéristiques et les particularités du climat.

La bonne intégration du projet au site est le fruit d'une bonne maîtrise des différentes caractéristiques : bâtiments et voies avoisinantes, la topographie et les végétations.

IV.1 Situation géographique :

Laghouat est située à 400 km du sud d'Alger au piémont de l'atlas saharien du côté nord sur les bords de l'oued M'zi , constituant la liaison entre le nord et le sud du pays, elle est considérée comme la porte du Sahara.⁵⁵

Fiche technique de la ville :⁵⁶

Altitude : 760 m

Latitude : 33 ° 46 ° N

Longitude : 2° 56 ° E

Pente : de 0 à 3 %.

Superficie : 25 052 km²

Population : 650 644 habitants

Densité : 25.97 Hab. /Km²



Figure 74: Situation géographique de la ville de Laghouat. « Monographie de la wilaya de Laghouat, 2017»

IV.2 Situation administrative :⁵⁷

La commune de Laghouat est limitée :

- Au Nord : par Sidi Makhloof
- Au Nord-Ouest : par la commune de Tadjmout.
- Au Sud-Ouest : par la commune d'El Kheng.
- A l'est : par la commune d'El Assafia.
- Au sud est : par la commune de Ben Nacer- Ben Chohra.

IV.3 Les phases de développement de la ville :⁵⁸

La ville de Laghouat a connu plusieurs phases de développements urbains.

- La 1ère phase : l'ancienne ville.
- La 2ème phase : le dédoublement de la ville vers le côté Sud limité par l'axe structurant RN01.
- La 3ème phase: l'extension vers l'oasis Nord (lotissements) .

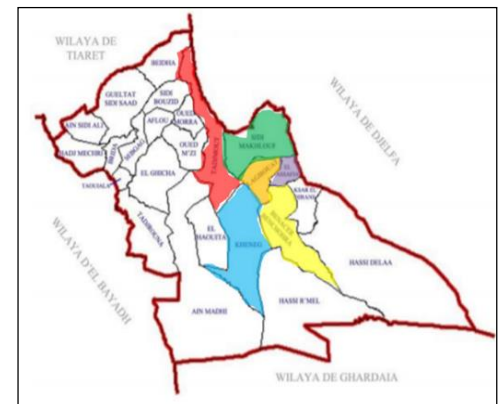


Figure 75: Carte administrative de la wilaya de Laghouat « Monographie de la wilaya de Laghouat »

⁵⁵ La monographie de la wilaya de Laghouat, Edition 2017.

⁵⁶ IDEM1

⁵⁷ IDEM1

⁵⁸ site d'internet:rouighibachir.over-blog.com,2/5/2019,10:36am

- La 4eme phase : l'extension vers l'Ouest et l'apparition des nouveaux lotissements tels que WEAM.
- La 5eme phase : la ville est en pleine croissance sur le côté sud -ouest (vers El Khneg) et l'apparition des lotissements sur le côté Nord .

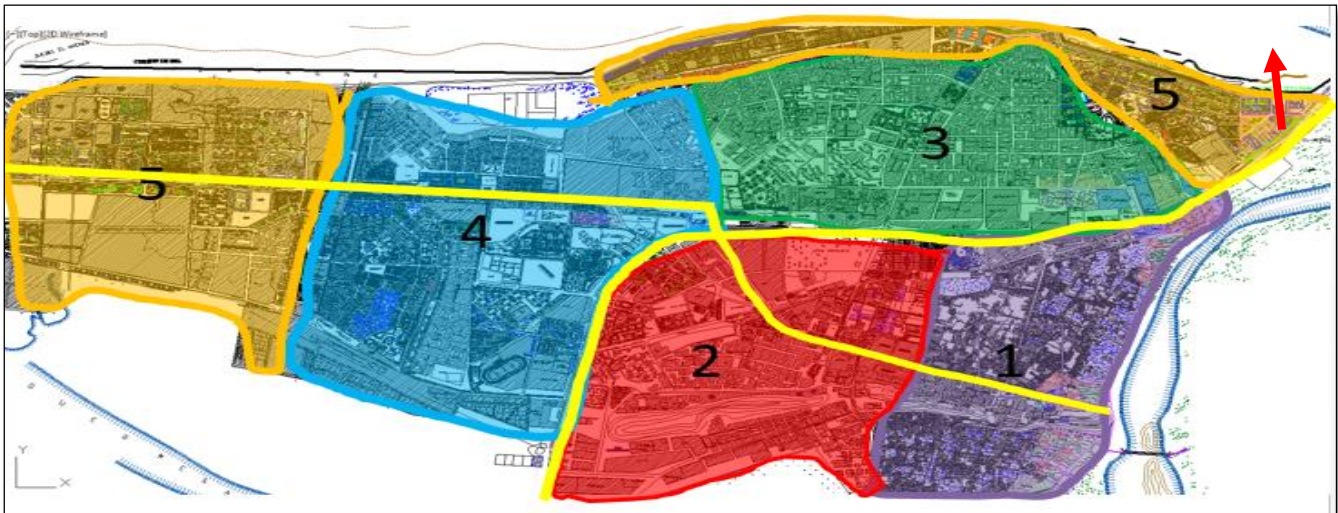


Figure 76: Synthèse de développement urbain de la ville
Source : « PDAU de la ville de Laghouat », traité par auteurs

IV.4 Les Equipements éducatifs existants dans la ville :

Selon la monographie de la ville de Laghouat 2017, la ville de Laghouat dispose de 66 écoles primaires, 23 CEM et 13 lycées. «La figure 4 montre quelque établissements scolaires de la ville »

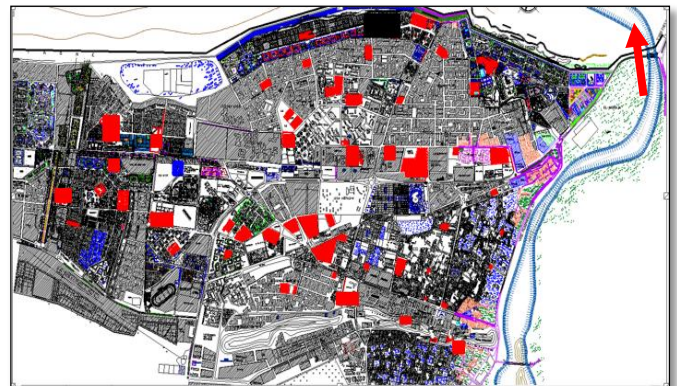


Figure 77: Les établissements scolaires à Laghouat
Source : « PDAU de la ville de Laghouat », traité par auteur.

IV.5 Analyse climatique:

Le territoire algérien se caractérise par 4 types de zone climatique (A, B, C, D), Laghouat est situé dans la zone D appelée zone pré Sahara et Sahara.

La zone D se caractérise par un climat semi-aride, froid en hiver et chaud et sec en été.⁵⁹

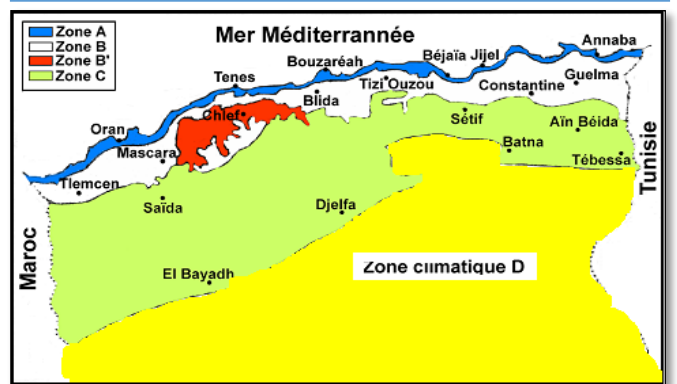


Figure 78: La carte des zones climatique de l'Algérie
Source: «www. Men-Algeria .org »

⁵⁹ B.Belgaid, Zone climatique de l'Algérie compile, département d'architecture de Batna

IV.5.1 Température :

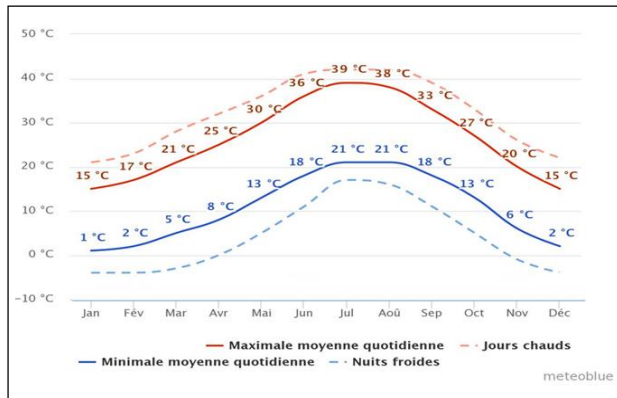


Figure 80: températures minimales et maximales quotidiennes de la ville de Laghouat
« Source : meteoblue.com »2/5/2019,11 :35am.

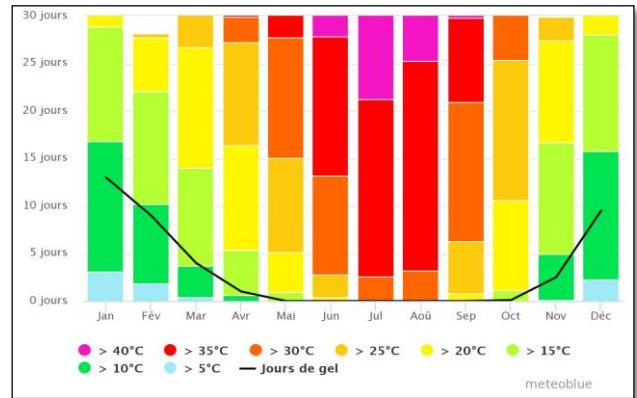


Figure 79: températures maximales de la ville de Laghouat pendant toute l'année
« Source : meteoblue.com »2/5/2019,11 :35am.

- La région se caractérise par une température moyenne maximale quotidienne pouvant atteindre jusqu'à 39 ° C en période estivale, en hiver la température moyenne minimale quotidienne descend jusqu'à 1 ° C.

IV.5.2 Vents :

Les vents dominants à Laghouat soufflent du Nord - Ouest, mais aux changements de saisons, la fréquence du vent est tout aussi importante du sud et du sud-ouest. Il y a très peu de vent Sud –Est et presque pas au Nord-Est.

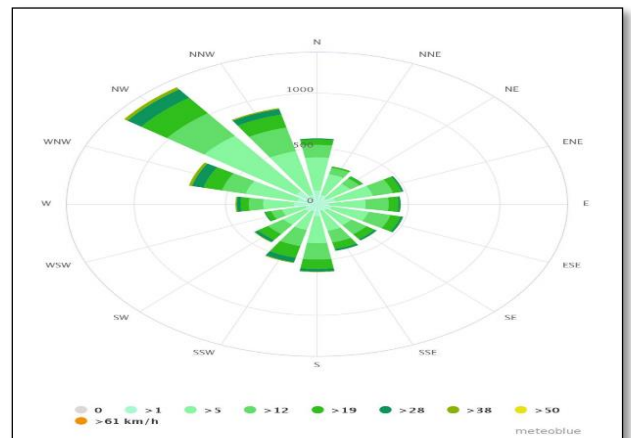


Figure 81: La rose du vent de la ville de Laghouat
Source : meteoblue.com »2/5/2019,11 :35am

IV.5.3 Type de ciel :

La zone se caractérise par des jours ensoleillés pendant presque toute l'année et d'autres partiellement nuageux moins fréquent , Cependant, les jours nuageux et les jours de précipitations sont rares.

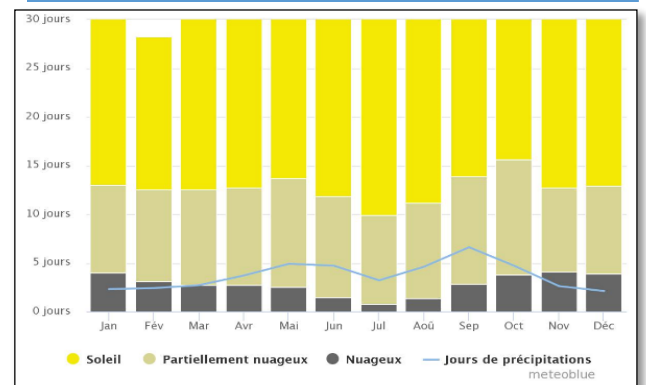


Figure 82 : Histogramme de type de ciel
Source : meteoblue.com »2/5/2019,11 :35am

IV.5.4 Pluviométrie et humidité relative :

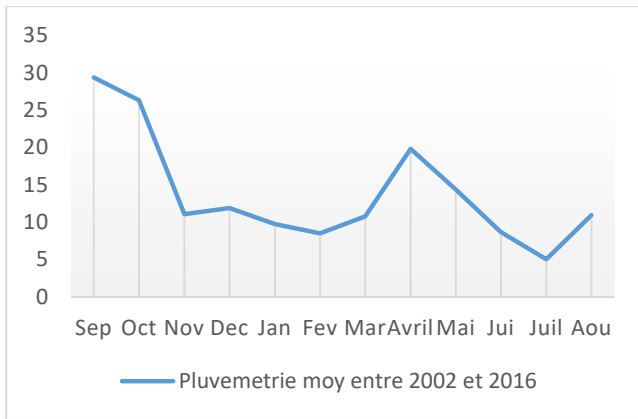


Figure 84: diagramme de pluviométrie moyen entre 2002-2016
Source « monographie de Laghouat 2017, traiter par auteur »

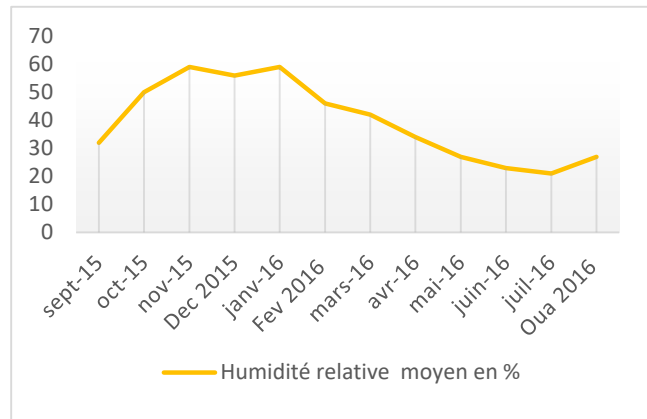


Figure 83: diagramme d'humidité relative
Source « monographie de Laghouat 2017, traiter par auteur »

Généralement, les précipitations dans la ville de Laghouat sont variables et faibles. Le taux de précipitation augmente en mois de septembre avec 29 mm et Avril avec 20 mm, en revanche, en juin et juillet, les précipitations sont rares à presque nulles.

Au mois de novembre et Janvier, on enregistre les taux d'humidité relative les plus élevés (59%), et le plus bas (21%) pendant le mois de juillet.

IV.5.5 Diagramme Psychométrique :

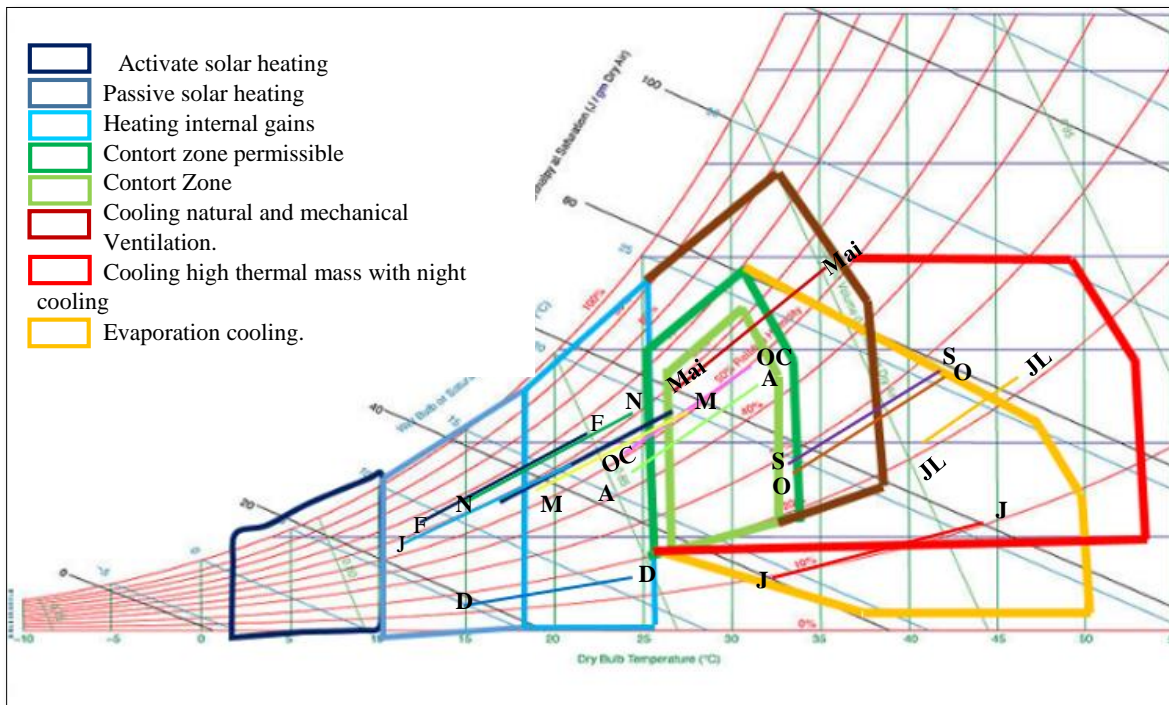


Figure 85:Diagramme psychométrique
Source : « Auteurs»

Le diagramme psychométrique de givoni détermine les besoins du confort thermique afin d'établir des solutions adéquates pour rattraper les conditions de confort établis au préalable. Selon le diagramme de givoni on distingue cinq périodes :

- janvier, février et décembre on a besoin d'un chauffage solaire passif.
- Mars et novembre on a besoin d'inertie thermique du bâtiment.
- Avril, mai et octobre situé dans les zones de confort avec la nécessité d'une ventilation pour le mois mai.
- Juin et septembre on a besoin d'une grande masse thermique.
- Juillet, Août les plus chauds, on a besoins d'une ventilation interne. On a aussi besoin d'humidification durant tous les mois de l'année.

IV.6 Analyse du site:

IV.6.1 Motivation du choix du site :

-le choix du terrain est un élément important pour la réussite du projet, pour cela on a pris en considération quelques critères :

- terrain réservé à un projet éducatif (d'après les orientations du pos)

- La disponibilité de terrain .
- La présence de plusieurs voies mécaniques qui facilitent l'accessibilité .
- La présence des bâtiments résidentiels .
- Sa situation dans la nouvelle extension de la ville hors des zones de nuisances.
- La disposition du site permet l'extension du projet au future .

IV.6.2 Situation :

Le site se situe dans la partie sud-ouest de la ville de Laghouat dans un milieu urbain et dans la nouvelle extension de la ville .



Figure 87: situation du site d'intervention
Source « Google earth »



Figure 86: situation du site par rapport la ville de Laghouat
Source « Google earth »

IV.6.3 Accessibilité:

Le site possède une accessibilité facile de tous les cotés assurée par :



Figure 89: double voie mécanique
Source: « auteurs »

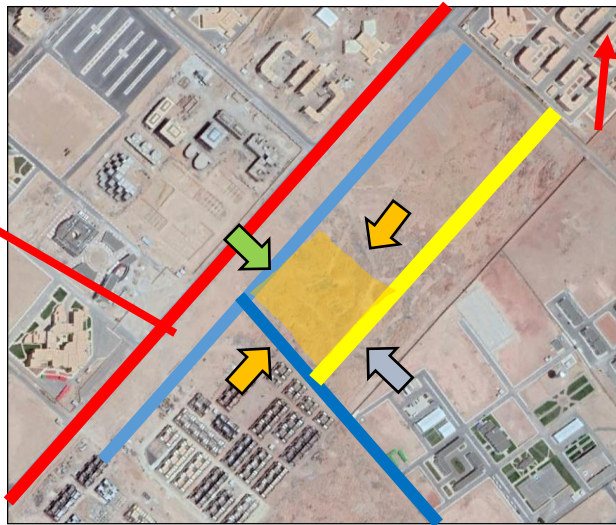


Figure 88: schéma montre l'accessibilité et le flux du site
source : « Google earth traité par auteurs »

Système routières :

- Voie principale.
- Voie secondaire.
- Voie tertiaire.

Flux :

- ➔ Flux important.
- ➔ Flux moyen.
- ➔ Flux faible.

IV.6.4 Environnement immédiat du site et gabarit



Figure 93: le pôle universitaire
Source: « auteurs »



Figure 90: la cité militaire
Source: « auteurs »



Figure 91: logement LPP
Source: « auteurs »



Figure 92: voisinage et les limites de site
Source : « PDAU de Laghouat, traité par auteurs »

La légende :

- Pôle universitaire
- Habitat collectif 396 logements « LPP R+2 »
- Cité militaire
- Habitat collectif 160logments « R+3, Projeté »
- Habitat collectif 168 logements « R+3, Projeté ».
- Esplanade « Projeté ».
- Voie mécanique projeté.

IV.6.5 Morphologie du site :

- La forme du terrain : trapézoïdale
- La Surface : 18779.38 m²
- Altitude : 780m
- Etat du cadre bâti de voisinage : nouveaux cadre au cours de réalisation.



Figure 95: le site intervention
Source: « auteurs »

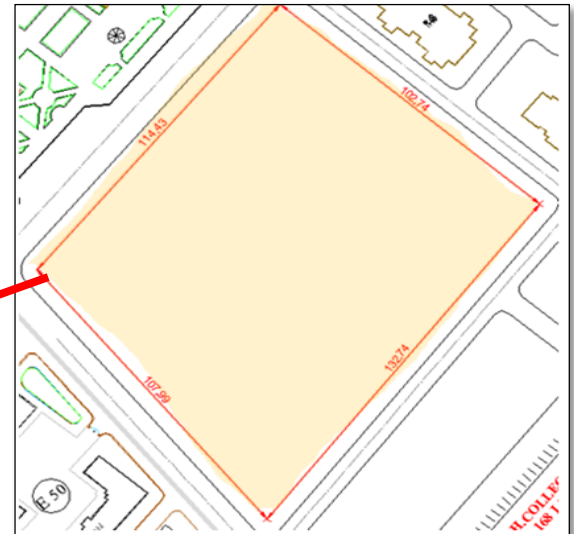


Figure 94: la forme du site
Source: « POS18 de la ville de Laghouat »



Figure 97: coupe longitudinale
Source : « Google earth »

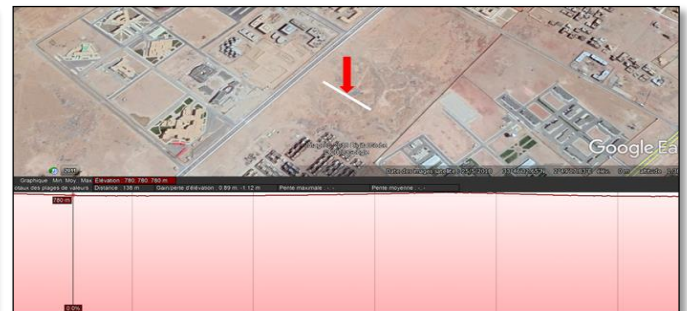


Figure 96: coupe transversale
Source : « Google earth »

-On constate que le terrain est plat « des pentes négligeables »

IV.6.6 Aspect climatique du site :

- **Ensoleillement :** D'après la simulation que se fait par sketchup, On note que :

Le site d'intervention est ensoleillé pendant les différentes heures de la journée et marque un bon ensoleillement pendant toutes l'année.

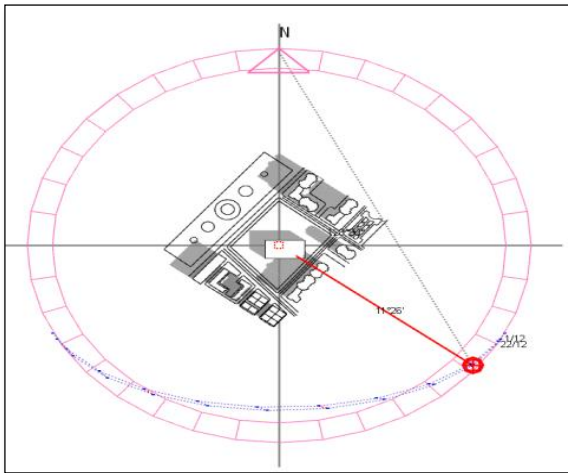


Figure 99: étude climatique, saison d'hiver
Source : « auteur »

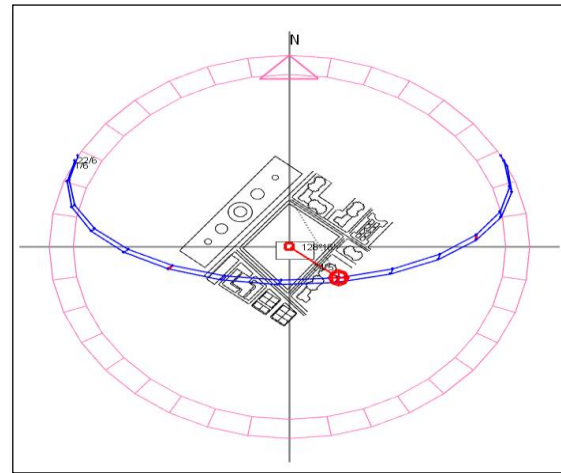


Figure 98: étude climatique, saison d'été
Source : « auteur »

• Vents :

D'après la simulation des vents qui se fait par Flow design ,on note que le site est totalement exposée au vents dans tous les cotés,mais avec une vitesse moyen grace aux batiments qu'il entoure.

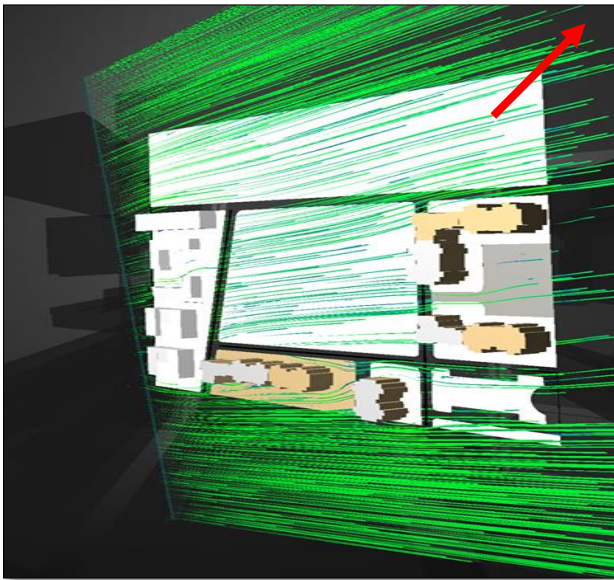


Figure 100:L'effet du vents sur le site.Source : « Auteurs»

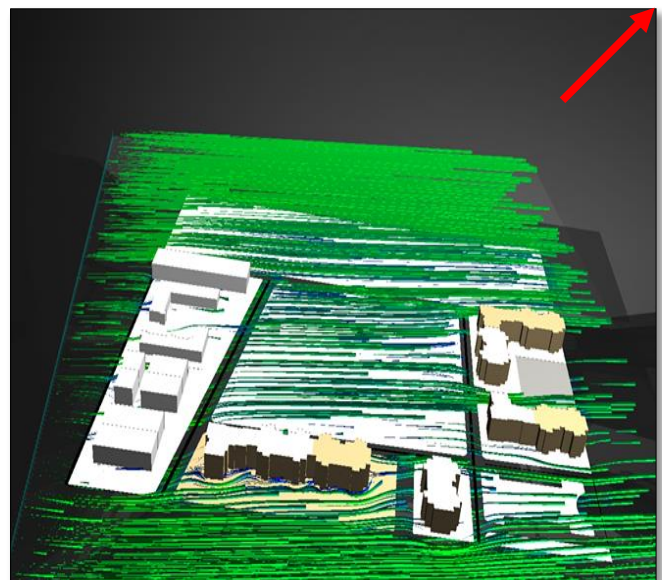


Figure 101:L'effet du vent sur le site.Source : « Auteur »

Synthèse:

D'après cette étude, on constate que :

	Atouts	Contraintes	solutions
Accessibilité	-Une bonne accessibilité par les quatre côtés.	-le risque de bruit et d'insécurité -Absence du transport en commun.	-implanter le projet au centre du site. -clôturer le projet pour assurer la sécurité des enfants.
Flux	-Flux important sur le côté Nord-Ouest.	-Flux faible sur le côté Nord-Est	- la variété des accès « accès piéton principal, accès mécanique... »

Les données climatiques

	Hiver	Été	Solutions
Les vents	- Le site est protégé contre les vents froids par Les montagne	-des vents chauds et des vents sable qui souffle du coté sud et sud-ouest.	- la trame verte-Blue.
Ensoleillement	- bien ensoleillé (ciel clair dominant)		-Implanter des panneaux photovoltaïques pour exploiter le gisement solaire. -Utiliser des couleurs claires
Précipitations	faibles	nulles	- Créer des espaces verts, des jets d'eaux, pour rafraichir l'air, baisser la température et créer un micro climat.
Température	Froid	Chaud et aride	- Forme compacte, enveloppe isolée, de forte inertie. - Adaptation d'un système de ventilation et d'évaporation.

V. Chapitre Programmatique

Introduction :

Ce chapitre a pour but de définir les objectifs du projet, son rôle et ses exigences, déterminer l'aspect quantitatif et qualitatif, et ce afin de collecter les différents éléments nécessaires à l'élaboration du projet et la garantie d'une bonne qualité conceptuelle et satisfaire les exigences de confort.

VI.1 Définition du projet :

C'est une école primaire durable inclusive des enfants atteints de trisomie 21 à la ville de Laghouat, elle s'adapte pour permettre aux enfants normaux et trisomiques d'apprendre ensemble dans des conditions optimales grâce à des solutions durables.⁶⁰

VI.2 Missions du projet :

- Prendre en charge les enfants normaux et enfants atteints de trisomie 21 « 3ans-5ans » ensemble, pour faciliter leur intégration dans la société.
- Inculquer le respect de la différence.
- Favoriser l'apprentissage environnemental.

VI.3 Objectif du projet :

- Aboutir à une école durable.
- Créer un environnement clair, simple pour un lieu confortable aux enfants.
- Sensibilisation environnementale.
- Améliorer les conditions d'apprentissage dans les zones chaudes et aride à partir des solutions durables.

VI.4 Activités et usagers :

D'après l'analyse des exemples, on a ressorti l'entité ayant l'activité mère d'une école durable et les entités secondaires, néanmoins, on propose d'autre activités secondaires qui visent l'enrichissement du programme:

	<i>Entité</i>	<i>Usagers</i>
<i>Principale</i>	Enseignement	-Enseignants, élèves.
<i>Secondaire</i>	-Accueil et administration -Médicale -Sport -Cantine scolaire -loisir -Logement de fonction	-Enseignants, surveillants, directeur, secrétariat, gestionnaire... - Médecin, dentiste, psychologue, orthophoniste, infirmier. -élèves, Enseignants -élèves, Enseignants - élèves -élèves, directeur
<i>Proposée</i>	-Formation écologique -Zone sensorielle -Salle de dance -salle de prière	-Élèves, Enseignants - élèves. - élèves. -élèves et enseignants.

VI.5 Programme Qualitatif :

Il consiste en 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).

VI.5.1 Maternelle : On s'est basée sur les activités mère

a. Salle de classe :

-Une classe doit pouvoir être aménagée librement par la maitresse qui peut y créer différents sous espaces. « jeux, activité manuelle, Peinture... ». schéma illisible

- les services afférents (espace accueil, vestiaires, toilettes, coin repos, local de matériel, salle de service doivent être à proximité.

- Les fenêtres doivent occuper 1/4 du mur de la salle et se situer à au moins 1m du sol.

-Doit orienter Nord-Sud.

- Eclairage naturel bilatéral à privilégier.

-La couleur des salles de classe doit être claire (blanche, rose, crème...)⁶¹

-**Eclairage** : 300lux⁶², **Température amb** : 21c⁶³, **Acoustique** : 55db⁶⁴, **Débit d'air frais** : min15 m³/h.⁶⁵

b. Salle de repos:

-Une ou des salles de repos ce sont des petits espaces ou salles adaptées à cet usage, et dotés d'aménagements adéquats et confortables.

-A titre indicatif : 2 m² par lit ou couchette.⁶⁶

Eclairage : 200lux⁶⁷, **Température amb** : 21c⁶⁸,

Acoustique : 50db⁶⁹, **Débit d'air frais** : min18m³/h.⁷⁰

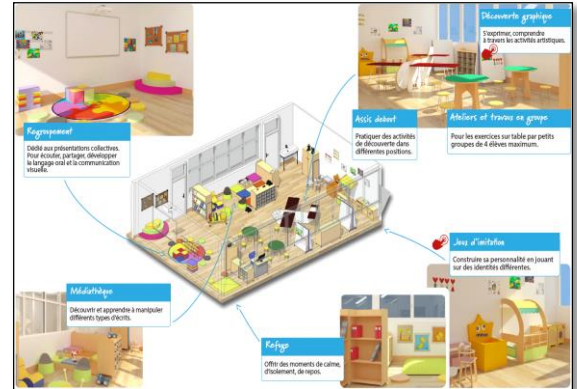


Figure 102: plan type d'une salle de classe maternelle
Source : « manutancollectivites.fr »3/5/2019,10 :28pm



Figure 103:Salle de repos
Source: « behance.net »,3/5/2019,11 :14pm

⁶¹ Unesco, Guide pour la réalisation des établissements du premier cycle de l'enseignement fondamental, Paris, 2004

⁶² IDEM52

⁶³ Anne Catherine, Directives et recommandations concertants la construction scolaire, Edition juillet 2002, www.vd.ch,4/4/2019,5:25pm.

⁶⁴ Site : www.environnement.brussel,30/12/2018,12 :48pm.

⁶⁵ IDEM53

⁶⁶ IDEM4

⁶⁷ Unesco, Guide pour la réalisation des établissements du premier cycle de l'enseignement fondamental, Paris, 2004

⁶⁸ IDEM53

⁶⁹ IDEM54

⁷⁰ Site : www.appa.asso.fr,5/6/2019,2:27pm.

c- Sanitaires :

-Doivent occuper une position centrale par rapport à la zone maternelle 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.⁷¹

Eclairage : 100lux⁷², **Température amb** : 18c^{o73}. **Débit d'air frais** : min60m³/h.⁷⁴



Figure 104:sanitaires pour les enfants de maternelle : « kilsanblog.com »,3/5/2019,11 :19pm

VI.5.2Elémentaire: On s'est basée sur les activités mère

a. Salles des classes :⁷⁵

-Salle flexible « mobilier flexible », La disposition des sièges est modifiable en fonction des besoins.

- Une galerie couverte placée devant la façade pour protéger les classes.

-Doivent avoir des fenêtres placées de manière à assurer une ventilation transversale.

-Doivent être orientés vers le Nord-sud

Eclairage : 300lux⁷⁶, **Température amb** : 21c^{o77}, **Acoustique** : 50db⁷⁸, **Débit d'air frais** : min15 m³/h.⁷⁹



Figure 105:Exemple d'une salle flexible Source : « vsamerica.com»,4/5/2019,10 :08am



Figure 106:Changement d'aménagement selon les besoins des étudiants Source : « vsamerica.com»,4/5/2019,10 :08am

⁷¹ Unesco, Guide pour la réalisation des établissements du premier cycle de l'enseignement fondamental, Paris, 2004

⁷²IDEM61

⁷³ Anne Catherine, Directives et recommandations concertants la construction scolaire, Edition juillet 2002, www.vd.ch,4/4/2019,5:25pm.

⁷⁴ Site : www.appa.asso.fr,5/6/2019,2:27pm.

⁷⁵ IDEM61

⁷⁶ IDEM9

⁷⁷ IDEM63

⁷⁸ Site : www.environnement.brussel,30/12/2018,12 :48pm.

⁷⁹ IDEM64

b. Atelier d'enfants trisomiques:

- Un espace libre.
 - Eviter le contraste trop violent des couleurs.
 - Eviter tant que possible les sources de distraction « sonore, visuelle »
 - Eclairage : 300lux éviter les lampes fleurissantes⁸⁰
- Température amb** : 21c⁸¹, **Acoustique** : 55db⁸², **Débit d'air frais** : min15 m³/h.⁸³



Figure 107: Atelier des enfants trisomique
Source: «archhello.com»,10/10/2018,7:00pm

c. Espaces communs :

• Accueil:

- Une vaste surface doit lui être dévolue.
- 10 m² au minimum, davantage en fonction du nombre d'enfants accueillis.⁸⁴
- l'éclairage : 200lux⁸⁵, **Température amb** : 20c⁸⁶.



Figure 108: Accueil d'une école primaire
Source: « lbpa.com »4/5/2019,10:37am

• Bibliothèque:⁸⁷

- Doit être situé au cœur de l'école, près des classes et des multiples services éducatifs.
- Elle comprend : espace de lecture et le travail, coin de lecture, le prêt et le retour des livres.
- Doit être orienté vers le Nord.
- Un bon éclairage naturel et une acoustique de qualité favoriseront une bonne ambiance de travail visant à développer le goût de la lecture ...
- le rangement des livres, doit être bien accessible aux enfants.
- le mobilier de rangement des livres soit : étagères, présentoirs pour les magazines et appuie-livres et arrangements de tablettes
- Eclairage** : 500lux, **Température amb** : 21c°, **Acoustique** : 40-43db



Figure 109: bibliothèque d'une école primaire
.Source : «pinterest.com »4/5/2019,10 :56am

⁸⁰ Le centre psycho-médical à la ville de Laghouat.

⁸¹ Anne Catherine, Directives et recommandations concertants la construction scolaire, Edition juillet 2002, www.vd.ch,4/4/2019,5:25pm.

⁸² Site : www.environnement.brussel,30/12/2018,12 :48pm.

⁸³ Site : www.appa.asso.fr,5/6/2019,2:27pm.

⁸⁴ Unesco, Guide pour la réalisation des établissements du premier cycle de l'enseignement fondamental, Paris, 2004

⁸⁵ IDEM76

⁸⁶ IDEM71

⁸⁷ Christophe Ukundayezu, organisation d'une bibliothèque scolaire au primaire, mai 2012

- **Salle informatique:**⁸⁸

- A proximité de la bibliothèque
- la salle doit pouvoir être facilement ventilé.
- l'éclairage doit être particulièrement pensé en fonction de l'utilisation de l'écran.
- Chaque élève et chaque membre du corps enseignant possèdent un appareil.
- L'aménagement intérieur sera fonction de la forme du local, de l'emplacement des fenêtres et du choix du système d'alimentation électrique.
- Eclairage vertical convenable est recommandé pour l'enseignant/présentateur.

Eclairage : 500lux, **Température amb** : 20c°, **Acoustique** : 50db, **Débit d'air frais** : min30m³/h.



Figure 110:salle informatique
Source : «ac-amiens.fr»4/5/2019,10 :56am

- **Espace de formation écologique:**⁸⁹

C'est un petit espace vert où les élèves peuvent observer et explorer les caractéristiques des divers éléments qui forment cet écosystème, expérimenter, provoquer des changements, annoter leurs conséquences.⁹⁰



Figure 111:Jardin potagé
Source : « nipitinthebud.co.uk »4/5/2019,11 :19am

- **Zone sensorielle:**⁹¹

- C'est un espace pour développer les sens d'enfants.
- L'espace doit être vaste, les matériaux restent à l'état brut.
- Doit être orienté vers le sud.
- Utilisation des textures stimulantes variées et contrastantes sur les surfaces près des enfants comme le plancher ou le bas des murs.



Figure 112: utilisation des textures au mur
« www.muldersvandenberk.nl »



Figure 113: Exemple d'un espace sensoriel
.Source : « centerblog.net»,4/5/2019,11 :56am

⁸⁸Anne Catherine, Directives et recommandations concertants la construction scolaire, Edition juillet 2002, www.vd.ch,4/4/2019,5:25pm.

⁸⁹IDEM20

⁹⁰ Jean –pierre obin, Améliorer la direction des établissements scolaire, OCDE Paris, mai 2007

⁹¹Christelle jacques, Épanouissement sensoriel : La diversité architecturale du milieu de garde inclusif intégrant des enfants atteints de troubles envahissants du développement, université Laval, 2013.

- **Espace de regroupement et espace polyvalent:**⁹²

-c'est un espace vaste.

-Doivent être directement accessible depuis l'espace public.

-Le mobilier de l'espace doit être adapté à la taille d'enfant et flexible.

- **Espace de retrait:**⁹³

-Espace plus intime, plus restreint.

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



Figure 114: Espace de regroupement.
Source: « archdaily.com » 4/5/2019, 10 :19am

- Il s'avère essentiel de créer une variété d'ambiances à l'intérieur du milieu de garde afin de favoriser les besoins de tous. Cela implique à la fois des espaces communs et des espaces privés, car l'enfant doit avoir le choix d'être seul et de s'isoler dans un espace privé, d'être en petit groupe de deux ou trois, ou encore d'être en grand groupe.

- la variété d'ambiances n'est pas seulement bénéfique pour les enfants trisomiques, mais également pour tous les enfants qui peuvent, eux aussi, avoir besoin d'une aire de jeu plus stimulante ou encore d'un coin de retrait

d. Aménagements :⁹⁴

-L'aménagement des espaces doit être adapté à la taille de l'enfant et doit favoriser l'exploration et le jeu.

- L'aménagement de l'espace doit solliciter le développement de l'autonomie des enfants. L'espace doit permettre aux élèves d'accéder librement au matériel et aux jeux ; les conditions d'aménagement doivent ainsi permettre d'acquérir une autonomie croissante.

Stature de l'enfant (noms européennes)	Codification européenne	Hauteur d'assise	Hauteur de plateau
3 à 4 ans - 93 à 116 cm	T1	26 cm	46 cm
4 à 5 ans - 108 à 121 cm	T2	31 cm	53 cm
5 à 7 ans - 119 à 142 cm	T3	35 cm	59 cm
Primaire - 133 à 159 cm	T4	38 cm	64 cm
Adultes - Plus de 159 cm	T6	46 cm	76 cm

Figure 115: tableaux des tailles des tables et chaises
« www.cdld.fr » ,6/6/2019 ,11 :42am

⁹²Christelle Jacques, Épanouissement sensoriel : La diversité architecturale du milieu de garde inclusif intégrant des enfants atteints de troubles envahissants du développement, université Laval, 2013.

⁹³IDEM82.

⁹⁴Johanna Cousson, L'architecture scolaire, aménager les espaces pour mieux apprendre ?, 2017, p9

e. Espace Extérieur :

• Cour de récréation:⁹⁵

- La cour doit être close
- le revêtement doit être compact, lisse, libre d'obstacle.
- Le bitume, le pavage ou le ciment ne pourront être employés que pour les passages et les trottoirs.
- Bancs en bois, Des aires de verdure plantées de haies, d'arbustes.....



Figure 116:exemple d'une cour de récréation
.Source : « emonde.fr »,4/5/2019,12 :16PM

• Aménagement extérieur:⁹⁶

- Le terrain scolaire est aménagé avec simplicité en plusieurs zones à affectations différentes.
- Ségrégation absolue du trafic des véhicules et des piétons dans le périmètre scolaire.
- Implantation des aménagements sportifs de telle sorte que le travail dans les classes ne soit pas perturbé.
- Aménagement d'espaces verts arborisés « création de zones ombragées ».
- Utilisation de formes courbes et organiques plus sinueuses, fluides et plus« friendly » pour les deux enfants.

a. Salle de sport :⁹⁷

- Un passage couvert relie les bâtiments scolaires aux bâtiments destinés aux sports.
- Le hall d'entrée donne accès aux locaux annexes et à l'aire d'évolution.
- Le revêtement de sol sera résistant, dur, antidérapant.
- La salle de sport peut comprend plusieurs zone.
- Le mobilier et l'aménagement de salle de sport doit être à la taille des enfants.



Figure 117: la salle de sport d'une école primaire
« ecobuild.brussel »,10/10/2019,6 :6 :47pm

VI.6 Programme Quantitatif :

D'après: « Jure Kotnik , Jardins d'enfants: Manuel pratique et 37 exemples de projets, ,8decembre2011 », « Ernst Neufert, Neufert 8^oème Edition», « international standards and requirements of a school building » et « le centre psycho-médical de Laghouat », on a ressortit les normes et les exigences des espaces afin de concevoir une école de qualité.

- Taux d'occupation des classes maternelles « 3ans-5ans » :16 élèves /classe.
 - Taux d'occupation des classes élémentaires et préscolaire « 5ans-11ans » :24 élèves /classe.
 - Taux d'occupation des enfants trisomiques par atelier:10 élèves /classe.
- Dans le rayon de 250m, On a 380 habitants. Donc selon le guide de norme de construction scolaire, Novembre 2013, on doit avoir 2 classe maternelle « 16 enfants dans chaque salle. ».

⁹⁵Unesco, Guide pour la réalisation des établissements du premier cycle de l'enseignement fondamental, Paris, 2004

⁹⁶IDEM82.

⁹⁷ Site : www.ladocumentationfrancaise.fr,6/6/2019,11:00am

-Avant de calculer les besoins, on a calculé la capacité d'accueil de l'école, et d'après les résultats obtenus et le rayon d'influence de : 250m pour maternelle, 1 km pour le primaire, et un rayon grand « toute la ville » pour les enfants trisomiques.

- Dans le rayon de 400m, On a 1950 habitants. Donc selon le guide de norme de construction scolaire, Novembre 2013, on doit avoir 6 classes « chaque classe à 23 élève. ».

- Dans le rayon de la ville, On a 100 enfants trisomique « selon les statistique de centre psycho médical de Laghouat », par chaque atelier on doit avoir 10 enfants.

VI.6.1 Principes d'élaboration du programme quantitatif de l'école :

Le programme élaboré a été basé sur le support des exemples étudiés ; principalement l'exemple de Trèfles. Nous nous sommes aussi basé sur des recherches théoriques et des entretiens avec des agents administratifs du centre psycho médical de Laghouat qui ont pu nous être utiles pour éclaircir nos ambiguïtés sur le volet programmatique du travail liée aux enfants atteints de trisomie 21 .

Le résultat de notre récolte d'information conjuguée à nos propositions donne le programme quantitatif suivant :

Entité d'enseignement				
	Espace	Surface	Nombre	Surface Totale
Maternelle	Salle d'activité	48m ² -64m ²	2	96m ² -128m ²
	Salle de repos	61m-89m ²	1	61m-89m ²
	Vestiaires	5-10m ²	1	5-10m ²
	Sanitaires	2m ²	5	10m ²
Elémentaire	Salle de classe	65m ² -70m ²	6	390m ² -420m ²
	Salle informatique	40-50m ²	1	40-50m ²
	Bibliothèque	144-160m ²	1	144-160m ²
	Salle polyvalente	100-150m ²	1	100-150m ²
	Salle de science	70-75m ²	1	70-75m ²
	Sanitaires	2m ²	8	16m ²
Enfants Trisomiques 21	Ateliers	30-40m ²	6	180m ² -240m ²
	Sanitaires	2m ²	4	8m ²
				1120m ² -1356m ²

Tableau 1: Surfaces proposées pour l'entité s'enseignement
Source : « auteurs »

	Espace	Nombre	Surface	
Entité Médicale	-Salle d'infirmerie	1	20-25m ²	103m ² -133m ²
	-Salle de psychologue	1	20-25m ²	
	-Salle de médecin	1	20-30m ²	
	-Salle d'attente	1	15-20m ²	
	-Salle orthophoniste	1	20-25m ²	
	-Sanitaires	2	8m ²	

Tableau 2: surfaces proposées pour entité médicale
Source : « auteurs »

	Espace	surface	Nombre	Surface	
Formation écologique	-Jardin potager	200m ²	1	200m ²	233m ² -283m ²
	-Espace de formation écologique	33m ² -50m ²	7	213m ² -350m ²	

Tableau 3: surfaces proposées pour l'entité écologique
Source : « auteur »

	Espace	surface	Nombre	Surface	
Entité sport	- Stade	112m ²	1	112m ²	152m ²
	-Vestiaires « étudiants »	8m ²	2	16m ²	
	-Vestiaires des enseignants	6m ²	1	6m ²	
	-Sanitaires	2m ²	6	12m ²	
	-Dépôt	6m ²	1	6m ²	

Tableau 4:surfaces proposées pour l'entité sportive
Source : « auteur »

	Espace	Surface	Nombre	Surface	
Entité fonction	- Logement de directeur	120m ²	1	120m ²	320m ²
	-Logement pour les enseignants	100m ²	2	200m ²	

Tableau 5:surfaces proposées pour l'entité des logements de fonction
Source : « auteur »

	Espace	surface	Nombre	Surface	
Maternelle	-Réfectoire	42-56m ²	1	42-56m ²	294m ² -362m ²
Elémentaire + trisomique	-Cuisine	70-75m ²	1	70-75m ²	
	-Dépôt	9m ²	1	9m ²	
	-Chambre froide	12m ²	2	12m ²	
	-Réfectoire	105-140m ²	1	105-140m ²	
	-Local de poubelle	4-6m ²	1	4-6m ²	
	-Sanitaire	4m ²	2	4m ²	
	-Vestiaires	8m ² -10m ²	2	8m ² -10m ²	
	-Foyer	40-50m ²	1	40m ² -50m ²	

Tableau 6: Surfaces proposées pour l'entité de consommation
Source : « auteur »

	Espace	Surface	Nombre	Surface	
Maternelle	-Salle de dance	60m ²	1	60m ²	256m ²
	-Espace de jeux	56m ²	1	56m ²	
Elémentaire + trisomique	-Salle « club de dessin »	50m ²	1	50m ²	
	-Salle « club de théâtre »	40m ²	1	40m ²	
	-Salle « club culturel »	40m ²	1	40m ²	

Tableau 7:Surfaces proposées pour l'entité de loisir
Source : « auteur »

	Espace	nombre	Surface	22594m ²
Maternelle	-Cour de récréation	1	160m ²	
	-Espace vert	1	32m ²	
	-Aire de jeux	1	80m ²	
Elémentaire + trisomique	-Cour de récréation	1	1155m ²	
	-Espace vert	1	200m ²	
	-Aire de jeux	1	400m ²	
	-Abri vélo	1	50m ²	
	-Parking	1	153m ²	
	-Espace de dessin	1	100m ²	
	-Amphi théâtre	1	85m ²	
	Terrain du sport	1	364m ²	

Tableau 8: Surfaces proposées pour l'espace extérieur
Source : « auteur »

-Surface totale du projet : 5448m²-5841m².

-Surface bâtie : 2458m²-2574m²

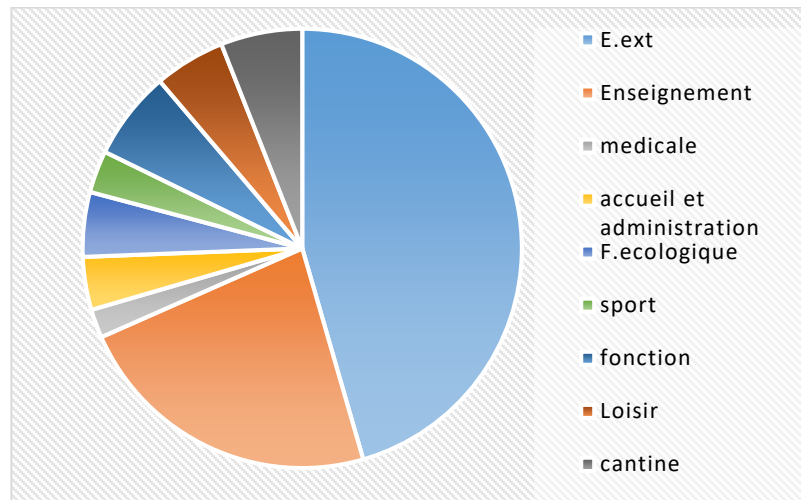


Figure 118: Pie des entités
«Source: Auteurs»

-On note que l'entité d'enseignement occupe une grande surface après l'espace extérieur, la surfaces des autres entités c'est négligeable par rapport l'entité fondamentale »enseignement.

Synthèse du chapitre:

On résume le chapitre programmatique en deux points essentiel :

A. Fonctionnement

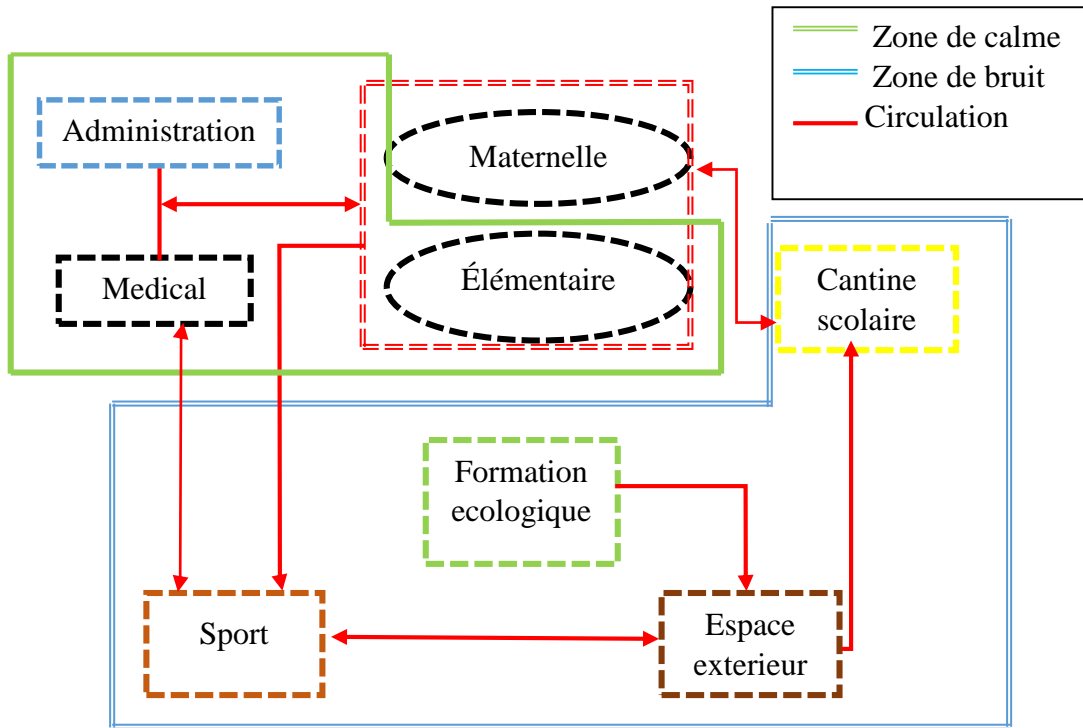
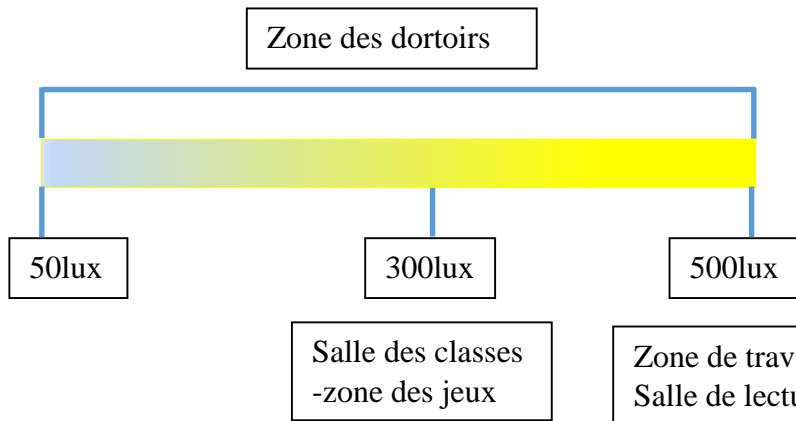


Schéma 5: le fonctionnement d'école
Source : « Auteurs »

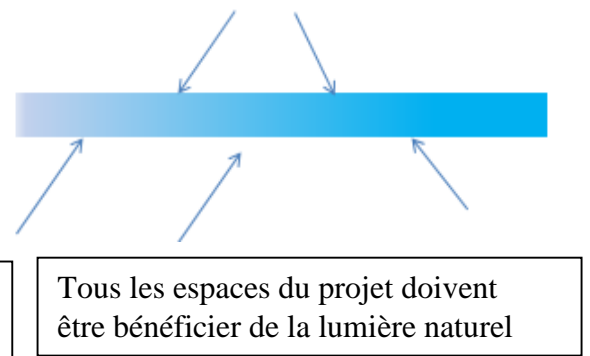
B. Qualité environnementale :

L'éclairage:

1/Artificiel



2/Natural



Ventilation:

-Ventilation naturel transversale est privilégiée aux constructions scolaires.

Couleur:

-Les gammes de couleur doivent s'adapter à la taille et à l'éclairage de l'espace
-Eviter les couleurs agressives et réfléchissantes

VII. Chapitre *Conceptuel*

VII.1 Volet architectural

Introduction :

Dans cette étape, nous entamons la conceptualisation et la formalisation de notre projet en tenant compte de toutes les recommandations et exigences qui découlent des chapitres Précédents.

VII.1.1 Concepts :

a. Concepts liés au thème :

- **Dégradation** : la dégradation du volume exprime les années de scolarisation.
- **Unicité** : Elle consiste à unir les différentes parties du projet afin d'avoir une image cohérente de ce dernier
- **Mixité** : Il s'agit d'intégrer les deux catégories d'enfants par des activités, et par des espaces communs tel que « musique, sport, formation écologique, bibliothèque, cantine scolaire... » Afin de développer le contact entre eux et par conséquent avec la société.

b. Concepts liés au programme :

- **Fonctionnalité** : Les espaces seront disposés selon leurs relations et leurs caractéristiques, pour obtenir une continuité et une complémentarité entre eux.
- **Hierarchie** : Le programme du projet témoigne de diversité de fonctions qui nécessitent une bonne hiérarchisation dans la disposition des espaces, afin de distinguer les activités principales, secondaires, calme bruyantes...etc.
- **Flexibilité** : Assure l'adaptation des espaces aux exigences fonctionnelles. Donc l'espace doit offrir une souplesse par son adaptation aux fonctions évolutives répondant ainsi aux besoins des enfants en termes d'aménagement, de dispositions
- **Simplicité** : Un plan clair, simple, ordonné et facilement compréhensible, parce que l'enfant qui atteint syndrome de down ne peut pas fonctionner dans les milieux complexe.

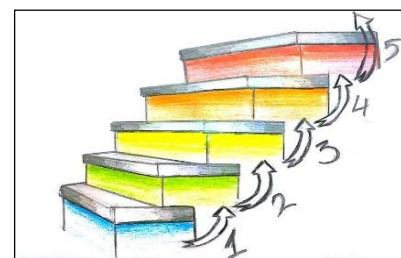


Figure 119: escalier de scolarisation
Source: auteur



Figure 120: intégration enfants trisomique
Source: « pédiatre-online.fr »12/01/2019 ; 12:06pm

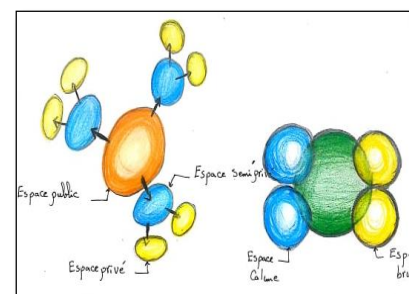


Figure 121: la hiérarchisation des espaces
Source: auteur

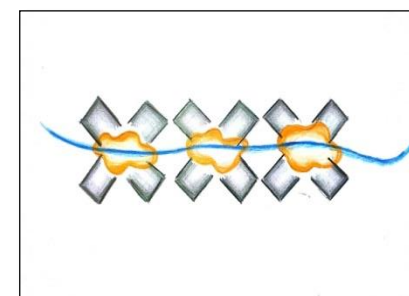


Figure 122: exemple d'un plan simple
Source: auteur

- **Fluidité:** Pour offrir la liberté du mouvement de l'enfant « parcours, espace », ce qui soulage surtout les enfants trisomiques.

c. Concepts liés au site:

- **La centralité:** Implanter le projet au centre du site afin de minimiser le bruit et assurer la sécurité de l'enfant, donner une forte image au projet, ce choix d'implantation est fortement préconisé dans le cas des zones chaudes et arides.
- **Compacité:** Une forme compacte, c'est à dire moins de surfaces exposées aux rayons solaires, donc réduire la surchauffe.
- **Orientation:** La richesse du programme implique des exigences variées en termes de « température, lumière naturelle... » Donc chaque espace doit être orienté de manière qui assure ces exigences.

d. Concepts liés à la durabilité:

- **Energie renouvelable :** Produite à partir d'une source dont le renouvellement est assez rapide et ce dans le but de bénéficier du potentiel naturel du site et minimiser les émissions de co2. « Éoliens urbains, panneaux photovoltaïques, énergie cinétique »

e. Concepts liées à l'architecture:

- **Perméabilité:** Assure la relation de l'école avec son environnement à travers ces différents accès piétons, mécaniques. Et la relation fonctionnelle entre les entités.
L'école doit être facilement accessible.
- **Introversion:** Les différents espaces constituant l'école s'organisent autour d'un espace central « la cour » qui va assurer la jonction entre ces espaces, et la sécurité d'enfants.

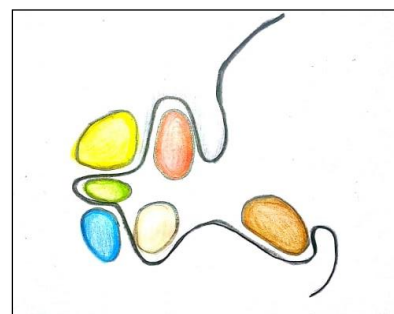


Figure 123: circulation fluide
Source: auteur

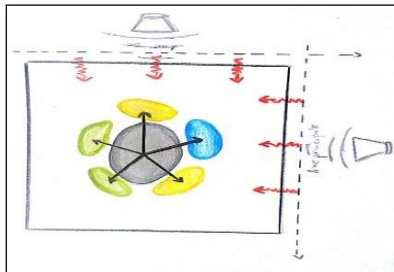


Figure 124: la centralité du projet
Source: auteur

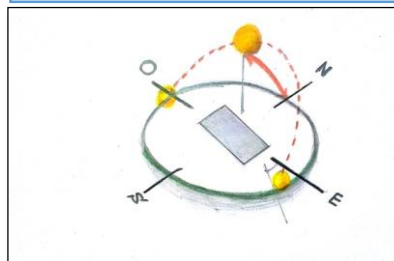


Figure 125 : orientation d'un projet
Source: auteur



Figure 126: Arbre à vent
Source : «motivanova.com»,
24/05/2019, 12:47pm

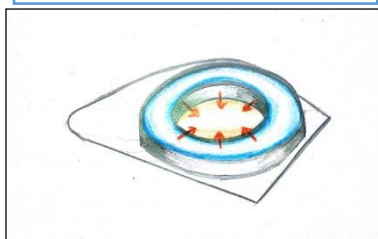


Figure 127: l'introverti des espaces
Source: auteur

- **La transparence:** Elle implique la notion de la continuité visuelle, c'est une façon de découvrir l'espace avant même de le franchir. «La connexion de l'environnement extérieur avec l'intérieure et la continuité entre les espaces du projet »
- **L'articulation:** L'articulation relève comment les parties s'intègrent à l'ensemble, c'est la relation entre les différents espaces et entités pour que l'édifice devienne très explicite "les salles des classes avec les espaces de formation écologique et les ateliers des enfants trisomiques".

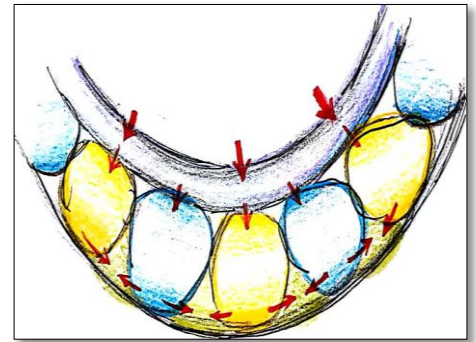


Figure 128: Articulazione degli spazi. Source: Auteurs

VII.1.2 Méthodologie de la genèse:



VII.1.3 Les étapes de la genèse:

a. L'idée du projet :

L'idée est de créer une école primaire durable incluant les enfants atteints de trisomie 21 avec les enfants normaux à la ville de Laghouat, de forme compacte, fluide, elle s'organise autour d'une cour centrale pour créer un milieu protégé qui s'adapte aux conditions climatiques de la région et les exigences fonctionnelles d'une école.

b. Sources d'inspiration :

l'idée mère du projet est imprégnée du nid d'oiseau « le biomémétisme » qui constitue un lieu « d'apprentissage, de croissance, de loisir, et l'interaction -sociale » ,un nid peut accueillir différents oisillons malgré leur différence, l'oiseau mère prend soin de tous ;sans la moindre distinction.

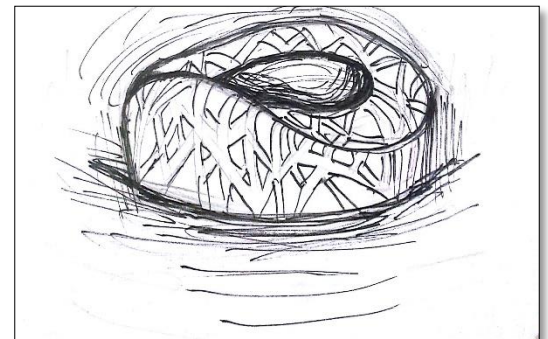


Figure 129: La forme de nid. Source : « Auteurs »

Donc, le nid présente beaucoup de similarités avec l'école qui accueille des enfants différents (normaux et trisomiques) à qui elle offre ses soins et sa bonne prise en charge jusqu'à ce qu'ils se forment, grandissent et mûrissent avant de s'envoler vers le collège.

- A partir du mouvement de l'enfant, on a inspiré la forme des classes qui se basée sur la fluidité

c. Justification :

- Le nid s'adapte avec les conditions climatiques de la région où il existe
- la forme du nid nous permet d'obtenir une circulation fluide et facile, et de créer un espace introverti.

- Le rôle de l'enseignant est de prendre soin de ses élèves est assimilé au rôle de l'oiseau avec ses oisillons.



Figure 131: relation entre oiseaux et oisillon
Source: « shutterstock.com »,24/5/2019,
1 :18pm



Figure 130: relation entre enseignant et étudiant
Source: « theconversation.com»,24/5/2019,
1 :18pm

- les oiseaux peuvent cohabiter avec d'autres espèces et partagent ainsi le même nid, de même pour les deux types d'enfants au sein du même établissement scolaire. Cette relation entre les espèces et leur environnement produit un écosystème stable dans le temps, il est donc durable.



Figure 133: école accueillant différentes catégories d'enfants Source:« pédiatre- online.fr »12/01/2019,,
12:06pm

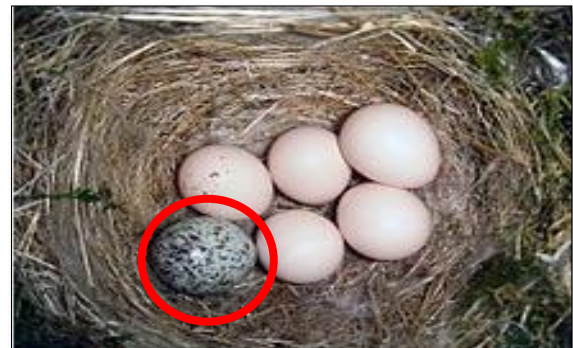


Figure 132: nid hébergeant des œufs différents
Source: « samericanforests.org»,24/5/2019,
1 :36pm

d. Matérialisation des idées :

• Données du site

- Le terrain a une forme trapézoïdale, occupe une surface de 18800m².
- L'assiette du projet se situe au sein d'un milieu urbain « habitat collectif »et à proximité du nouveau pôle de l'université et d'une esplanade.
- l'assiette est entourée d'axes mécaniques des quatre côtés, une desserte au côté « nord-est »d'un faible flux, des voies secondaires aux côtés « Nord-est, sud-

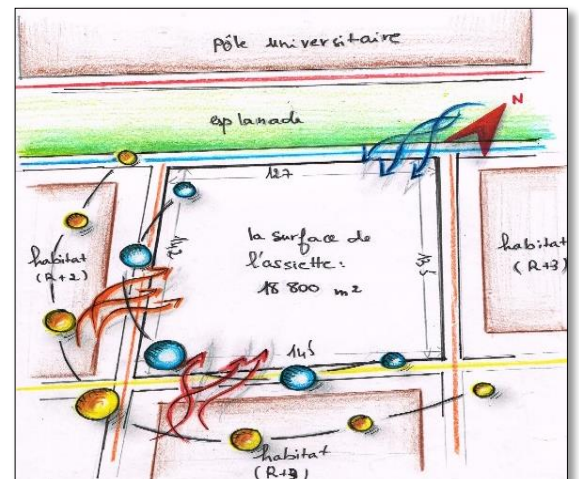


Figure 134:Donnée de site.

ouest » d'un flux moyen, tandis que le côté « sud-est », il est délimité par une voie tertiaire qui se caractérise par un flux faible.

- Le site est exposé aux vents chauds chargés de sable du côté sud et sud-ouest, et de vents froids du côté Nord-ouest.

Etape 01 : Délimitation du projet :

- Faire des reculs dans les quatre côtés de l'assiette pour assurer la sécurité de l'enfant et minimiser le bruit.
- le recul sera traité sous forme d'un écran végétalisé « la trame verte -Blue » pour le rafraîchissement de l'air et pour minimiser la vitesse des vents ainsi que pour garder l'alignement et la continuité urbaine « esplanade ».
- Planter des « jets d'eaux » du côté sud-ouest pour absorber les poussières, humidifier et refroidir naturellement l'air extérieur.

Etape 02: choix des accès et l'emplacement des parkings.

- Quatre accès sont proposés pour permettre un fonctionnement rationnel et une **perméabilité** facile au projet, ils sont choisis selon l'importance des flux :
- → Accès principale piéton et cyclable au niveau de desserte pour réduire la distance à parcourir par l'utilisateur de l'école.
- → Accès mécanique au niveau de la voie secondaire pour plus de sécurité.
- → Pour Avoir un accès indépendant, on a placé l'accès de logement de fonction sur la voie tertiaire.
- On a choisi de mettre les aires de stationnement dans les périmètres du site pour éviter le déplacement à l'intérieur du projet et minimiser les émissions de CO₂ et pour une meilleure visibilité du projet.

Etape 03 : Implantation de la masse bâti.

- A travers l'implantation de la masse bâtie au milieu de l'assiette, on a voulu introduire le concept de la **centralité**.
- Le projet sera orienté selon l'axe est-ouest qui nous permet d'avoir une grande façade sur l'axe principal et profiter au maximum des rayons solaires du sud sans subir de gênes solaires.

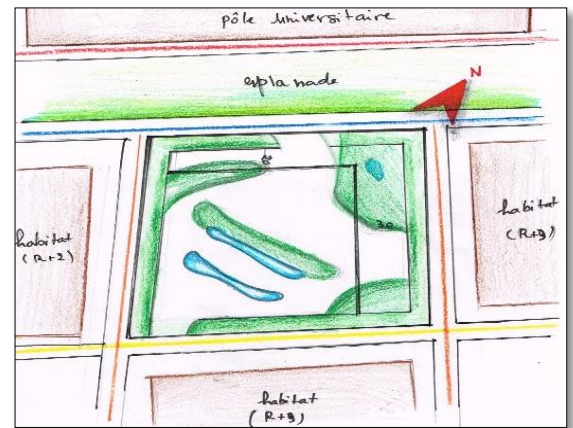


Figure 135: Délimitation du projet. Source: Auteurs « Auteurs »

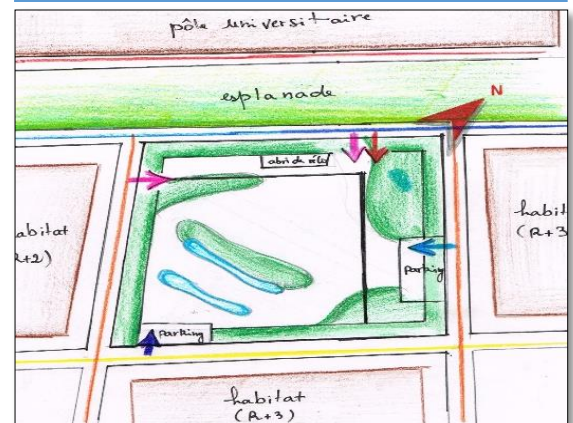


Figure 136: Les accès du projet. Source : « Auteurs »

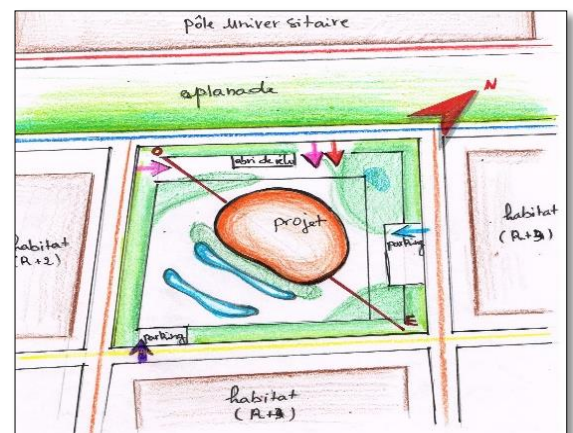


Figure 137: Emplacement de la masse bâti
Source: « Auteurs »

Etape 04 : Répartition des entités.

- Accueil et administration : sera situé en face de l'accès piéton principal pour qu'il soit visible et aider ainsi à orienter les visiteurs.
- Entité médicale : juste à proximité de l'entrée pour être facile de sortir en cas d'urgence.
- Entité de service : près de l'accès de service.
- Entité maternelle : près de l'accueil et l'administration au côté nord pour exploiter la lumière naturel.
- Entité d'enseignement : orientée vers le sud, cela nous permet d'exploiter la lumière naturelle et faciliter la protection contre les rayons solaire.
- Entité écologique : intégrée avec l'entité d'enseignement pour démontrer l'importance de l'éducation écologique, et introduire le concept de **l'articulation**.
- Entité sportive : orientée vers le sud pour bénéficier de la lumière naturelle, éloignée de l'activité mère pour diminuer la nuisance sonore.
- l'entité des logements de fonction placée au sud près des bâtiments environnants, « même vocation ».
- A partir cette répartition, on a introduit le concept de la **hiérarchisation** des espaces «du bruit vers le calme, et du public vers le privé »

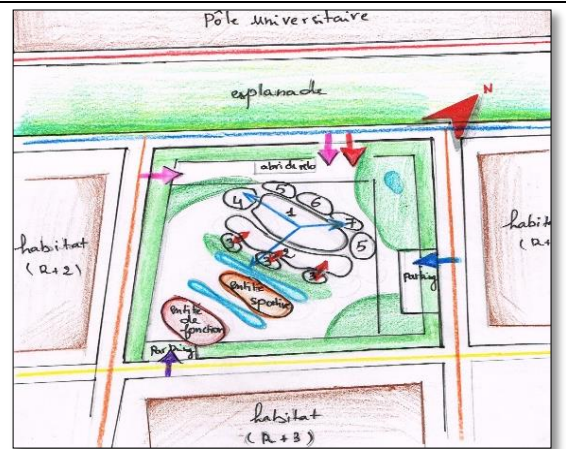


Figure 138: Répartition des entités. Source: »Auteurs »

1-Cour de récréation.	5-Entité loisir
2-Entité enseignement.	6-Entité accueil et administration.
3-Entité écologique.	7-Entité médicale.
4-Entité maternelle	8-Entité cantine scolaire.

• **Tracé géométrique :**

Etape 05: la forme de base

- La forme du projet étant inspirée du nid d'oiseau, a commencé à partir d'un cercle positionné au centre du site « pour donner l'importance au projet et assurer la sécurité de l'enfant»
- les grandeurs des cercles ont été déterminées par les surfaces du programme.
- Le choix du volume circulaire nous permet :
 - De minimiser la surface exposée aux rayons solaires
 - D'introduire les concepts : **fluidité**, **compacité**

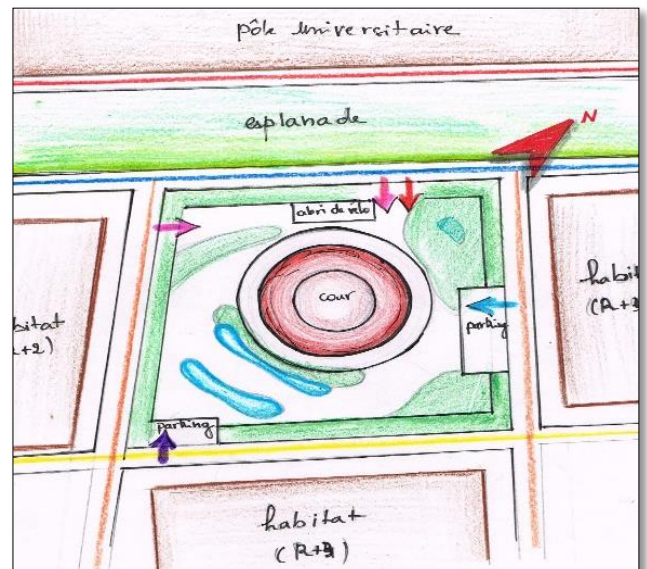


Figure 139: La forme de base. Source : « Auteurs»

Etape 06: Dévisions.

- Selon un axe central horizontal, on va diviser les cercles en deux parties, Pour exprimer la présence des deux types d'enfants.

Etape 07: Emboitement

- Après s'être basé sur les concepts de «centralité, hêararchisation ,articulation ,fluidité et compacité », on s'est penché vers le concept du **mixité**, qui était traduit par l'emboitement de deux parties du cercle initial.
- Relier les points d'intersection pour ressortir la forme de base de notre projet qui est une forme elliptique inspirée du nid d'oiseau (schéma).
- La forme centrale obtenue sera un espace ouvert « cour de récréation ».
- La forme de cet espace nous permet d'introduire le concept d'**introversion**.

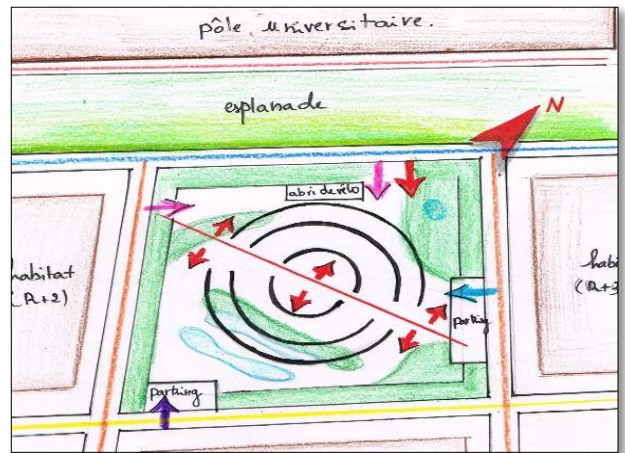


Figure 140:division des cercles. Source « Auteurs »

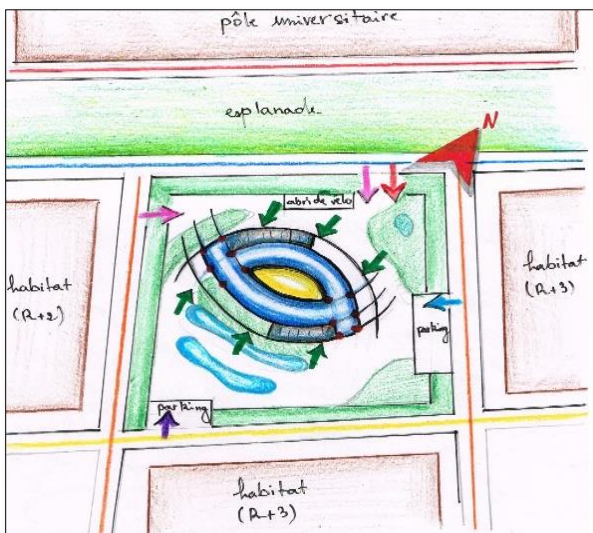


Figure 142:emboitement des formes.Source: « Auteurs »

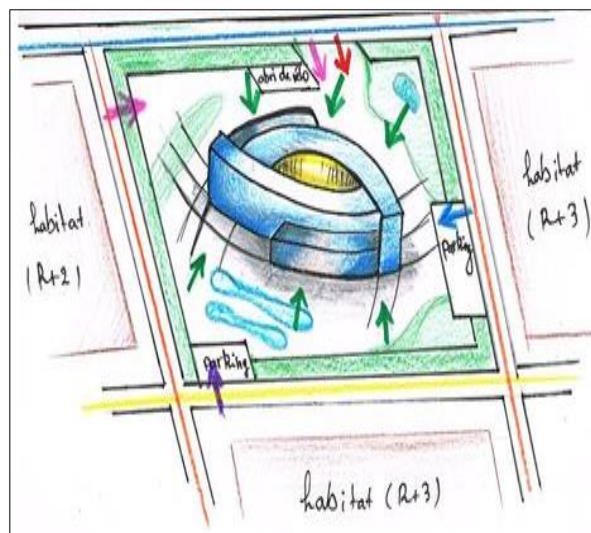


Figure 141:l'emboitement des volumes. Source: « Auteurs »

Etape 08: ajustement de la volumétrie

On va faire une rotation au niveau des deux petites barres pour former l'espace des entités secondaires et aboutir à un volume clos et compacte.

- la conjonction des barres forme des espaces ouvert au centre qui allègent la forme et qui permettent au soleil du pénétrer aux espaces intérieurs.
- La forme obtenue est elliptique inspirée du nid et permettant d'accentuer l'étendue des vues à la différence du cercle.

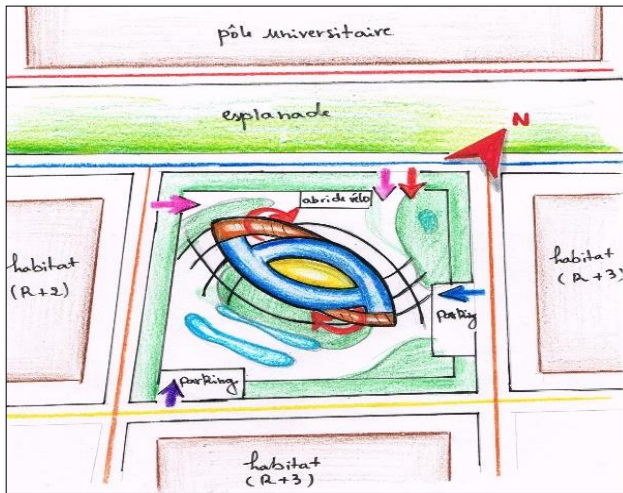


Figure 144: création des espaces secondaire.
Source: « Auteurs »

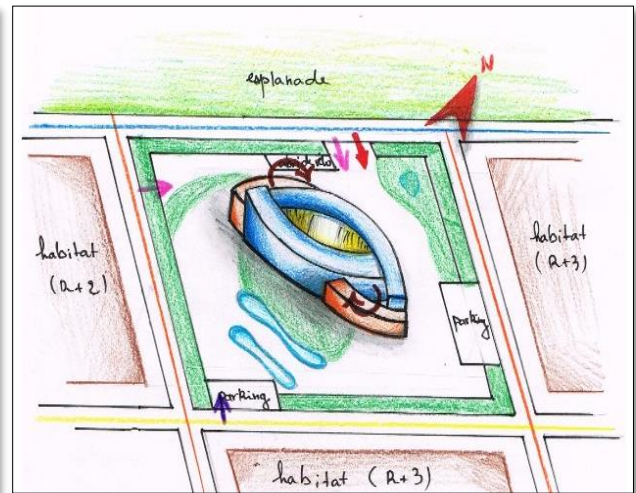


Figure 143: création des espaces secondaires en forme 3d..Source : « Auteurs»

Etape 09: conception de la toiture et finalisation de la volumétrie

- Toiture est inspirée de l'aile d'oiseau.
- toiture : la hauteur dépend du type d'entité, ça nous permet d'introduire le concept de **dégradation** qui a été cité comme concept rappelant l'évolution de l'enfant pendant son cursus à l'école
- Une partie de la cour couverte par un traitement inspiré du chevauchement du nid.
- une continuité visuelle au niveau de façade principale, ça se présente le concept de **transparence**.
- l'entrée principale est marquée par la transparence et la double hauteur.

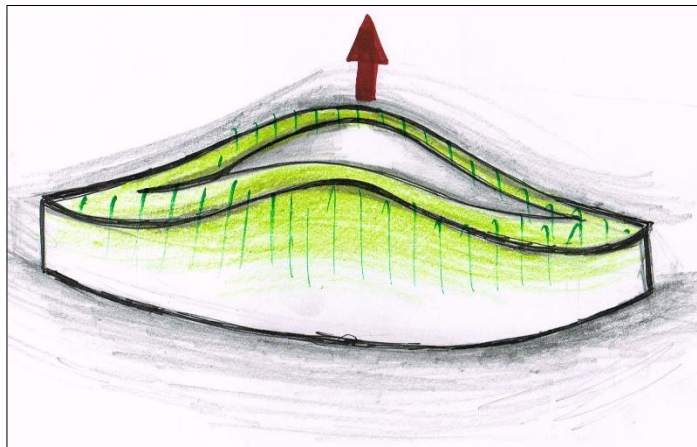


Figure 146: la forme du toit. Source : « Auteurs»

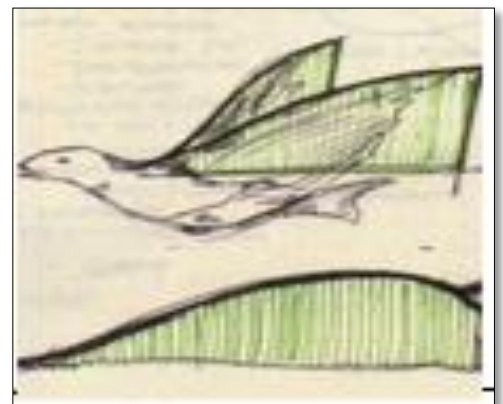


Figure 145: relation de l'aile d'oiseau avec la forme de toit
Source: « archccess.com »,28/5/2019,12 :47pm

Etape 10: conception des espaces écologiques.

- On a créé des espaces bombés pour donner plus de fluidité à la façade.
- choix d'emplacement et l'alternance des espaces bombés nous permet d'obtenir une façade ondulée.

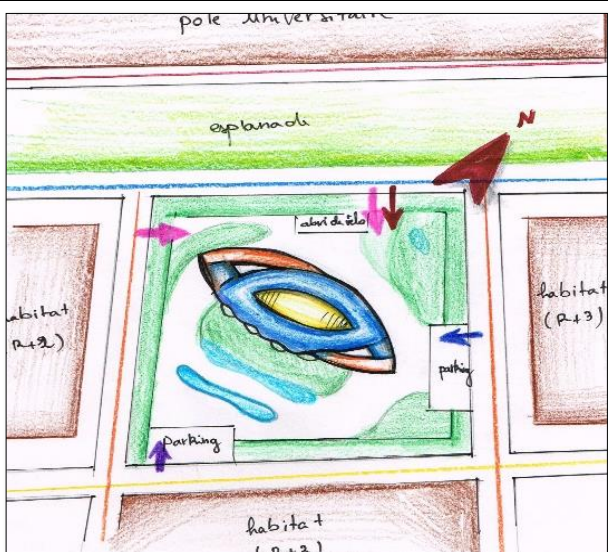


Figure 147: conception de forme d'espace écologique.
Source : « Auteurs »

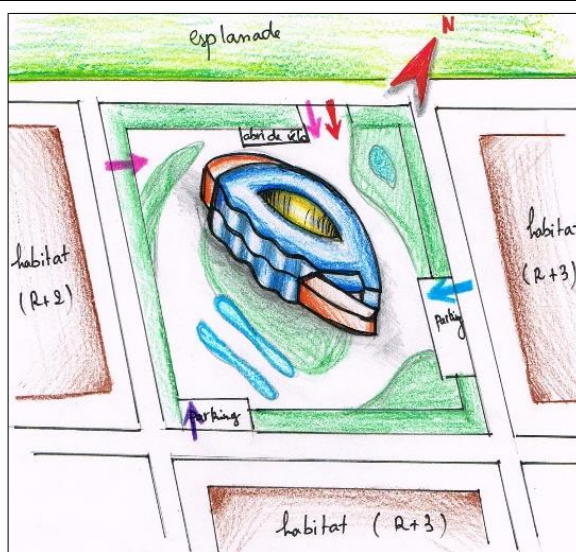


Figure 148: les volumes d'espace écologique. Source : « Auteurs »

Etape 11: conception de salle du sport:

- Pour renforcer l'idée du nid , nous avons choisi l'œuf d'oiseau comme source d'inspiration pour la forme du salle de sport ,un élément essenrielle dans le nid comme la salle de sport en école.
- D'un point de vue climatique ,la forme de l'œuf ,qui va se matérialiser en forme de coque nous permet de résoudre le problème de sauchauffe. « l'air chaud monte, l'air froid descend »

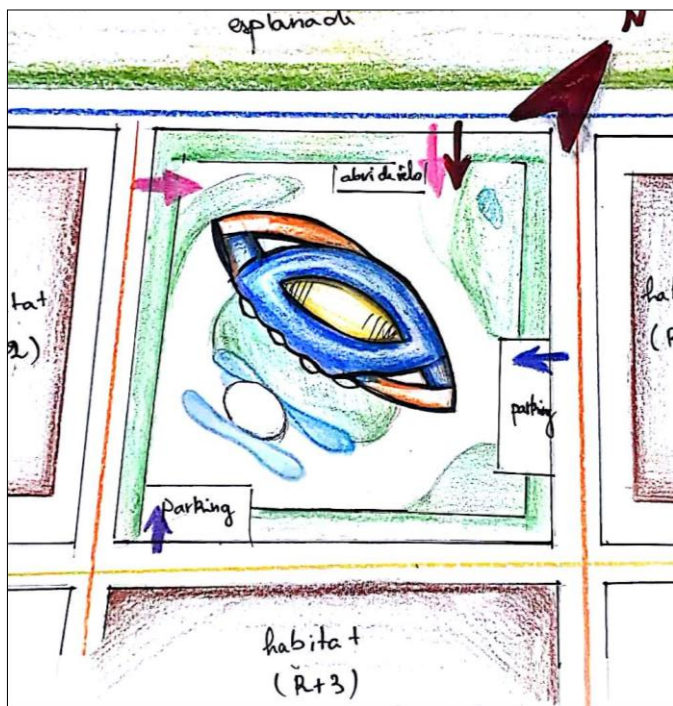


Figure 149: conception de salle de sport en 2d. Source : « Auteurs »

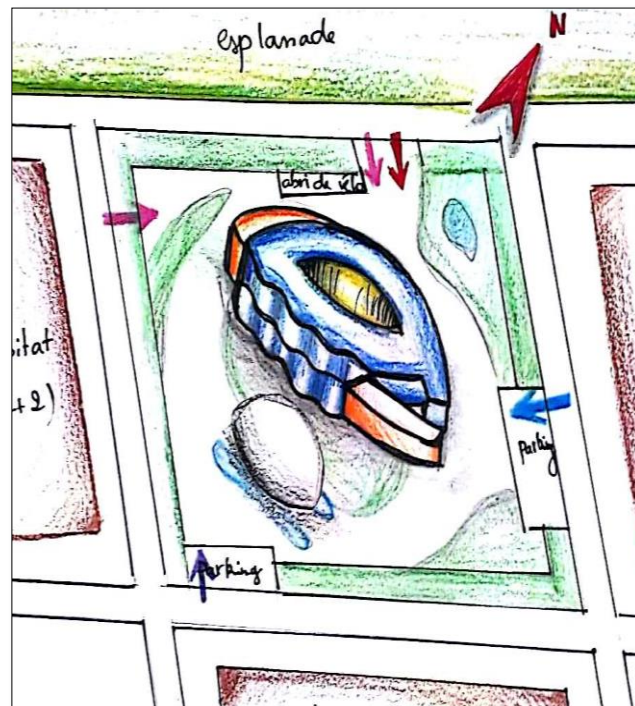


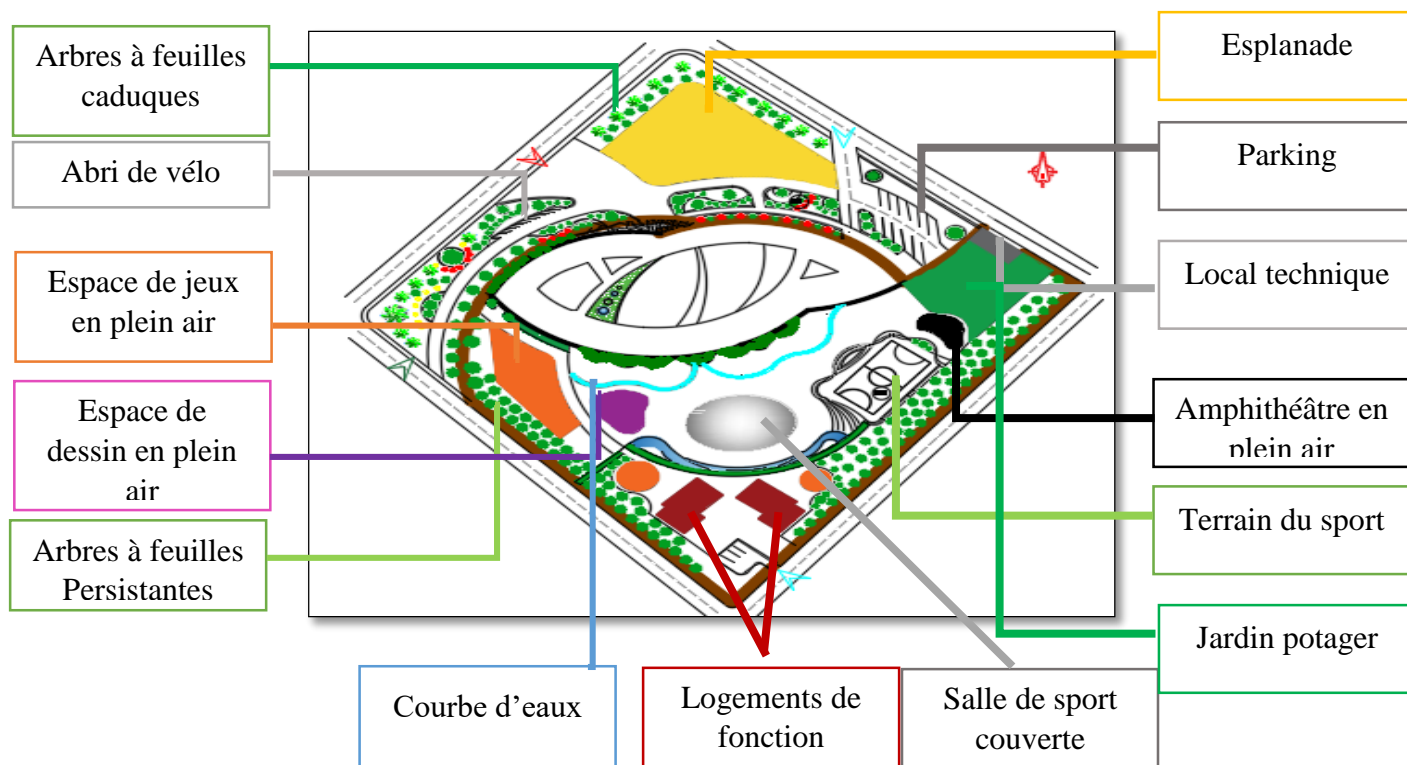
Figure 150: la volumétrie de salle du sport. Source : « Auteurs »

Etape 12: conception des Espaces extérieurs :

Les espaces extérieurs représentent un pourcentage de 69% du terrain contre 31% d'espace bâti, ce qui confirme le caractère environnemental du projet en participant à créer son microclimat propice. La forme fluide du projet a généré la forme de ses espaces extérieurs, où notre volonté a été d'exprimer le concept de fluidité qui va de l'échelle urbaine à l'échelle architecturale.

Des parcours dynamiques et fluides caractérisent l'aménagement extérieur qui a été pensé coin par coin en prévoyant des espaces de jeux du côté de la maternelle, un jardin potager du côté de la cuisine pour y planter et approvisionner l'entité de consommation en exprimant l'aspect économique et durable du projet, dans le même sens, des espaces d'éducation environnementale ont aussi été prévus en extension de ces mêmes espaces qui existent à l'intérieur, la circulation mécanique est périphérique y compris les parkings et ce pour garantir la sécurité des enfants d'une part et accentuer l'aspect durable du projet d'une autre part.

Des espaces d'activités et d'éveil culturel ont aussi été pensés en l'occurrence des espaces de dessin en plein air, un amphithéâtre, des espaces de sport. Des aménagements de production énergétique font aussi partie de l'ensemble à savoir les arbres à vent, les panneaux photovoltaïques...



VII.1.4 Description plan de masse:

La masse bâtie du projet représente 31 % de l'assiette. Elle se compose de 3 bâtisses « l'école, la salle de sport, et le logement de fonction » le tout est entouré par une clôture et une trame verte-Blue.

L'école est conçue en forme fluide et compacte, bien orientée afin de répondre aux exigences climatiques du site, elle est établie entre R.D.C et R+1.

L'implantation du projet lui offre une perméabilité d'accès à travers les voies qui l'entourent, il est bordé par des voies mécaniques à flux variant « faible et moyen ».

Nous avons projeté deux aires de stationnement, l'un réservé au bus scolaire et les voitures du personnel, et l'autre pour les logements de fonction. Un abri de vélo pour les élèves a été prévu.

Il est pourvu de deux accès : un accès principal piéton au niveau de la voie de desserte « élèves et enseignants », et un accès secondaire cyclable du côté ouest sur la voie secondaire, deux accès mécaniques l'un pour logement de fonction et l'autre pour le parking.

La Conception des parcours et des espaces vert en forme fluide entourant le projet, sont plus favorables à l'enfant et en même temps dans le but d'assurer une circulation aisée.

On distingue deux espaces extérieurs, l'un est incorporé dans la clôture et destiné aux élèves, il contient des espaces écologiques extérieurs continus avec l'espace intérieur sur le côté sud, un jardin potager près de l'entité de service, des espace de jeux à côté de l'entité maternelle, des cours d'eau au sud, des arbres à vent, un espace de dessin de forme de fleur à coté de l'espace écologique.

La salle de sport est implantée au centre de l'espace extérieur, entouré par un petit circuit de course avec un stade en plein air et un petit amphi théâtre.

Un autre espace extérieur a été prévu dehors de la clôture pour constituer une esplanade en continuité avec l'espace urbain existant, il se compose d'une esplanade qui sert d'espace d'attente pour les parents des écoliers.

Des arbres à feuilles persistantes pour diminuer l'effet du vent chaud et créer de l'ombre au sud, ainsi que des arbres à feuilles caduques au nord pour briser les vents froids et pour assurer la pénétration de rayon de soleil en hiver.

« Voir l'anexe01 ».

La légende :















-  Accès principal piéton
-  Accès cyclable
-  Accès mécanique
-  Entrée principale
-  Entré Secondaire
-  Entré service
-  Arbre
-  Arbuste
-  Palmier
-  Cour d'eau
-  Pergolat en forme de champignon
-  Amphithéâtre en plein air
-  Espace de jeux
-  Espace de dessin couvert
-  Salle du sport



Figure 151: plan de masse
Source : « auteurs »



Figure 152:Plan de masse. Source: « Auteurs»



Figure 154:espace de jeux extérieur. Source : « Auteurs»

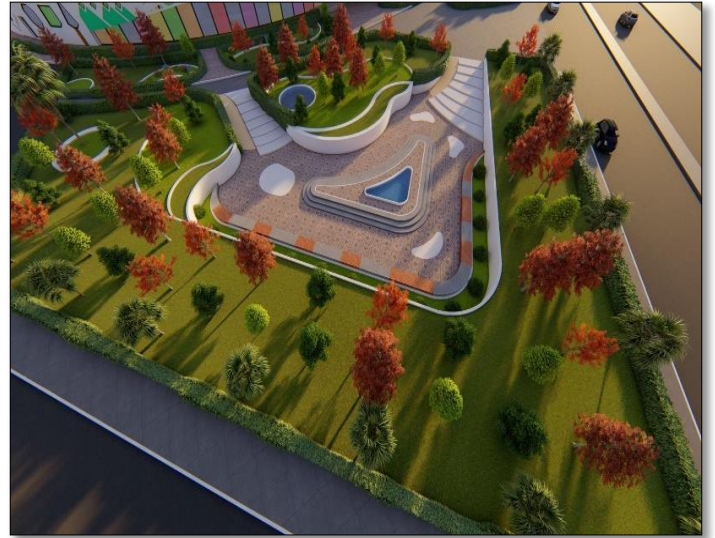


Figure 153:esplanad extérieur. Source : « Auteurs»



Figure 156:Vue globale sur les espaces extérieur. Source : « Auteurs»



Figure 155:Jardin potager.Source:«Auteur »

VII.1.5 Conception de la salle de classe :

L'idée est de créer des salles et des ateliers fluides partagent des espaces communs pour les deux types d'enfants « enfants trisomiques et enfants normaux », le tout forme une même cellule.

Etape 01 : Tracer la forme de base

- On a commencé à partir de la forme ordinaire d'une salle de classe, cette forme est le rectangulaire.

Etape 02 : Dévision et évidement.

- Retour à la programmation, et le taux d'occupation des salles et des ateliers, on a devisé le rectangle en deux parties inégales.

Etape 03 :

- Déterminer les diagonales de chaque forme.
- dessiner des axes parallèles de chaque diagonale.

Etape 04 : forme finale de cellule.

- Traiter les angles par des arcs pour créer une forme fluide, éviter les angles droits qui gênent les enfants trisomiques.
- Créer des espaces communs entre la salle et l'atelier.
- Y intégrer des espaces écologiques qui relient la salle et l'atelier pour favoriser l'idée de l'intégration et exprimer l'importance de l'éducation écologique.

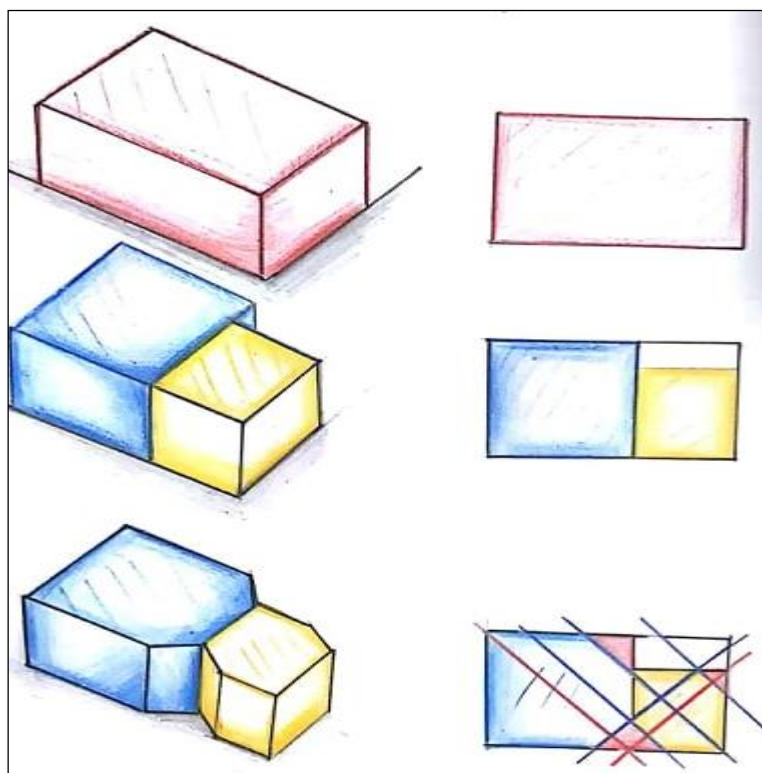


Figure 157 : trace géométrie de salle de classe et atelier
Source: auteur

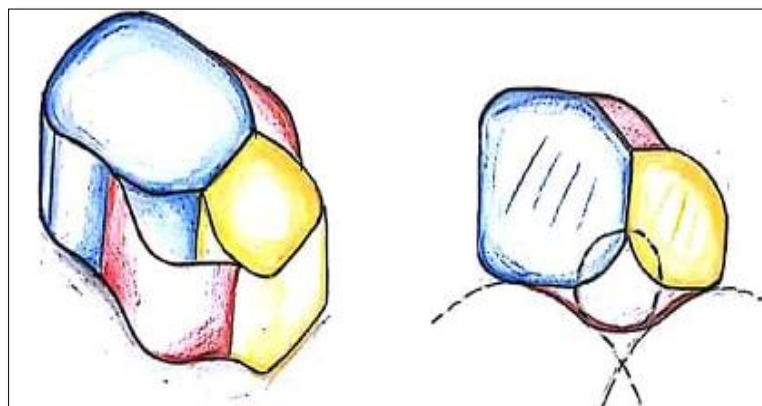


Figure 158: la forme finale de la cellule (salle de classe, atelier, espace écologique) Source: auteur

VII.1.6 Lecture des plans :

Le bâtiment est un volume compact en R+1, de forme simple, lisible et sécuritaire qui permet à l'enfant de jouer, d'explorer librement et de comprendre facilement la disposition des fonctions.

La distribution a un principe d'hierarchisation (public -privé) et (bruit – calme) avec une organisation centrale, les espaces sont organisés autour des 2 cours pour une meilleure circulation et un bon éclairage et aération.

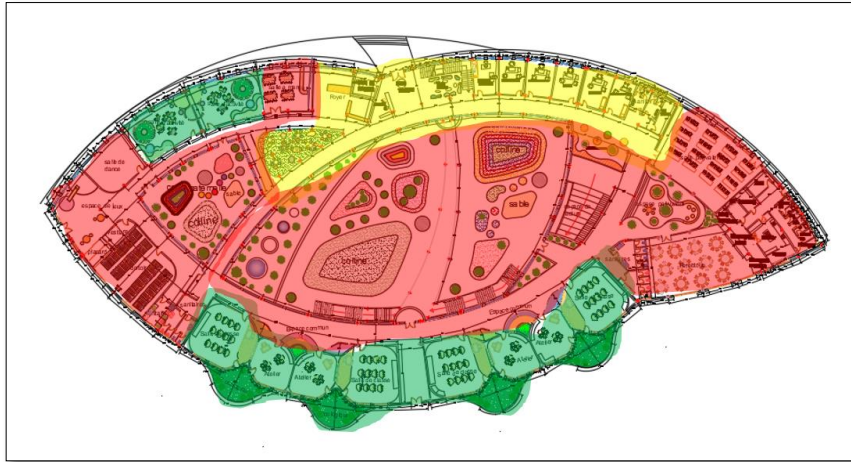


Figure 159: Plan R.D.C. Source: "Auteurs"

La légende

	Public
	Semi public
	Privé

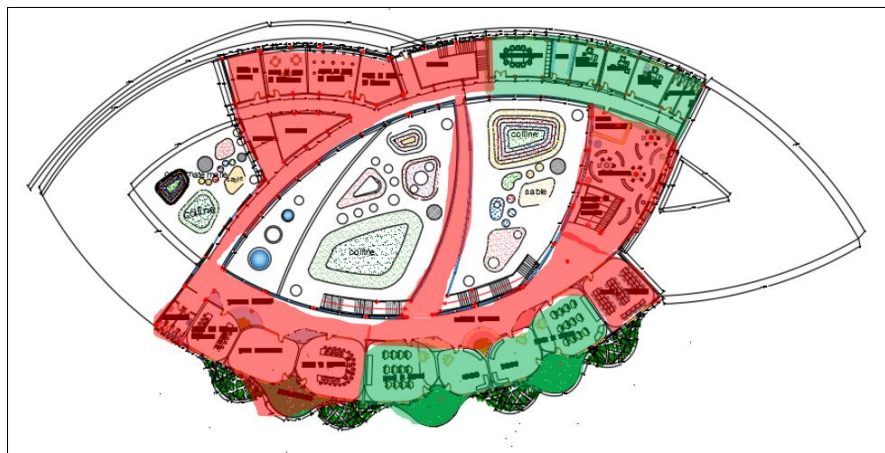


Figure 160: 1er étage. Source: "Auteurs"

a. Organisations des espaces :

Rez-de-chaussée :

il se compose de 3 parties : élémentaire + maternelle + partie commune élémentaire et maternelle .

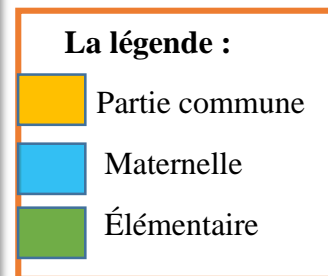
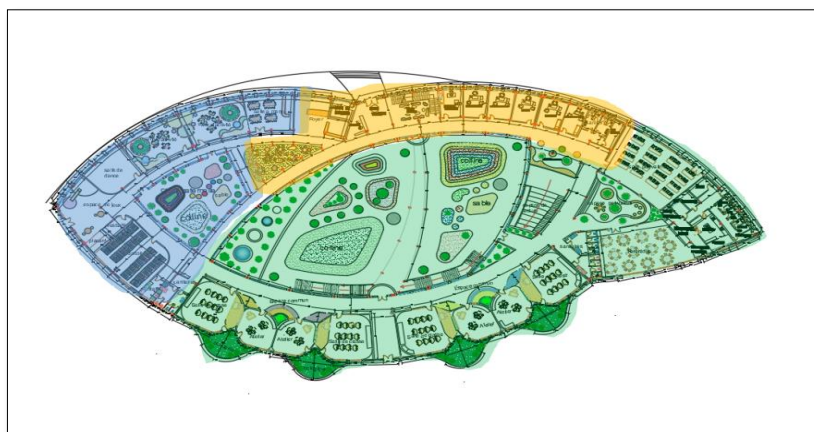


Figure 161: la relation entre les entités au niveau R.D.C
Source «Auteurs »

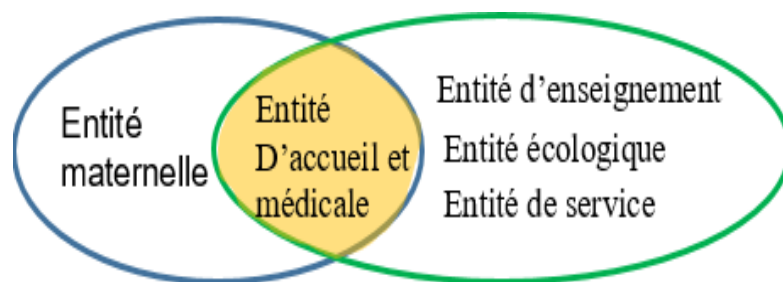


schéma 6 :la relation des entités Source : « Auteurs »

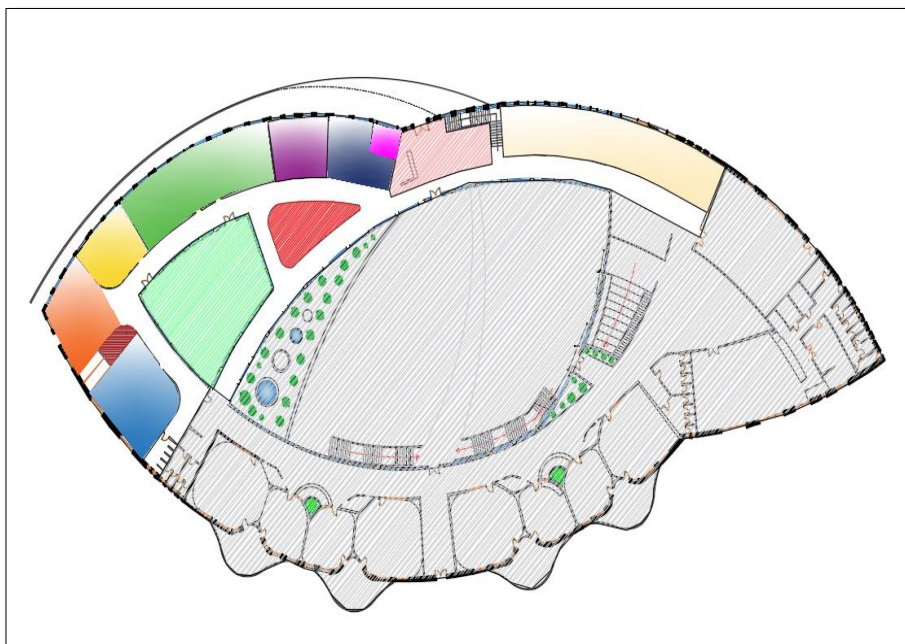
- **La partie commune :**

Contient 2 entités, l'une d'accueil abritant le hall d'accueil avec une réception, un espace d'attente pour l'orientation des parents et un escalier vers l'étage pour l'administration, une loge de gardien à côté de l'entrée principale, un espace de regroupement pour les enfants sous l'atrium avec le foyer, et l'autre côté l'entité médicale près de l'entrée pour faciliter la sortie en cas d'urgence.

- **Entité maternelle :**

Près de l'accueil, elle abrite une salle à manger, 2 salles d'activités orientées vers le nord, une salle de danse, un espace de jeux près de l'air de jeu externe avec des vestiaires, salle de repos, des sanitaires et une cour centrale aménagée par des espaces de jeux et des plantes.

Sa position a été choisie principalement parce qu'elle est destinée à avoir un nombre important de visiteurs « enfants et parents et à fonctionner dans des délais plus large que l'école élémentaire.



La légende

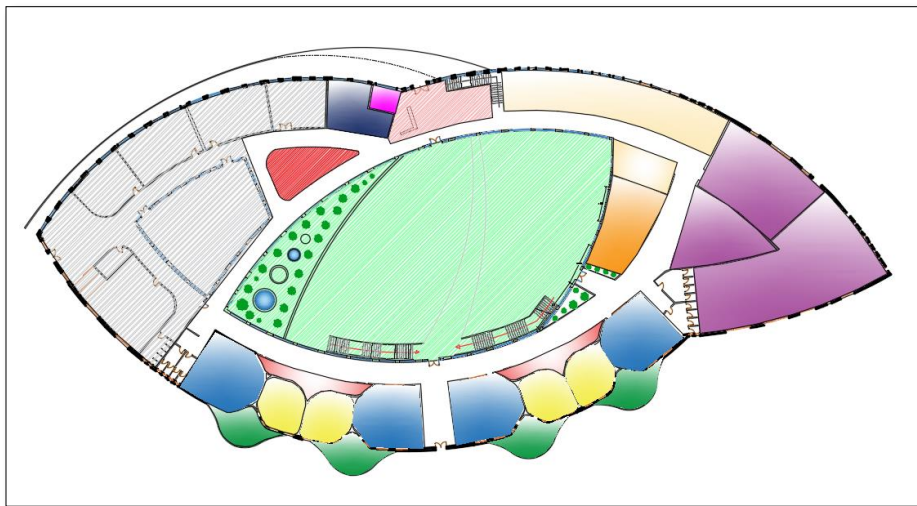
- Entité médicale
- Hall d'accueil
- Loge de gardien
- Foyer
- Espace de regroupement
- Salle à manger
- Salle d'activité
- Salle de danse
- Espace de jeux
- Vestiaires
- Cour
- Dortoir

Figure 162: Organisation du plan de R.D.C "Maternelle". Source »Auteurs »

• **Entité Élémentaire :**

Elle abrite :

- une grande cours centrale semi couverte par la résille , aménagée par des espaces de jeux , des plantes et des point d'eau , entourées par des couloirs vitrée et des espaces de forme de cellule (salle de classe + atelier + espace écologique + espace commun) orientée vers le sud pour profiter et contrôlé la lumière naturelle .
- un espace de lecture de forme des gradins relié avec la bibliothèque sur l'étage
- un atrium contient un espace polyvalent aménagé par des plantes, entourées par une salle polyvalente, la cuisine et le réfectoire



La légende

- Entité médicale
- Entité de service
- Salle de classe
- Atelier
- Espace écologique
- Espace commun
- Hall d'accueil
- Loge de gardien
- Foyer
- Espace de regroupement
- Cour
- Bibliothèque

Figure 163: Organisation du plan de R.D.C du projet « élémentaire ». Source : « Auteurs »

• **La cour centrale :**

Espace commun autour duquel s'articulent toutes les autres fonctions, un point de repère et de distribution, espace de circulation qui permet une vision d'ensemble du bâtiment et crée un environnement plus fluide.

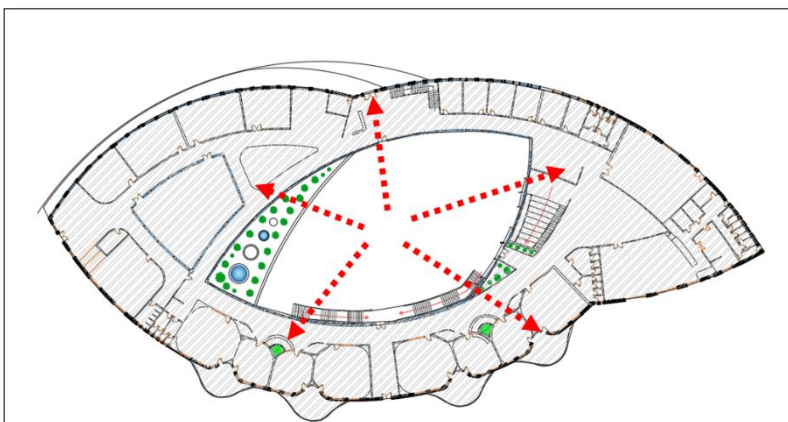


Figure 164: La cour centrale dans le plan de R.D.C. Source : « Auteurs »

Le premier étage :

Sur le côté nord on trouve l'entité administrative, les salles des clubs, la salle de prière et expositions pour les travaux des enfants autour d'une mezzanine

- Sur le côté sud se trouve 2 cellules (salle de classe + atelier + espace écologique + espace commun) avec une bibliothèque et une salle d'informatique
- Dernièrement à coté des salles de classes on trouve une autre cellule (salle de science + salle sensorielle + espace écologique + espace commun) avec une salle des travaux manuel et sanitaire.

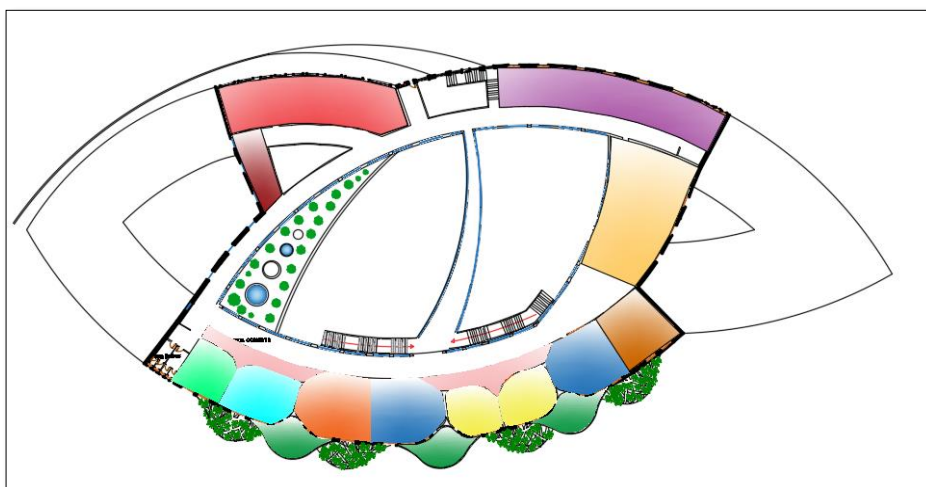


Figure 165: Organisation de 1^{er} étage « Élémentaire ». Source : « Auteurs »

La légende

- Salle de classe
- Atelier
- Espace écologique
- Espace commun
- Espace d'exposition
- Bibliothèque
- Administration
- Salle de science
- Salle sensorielle
- Salle des travaux manuelle
- Salles des clubs salle de prière
- Salle informatique

a. Les espaces communs entre l'enfant ordinaire et l'enfant trisomique :

Une conception d'un plan pour garder un milieu inclusif et adapté pour les 2 types d 'enfants

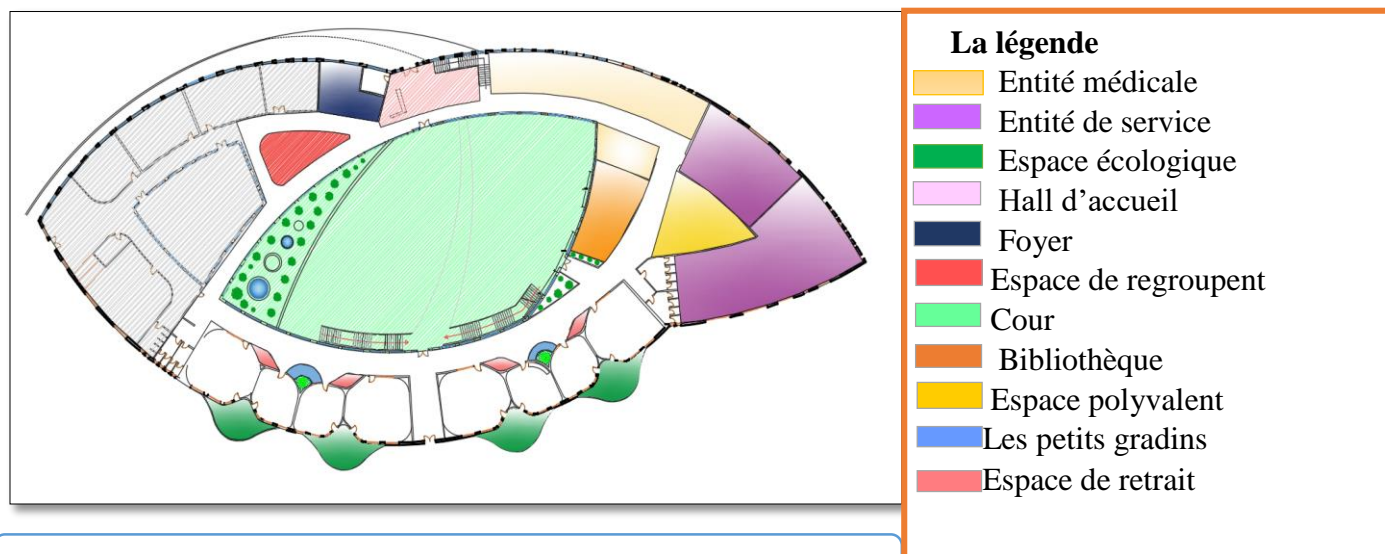


Figure 168: Organisation des espaces communs dans le plan de R.D.C. Source : « Auteurs»

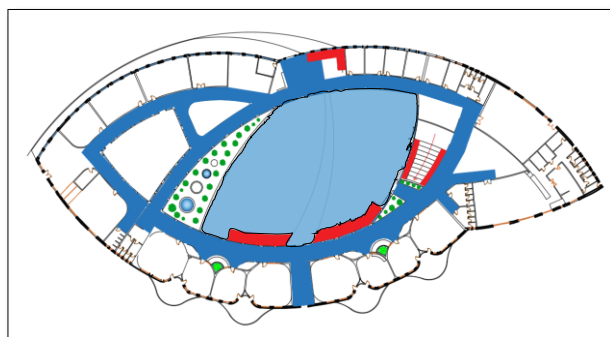


Figure 167: Plan de circulation R.D.C. Source : « Auteurs»

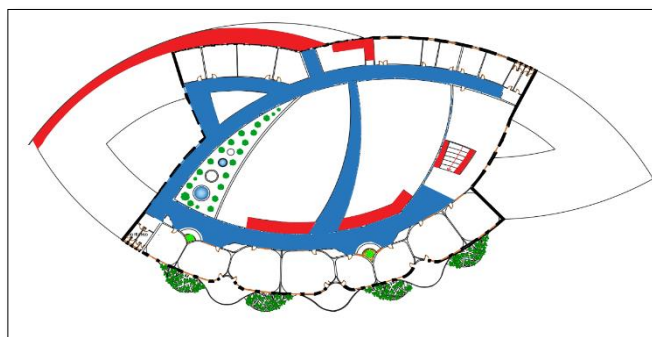


Figure 166: Plan de circulation « étage ». Source : « Auteurs»

b. L'accessibilité et La Circulation du projet :

L'accessibilité au projet est assurée par une grande entrée principale du côté Ouest bien marquée pour la visibilité et le contrôle des enfants avec une deuxième entrée vers l'étage assurée par une rampe pour faciliter la circulations au usager entre l'étage et la partie postérieur du projet .

- La Circulation horizontale : « Montrer au plan en Blue »

Au niveau de l'entrée à partir du Hall d'accueil, les parcours intérieurs de RDC et de 1^{er} étage sont conçus selon le principe d'une organisation centrale, s'articulent autour des espaces centrales (les cours, mezzanine) et ils convergent vers la cour principale.

- La Circulation Verticale : « Montrer au plan en Rouge »

Se fait par les escaliers, la rampe et toboggan dans l'espace de lecture.

b. L'organisation de la salle de classe et l'atelier :

Le bâtiment est caractérisé par la répartition de la cellule d'une même forme et l'alternance de l'atelier et la salle de classe pour le rendre plus facile et fonctionnel pour les enfants.

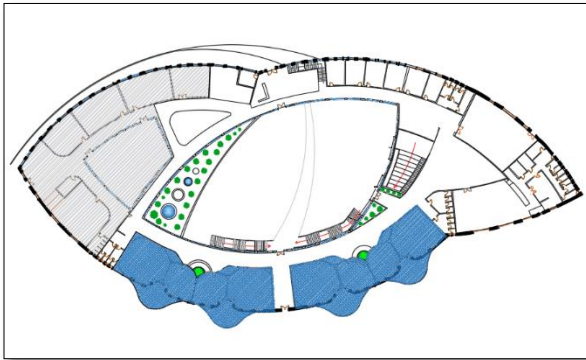


Figure 170: Organisation des cellules en R.D.C.
Source : « Auteurs »

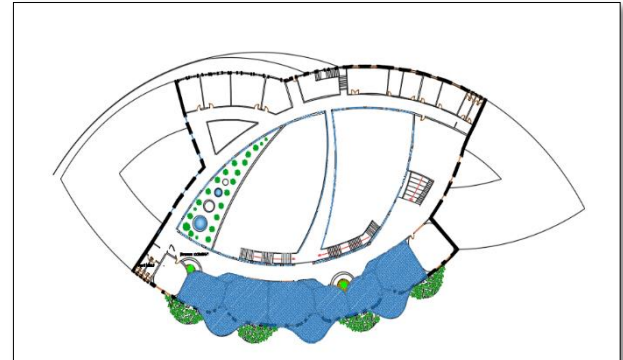


Figure 169: Organisation des cellules en R.D.C.
Source : « Auteurs »

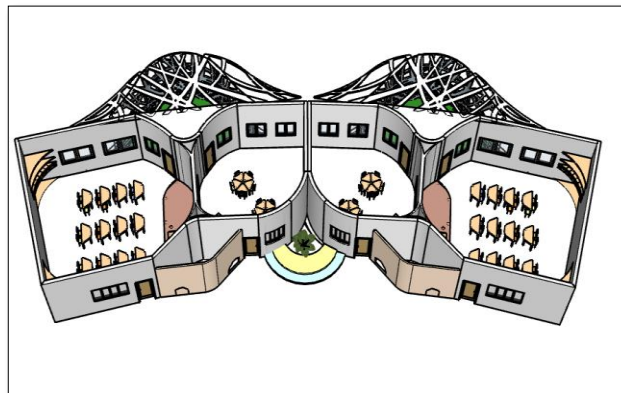


Figure 171: la répartition des cellules en 3D. Source : « Auteurs »

• **Description de la cellule :**

La conception de cette cellule est faite pour renforcer la relation entre les 2 catégories d'enfant par l'adjacent de l'atelier, la salle de classe et par la création des espaces commun des petits groupes entre les deux.

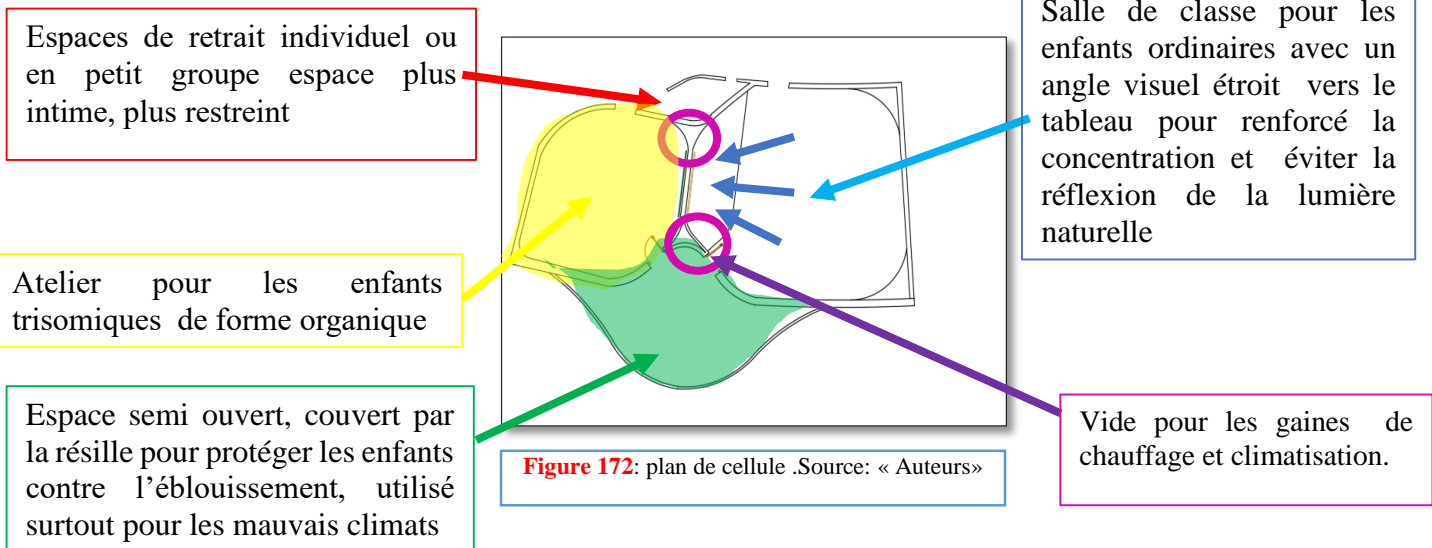


Figure 172: plan de cellule .Source: « Auteurs »

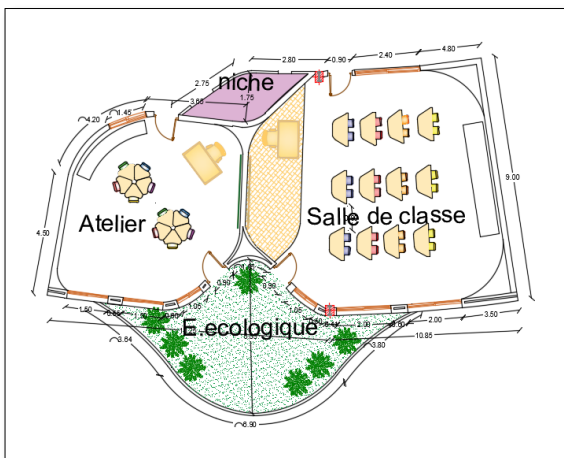


Figure 173: Plan de cellule. Source: « Auteurs.»

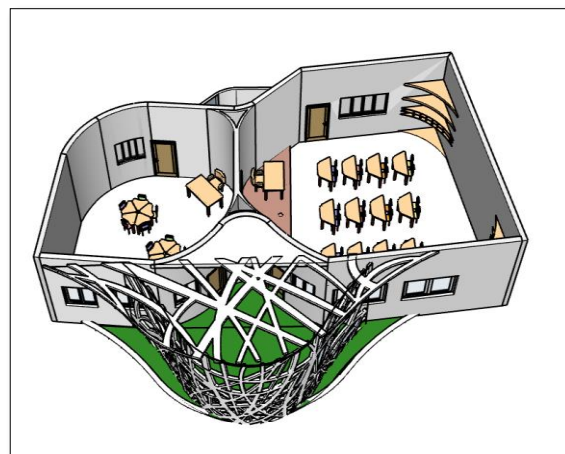


Figure 174: 3D de cellule. Source: « Auteurs.»

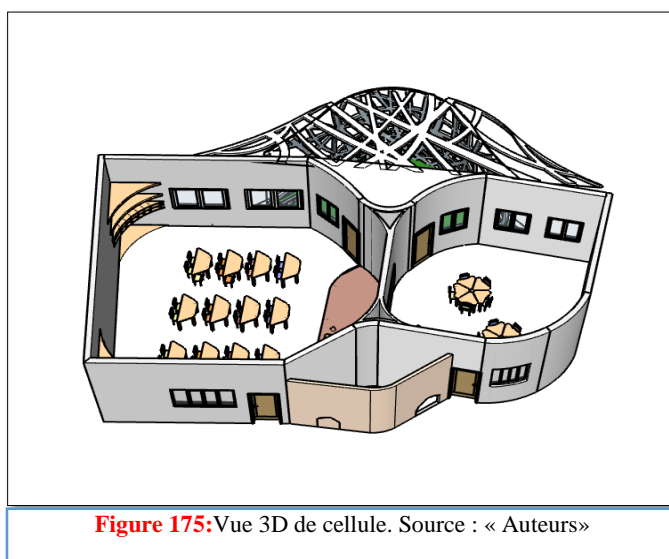


Figure 175: Vue 3D de cellule. Source : « Auteurs»

- **Aménagement flexible de la salle de classe :** la flexibilité au niveau élémentaire sera par l'aménagement et mobilier.

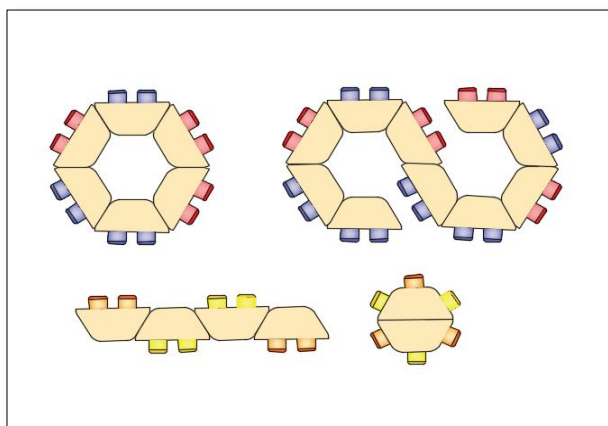


Figure 177: Aménagement de salle de classe. Source : « Auteurs»

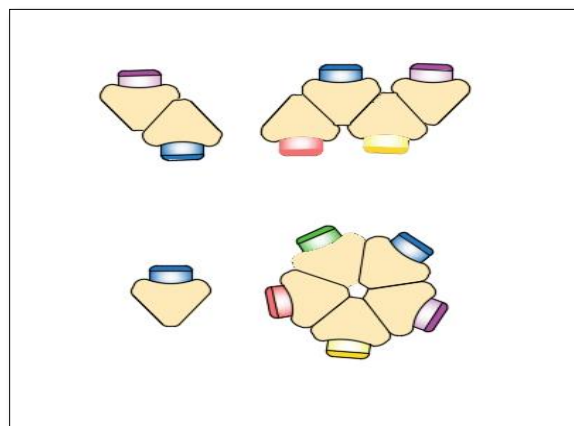


Figure 176: Aménagement d'atelier. Source : « Auteurs»

Similarité des couleurs et des aménagements au niveau des salles de classe et atelier, pour éviter l'idée de séparation entre les enfants.



Figure 178: Vue intérieur sur la salle de classe. Source : « Auteurs »



Figure 179: Vue intérieur sur L'atelier. Source : « Auteurs »

Utilisation d'aménagement flexible au niveau d'atelier et salle de classe afin de faciliter de faire plusieurs activités dans le même espace.



Figure 180:Vue interieur salle de classe Source:"Auteurs"



Figure 182:Vue interieur d'atelier Source:"Auteurs"



Figure 181:vue sur l'espace écologique. Source:"Auteurs"

VII.1.7 Lecture des Façades : « Pour plus de vue voir l'annexe»

a. Idée d'inspiration les éléments de façades :

L'idée principale de conception de la façade s'inscrit dans le processus global de conception du projet et fait un rappel sur l'idée du nid, de ce fait, un traitement en résille est le plus adéquat pour exprimer ce choix.



Figure 184:Nid d'oiseau.
Source :«pixer.uk»,11/6/2019.9 :38am

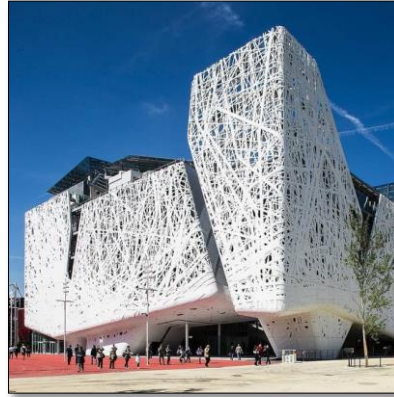


Figure 183:La résilie
Source: «www.aab-fr.com» ,10/6/2019 .9 :38am

L'attractivité : La façade est surtout la principale est faite de façon d'attirer l'attention de l'enfant.

L'origami : est choisi dans ses formes les plus simples pour modeler la façade

L'idée principale du projet (le nid d'oiseau) et l'écologie sont montrés par les formes des éléments des façades.

- L'origami est l'art du pliage en papier (Le mot vient du japonais) . Un art ancestral, aussi délicat qu'économique, apprécié autant par les enfants.

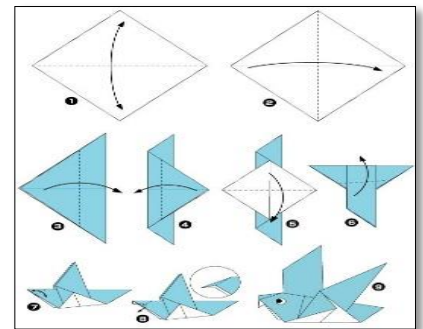


Figure 185:L'art de l'origami. Source : « origamiway.com»,11/6/2019.9 :38am

L'origami est organisée de façon à exprimer un tableau de la nature comme le font les enfants dans leurs dessins les plus courants, les oiseaux et le soleil sont disposés sur la partie supérieure, les plantes et les montagnes sur la partie inférieure intégrées avec l'aménagement extérieur



Figure 187:Tableau dessiné par écolier



Figure 186:Présentation du tableau en origami.
Source :« origamiway.com»,11/6/2019.9 :38am

b. Façade Principale :

La façade principale est orientée vers le nord, une façade auto clôturée abritant les 2 entrées principales elle est caractérisée par deux traitements complémentaires (résille et origamie) faisant allusion aux deux catégories d'enfants.

une rampe couverte par la résille constitue un auvent à l'entrée principale et permet de mouvoir la façade principale en lui donnant une fluidité et une souplesse accentuée par les perforations de la résille.

Ce traitement participe au marquage d'entrée et permet de protéger les usagers des variations climatiques et fournir l'ombrage nécessaire.

La résille commence avec de larges ouvertures qui diminuent au fur et à mesure jusqu'à ce qu'elles disparaissent pour laisser place au tableau de la nature réalisé à l'aide de formes d'origamie.

Pour équilibrer le rapport plein/vide on a choisi un soubassement vitré et coloré qui joue le rôle d'attractivité aux enfants.



Figure 188: Vue sur la façade principale. Source : « Auteurs »

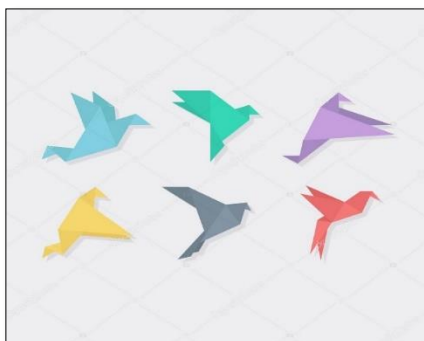


Figure 189: les oiseaux en forme géométrique d'origami.
Source : « origamieway.com », 11/6/2019.9 : 38am

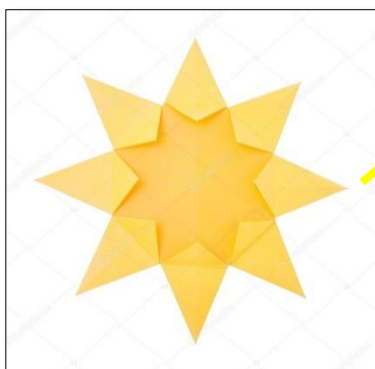


Figure 193: soleil en forme géométrique d'origami
Source : « origamieway.com », 11/6/2019.9 : 38am



Figure 194: vue sur l'irrogamie de façade principale. Source : « Auteurs »

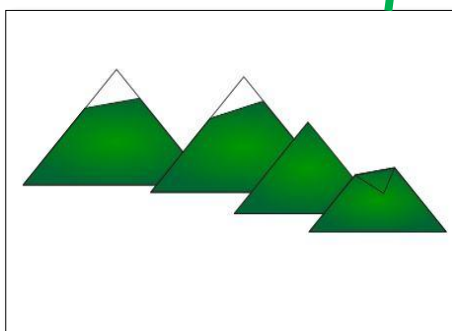


Figure 190: montagne en forme géométrique d'origami. Source : « origamieway.com », 11/6/2019.9 : 38am



Figure 192: Source d'inspiration de la résille
Source : « pixier.uk », 11/6/2019.9 : 38am



Figure 191: Vue sur la rampe. Source: "Auteurs"

c. Façade Postérieur :

Les espaces écologique sont traitées d'une façon répétitive pour favoriser l'importance de les espaces écologiques et pour cassé la forme rigide de la façade.

La résille de cette dernières est t'inspiré du chevauchement du nid suspendue et se continue pour former des brises soleils.

Des percements aléatoire sur la partie supérieur comme la façade principale et façade double peau sur la partie inférieure.

d. Les couleurs du projet :

Utilisation du blanc pour minimiser l'absorption des rayons solaires.

Utilisation des différentes couleurs claires sur le vitrage.

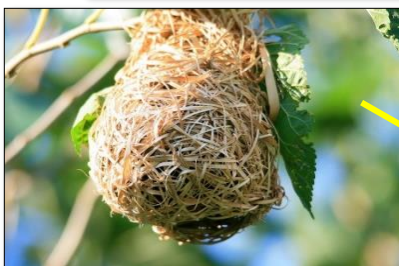


Figure 195: Vue sur la Façade postérieur. Source : « Auteurs»

Figure 197: origine de forme d'espace écologique « nid suspendu»

Source : «pixer.uk», 11/6/2019.9 :38am



Figure 196: forme géométrique d'arbre

Source : « origamieway.com », 11/6/2019.9 :38am

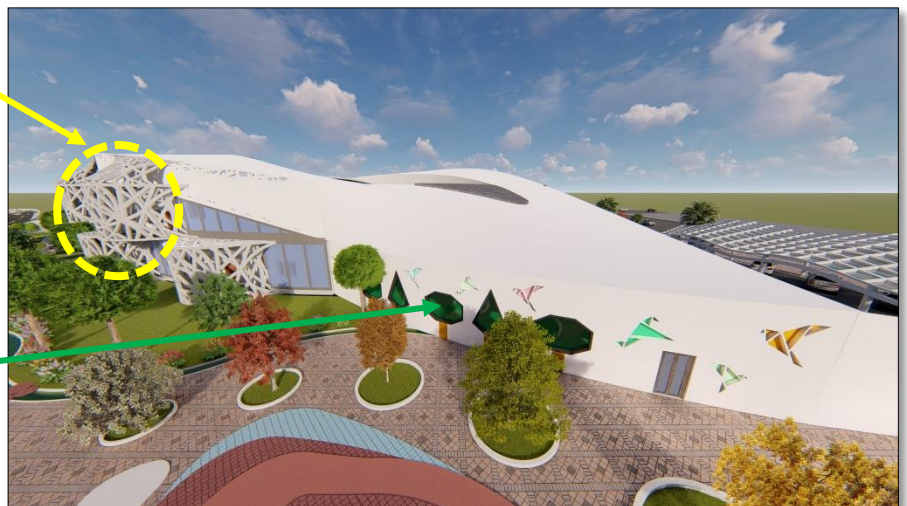


Figure 198: Traitement de façade postérieur. Source : « Auteurs»



Figure 199: Vue sur la façade postérieur. Source : « Auteurs »

e. La façade de La salle de sport :

Le traitement du volume de la salle de sport est inspiré du dessin animé (calimero) connu et adoré par les enfants de plusieurs générations pour mémoriser l'idée de l'œuf .

Avec un vitrage coloré sur la partie inférieure pour une continuité visuelle avec les terrains de sport extérieurs



Figure 200: vue sur la salle du sport. Source : « Auteurs »



Figure 201: Dessin animé calimero. Source: « www.talenthouse.com », 29/6/2019, 9 :54am

Synthèse du volet :

Dans ce volet on a cité les concepts et les différentes étapes de la genèse du projet, la conception des espaces extérieur et intérieur, la forme du volume et le traitement de la façade.

VII.2 Volet Technique:

Introduction :

Ce volet a pour but de déterminer les différentes formes de réalisation du projet que ce soit : structure, technique, énergie renouvelable.

VII.2.1 Structure : (Les plans, voir l'annexe 01)

- **Infrastructure :**

On ne peut pas statuer sur le choix de fondation, car il est nécessaire une étude précise sur la résistance du sol, du type d'ouvrage et d'un résultat des calculs des descentes des charges.

- **Superstructure :**

Éléments verticaux :

Poteaux mixtes :

Les poteaux mixtes en acier-béton.

On a utilisé ce type de poteau au niveau des classes et atelier, afin d'éviter les poteaux au niveau des classes, atelier et couloirs et pour éviter les grands retombés.

La dimension proposée est : 40*35cm.

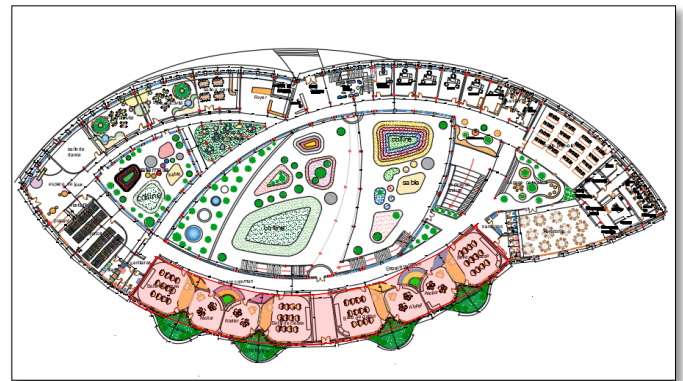


Figure 202: les poteaux mixtes au niveau du plan.
Source : « Auteurs »

Poteaux en béton armé:

On a utilisé pour les petites portées, en école sauf le côté d'enseignement, et logement de fonction.

La dimension proposée est :

40*35cm.



Figure 203: Les poteaux en béton armé au niveau de plan
Source : « Auteurs »

Colonne tubulaire:

Ce sont des poteaux circulaires en acier de petites dimensions, utilisés dans les structures spéciales.

On a utilisé au niveau de salle de sport.

La dimension proposée selon est : 30cm

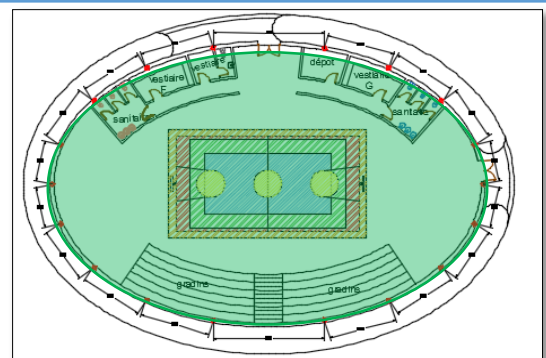


Figure 204: les colonnes tubulaires au niveau de salle de sport. Source : « Auteurs »

Éléments Horizontaux :

Poutres :

Trois types de poutre sont utilisés :

Poutre mixte : au niveau de salle de classe et atelier.

Poutre en béton : Utilisée dans les logements de fonction tout l'école sauf le côté des salles et atelier, avec une retombée de 50cm.

Poutre tridimensionnelle : Au niveau de salle de sport, Pour faciliter la réalisation du coque.

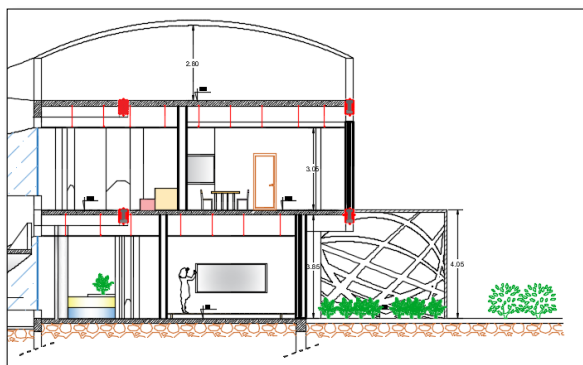


Figure 206: Les poutres mixtes au niveau du projet.
Source : « Auteurs »

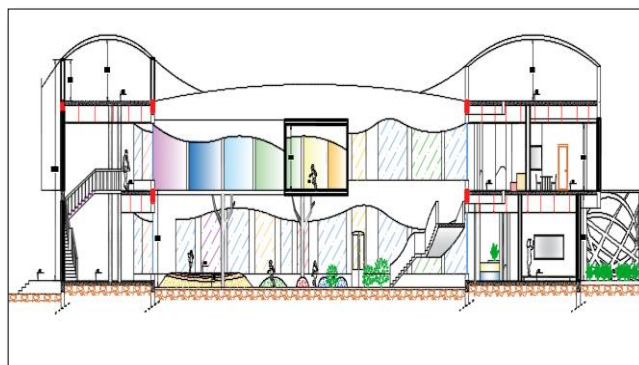


Figure 205: Les poutres en béton au niveau du projet.
Source : « Auteurs »

Planchers :

Trois types de plancher :

Plancher mixte : pour salles de classes et les ateliers.

Dalle corps creux : tout le projet sauf salle de sport.

Poutre tridimensionnelle : Au niveau de salle de sport, Pour faciliter la réalisation du coque.

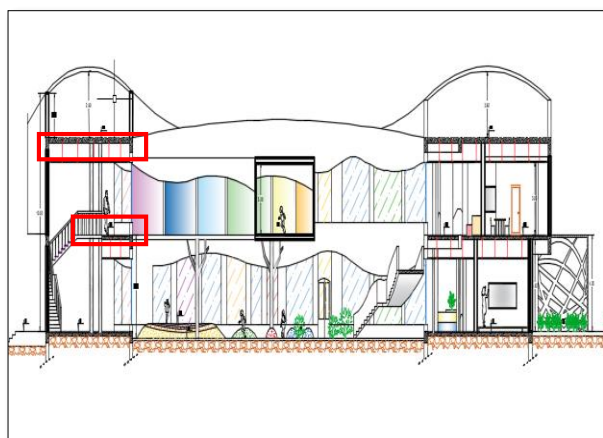


Figure 208: Plancher corps creux au niveau du projet.
Source : « Auteurs »

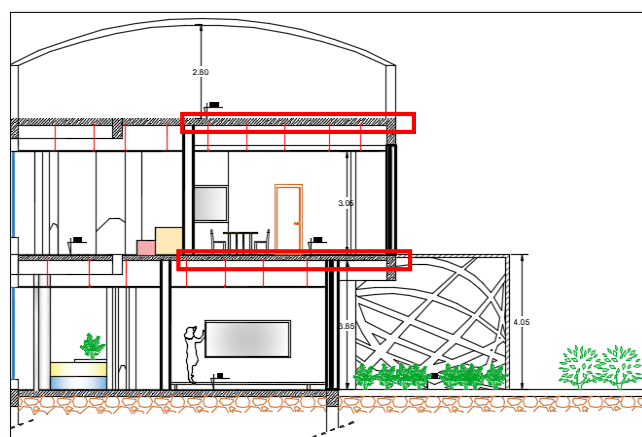


Figure 207: Plancher mixte au niveau du projet.
Source : « Auteurs »

Rampe :

une structure autoportante en béton précontraint « sans poteaux ». on joue sur l'épaisseur de dalle de rampe « grand épaisseur au début et fin de rampe et petit épaisseur au centre ».



Figure 209: La rampe. Source: « Auteurs »

- **Joints:**

On a prévu des joints de rupture et de dilatation afin de répondre à toutes les sollicitations éventuelles.

Joints de rupture « Montré en Blue »: utilisée dans les changements de direction des différentes trames et dans le cas de différence de charge.

Joints de dilatation « Monté en rouge » : utilisée pour remédier aux effets de la température dans les bâtiments de grande longueur, chaque 25 à 30 mètres.

VII.2.2 Matériaux de construction :

- **Critères de choix de matériaux :**

Les matériaux de construction étaient choisis selon leur inertie thermique, isolation thermique et acoustique et l'impact environnementale.

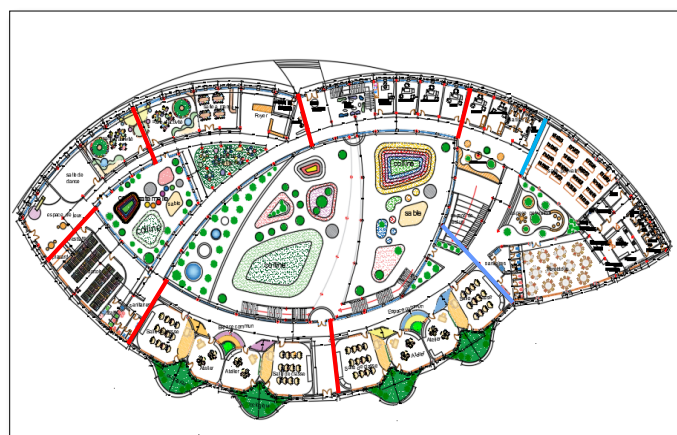


Figure 210: Les joints de rupture et dilatations au niveau du plan. Source : « Auteurs »

Mur extérieur :

Les murs d'extérieur sont réalisés par la brique creuse de 15 cm et la brique creusé de 10cm.

Utilisation du verre pour façade postérieur « Façade double peau ».

Mur intérieur :

Sont réalisé par la brique creusé de 15 cm, sauf les salles des classes et atelier réalisé par la brique de 15cm et 10cm. pour l'isolation acoustique.

Enduit :

On a utilisait enduit en matériaux de changement de phase au niveau de mur extérieur et mur intérieur. « Pour plus de détail sur le matériaux voir chapitre durabilité et simulation, volet évaluation de confort thermique »

Toit Ventilé :

En béton léger « montré en rouge », il ne permet de réaliser la forme bomé. et on a utilisait le liège « montré en jaune » comme isolant.

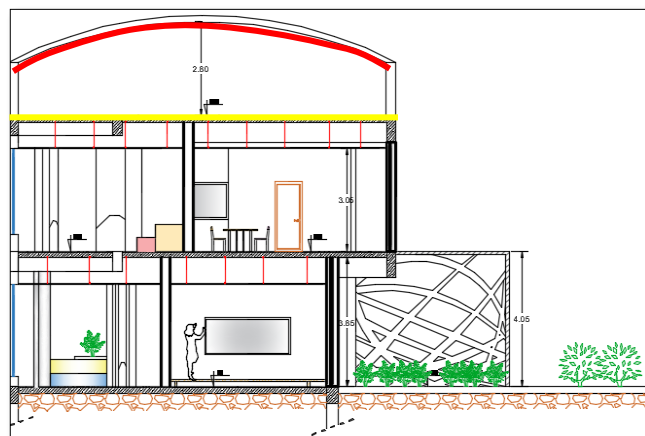


Figure 211: matériaux de toit ventilé. Source: « Auteurs »

Revêtement mural :**Céramique novoceram « destiné au écoles »⁹⁸**

Résistant au feu.

Ne s'effrite pas et ne fissure pas

Grande résistant à l'usure et au rayure.

Ne se tache pas et facile à nettoyer.

Ecologique

Revêtement du sol Pvc spéciale pour les classe « terekatt »:⁹⁹

Durable et résistant.

Assurer le confort acoustique.

Contribution à une meilleure qualité de l'air intérieur.

Revêtement du sol Pvc spéciale pour la classe de maternelle « terkatt » :¹⁰⁰

Confort à la marche.

Facilité d'entretien.

Contribution à une meilleure qualité de l'air intérieur.

Coloris qui encouragent la concentration.



Figure 212: revêtement mural en céramique.
Source : « www.novoceram.fr », 10/6/2019, 9 :59am

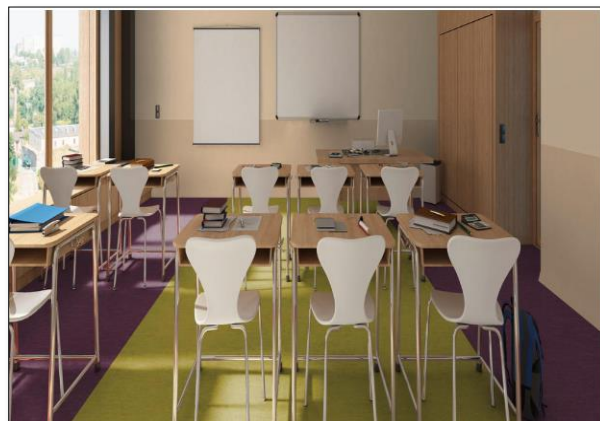


Figure 213: revêtement de salle de classe.
Source : « professionnels.tarkett.fr », 10/6/2019, 11 :18am.

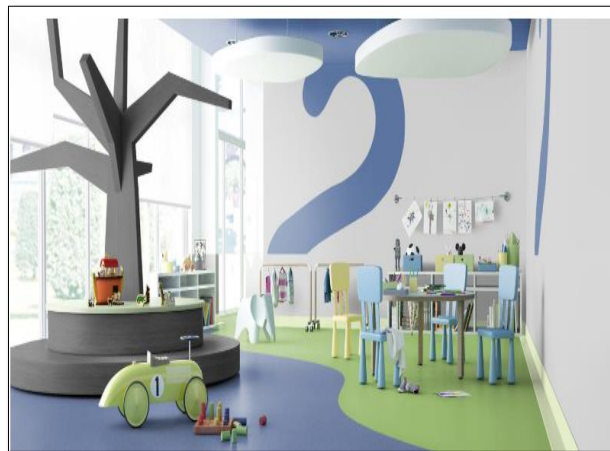


Figure 214: revêtement pvc salle maternelle
Source : « professionnels.tarkett.fr », 10/6/2019, 11 :18am

⁹⁸ Source : « www.novoceram.fr », 10/6/2019, 9 :59am

⁹⁹ Source : « professionnels.tarkett.fr », 10/6/2019, 11 :18am.

¹⁰⁰ IDEM94.

VII.2.3 Description de la volumétrie :

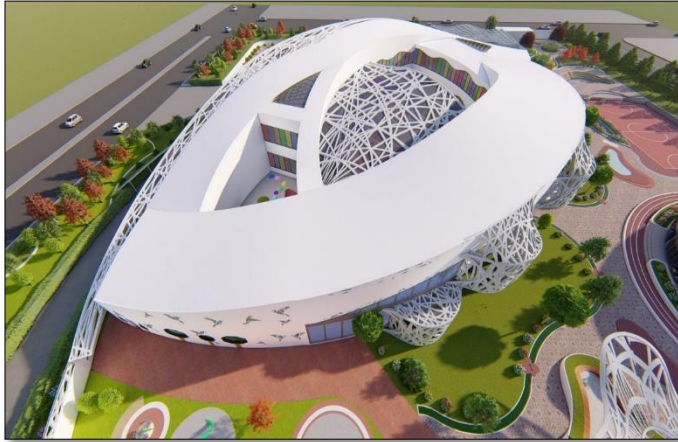


Figure 215: Vue 3d de projet. Source : « Auteurs»



Figure 216: Vue 3D de projet. Source : « Auteurs»

Le projet est conçu en un seul volume monobloc, compact, fluide et organique en R+1 avec un toit bombé

VII.2.4 Aspect liée à la durabilité :

a. **Toiture** Dans le projet on a fait la combinaison des deux types de toit.

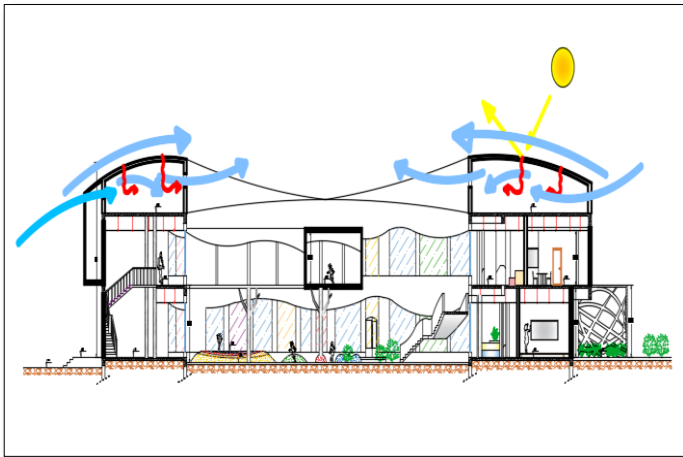


Figure 218: Ventilation naturelle. Source : « Auteurs»

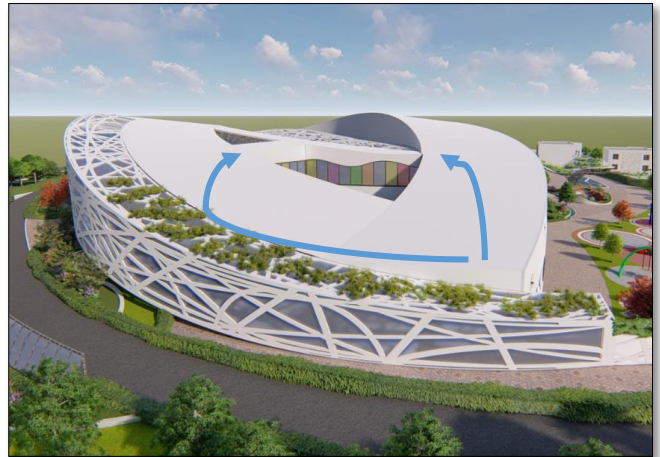


Figure 217: Toiture bombé Source : « Auteurs»

- **Toiture bombée :**

Le toit c'est la partie la plus exposés au rayonnement solaire donc la forme bombé la plus pratique pour une zone chaude il permet le mouvement des vents et la plus esthétique.

- **Toiture ventilée :**

Une cavité ventilée séparant le toit du plafond et des ouvertures au niveau des murs pour une meilleure ventilation transversale et pour éviter l'accumulation d'air chaud stagné.

- a. **La végétation :**

On a intégré la nature dans le projet pour garanti une circulation adéquate.

On a placé les espaces verts du coté sud avec des points d'eau pour diminuer l'effet des vents de sables et l'effet des vents chaud dans le projet et pour meilleur ventilation naturelle et aération.

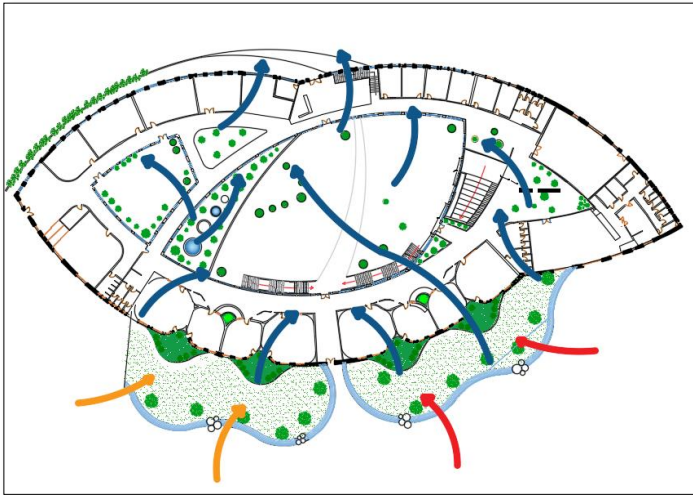


Figure 219:La ventilation naturelle au niveau de plan.
Source : « Auteurs »

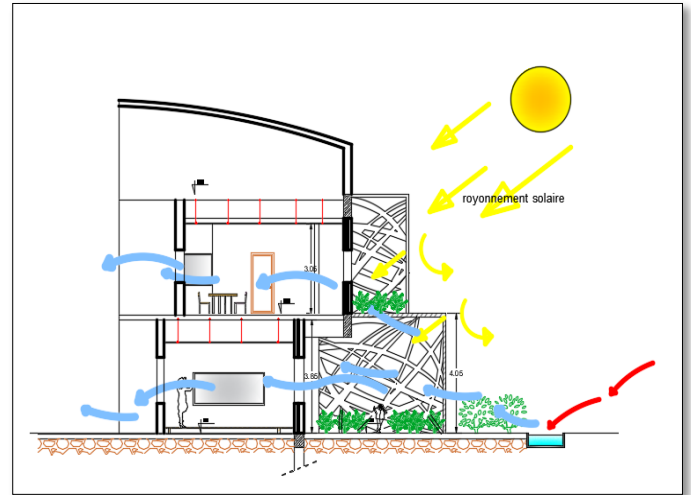


Figure 220: la ventilation naturelle au niveau de coupe.
.Source : « Auteurs »

- **Détail de terrasse végétalisée :** (les espaces écologique de 1 er étage)

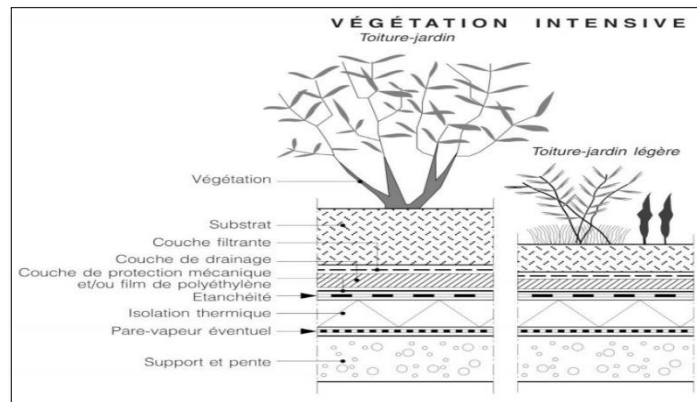


Figure 221:Détail de végétation intensive.
Source : «www.guidebatimentdurable.brussels»
7/6/2019, 12:07pm

- b. Résille :** On a choisie d'étudier les mois les plus chaud durant l'années scolaire (septembre et mai) et l' heure de récréation .

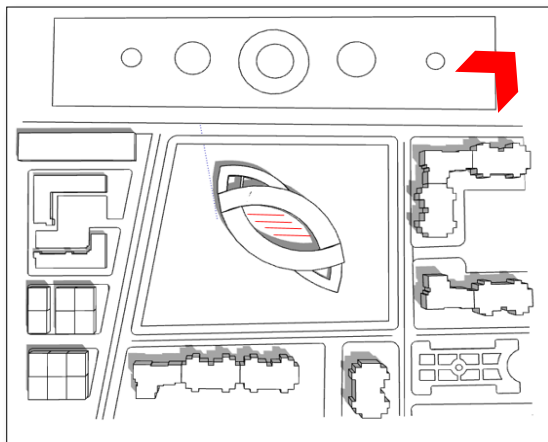


Figure 222:L'ombre en 21 mai à10:00h
Source : « Auteurs »

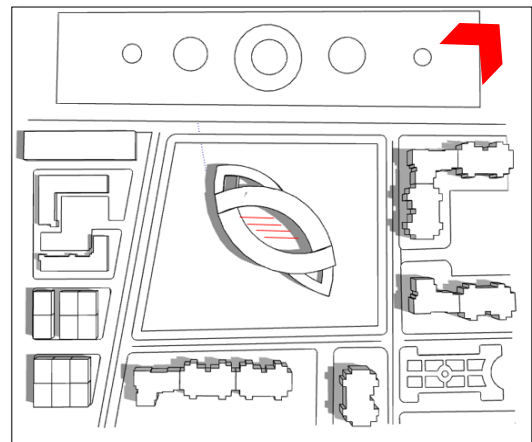


Figure 223: L'ombre en 21 septembre à10:00h
Source : « Auteurs »

Commentaire : la cour centrale est très exposé au soleil par contre la petite cour est ombragées.

On a couvert une partie de la cour par une résille sur le coté qui reste une langue durée exposé au soleil (coté ouest) pour protéger les enfants contre les surchauffes et l'éblouissement et permet la ventilation naturelle.

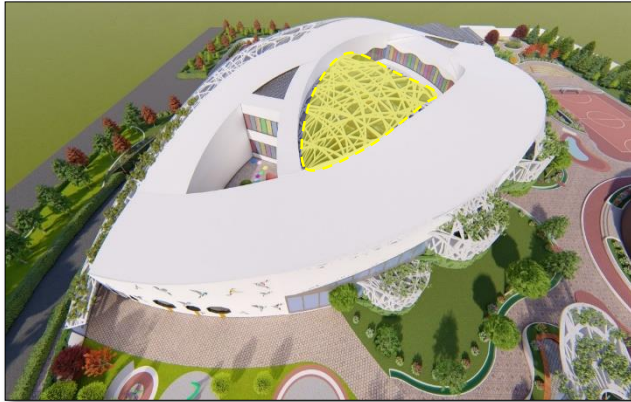


Figure 227:La résille du toit Source : «Auteurs »

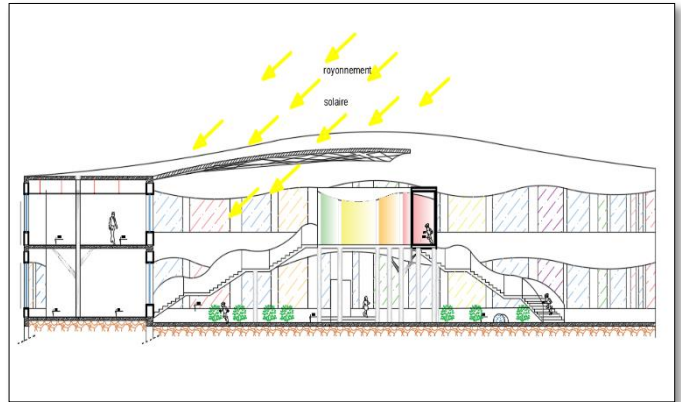


Figure 224: Coupe longitudinal représente l'effet de la résille de cour . Source : «Auteurs »



Figure 226:La résille au espace écologique. Source : «Auteurs »

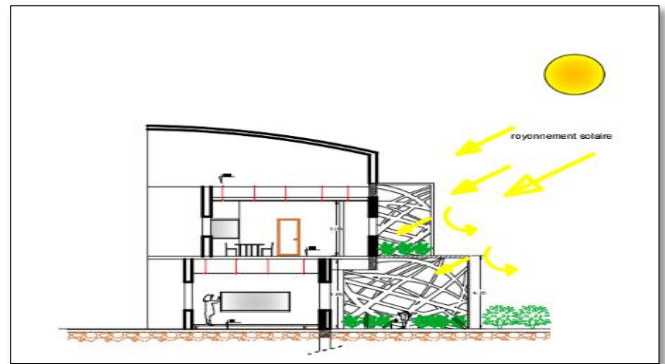


Figure 225:Coupe transversal représente l'effet de la résille d'espace écologique. Source : «Auteurs»

On l'utilise aussi pour couvrir les espaces écologique du coté sud pour protéger les plantes, les enfants et les fenêtres des salles de classe et permet la pénétration de la lumière naturelle

c. Atriums :

L'atrium joue un double rôle, on amenant de la lumière naturelle notamment pour les espaces. Il joue également un rôle dans la ventilation naturelle, car il agit comme une cheminée solaire géante.

L'entrée d'air se fait des deux côtés du bâtiment, tandis que l'extraction se fait au milieu.

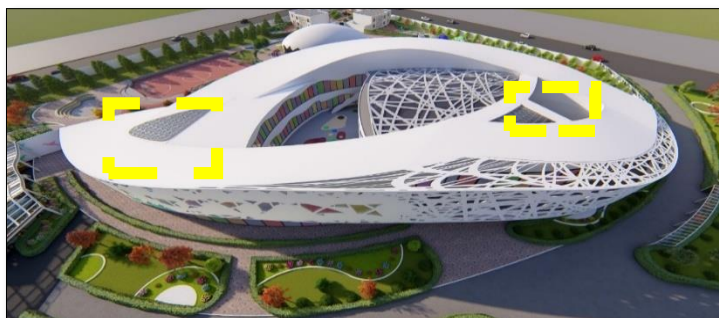


Figure 228:Atrium.Source : «Auteurs»

e. Façade double peau :

En hiver

La double peau étant fermée, nous utilisons le rayonnement solaire afin de réchauffer l'air intérieur de la double peau.

En été :

Utilisation les ouvrants de façade du bâtiment afin de laisser pénétrer l'air frais de la double peau et donc de limiter l'utilisation de la climatisation



Figure 229:Façade double peau. Source : « Auteurs»

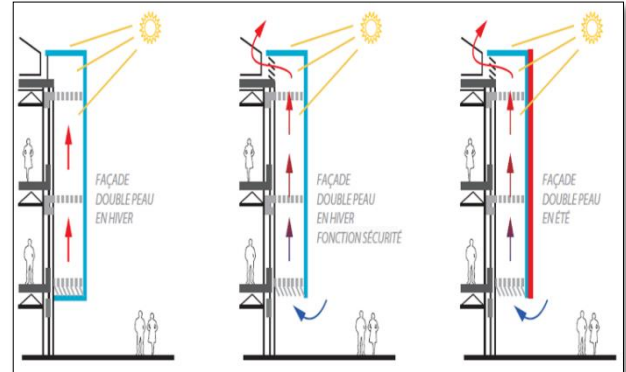


Figure 230:Façade double peau. « [souchier-bouillet.com/Façade-bioclimatique Intelligente](http://souchier-bouillet.com/Façade-bioclimatique%20Intelligente) »,8/6/2019,12 :49pm

f. Energie cinétique :

Le revêtement de sol transforme la pression des pas en électricité.

On les intègre dans l'aménagement de la cour (les jeux des enfants) parce c'est la partie la plus exposé au mouvement de ce dernier.



Figure 232: colline de jeux.
Source: www.pinterest.com,8/6/2019,1:08pm

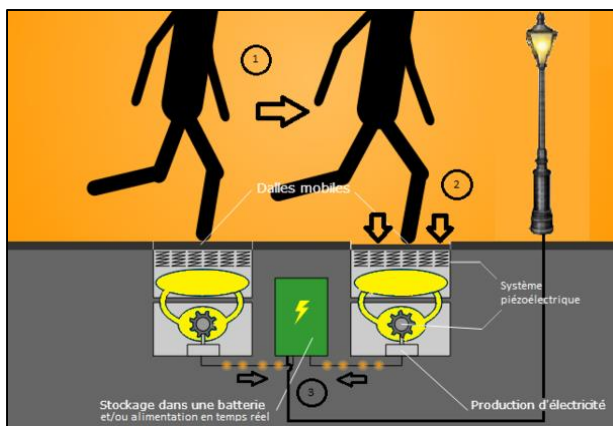


Figure 231: revêtement de sol produit l'électricité.
Source« sciencesetavenir.fr »15/5/2019,12 :33am



Figure 233:Colline produit l'électricité. Source : « Auteurs»

g. Système solaires :

Les panneaux solaires souples et flexibles ont une technique de fabrication spécifique qui leur permet de bénéficier de cellules aux rendements élevés. Cette technique de fabrication consiste à encapsuler des cellules photovoltaïques en silicium entre des feuilles de matériau flexible, dont l'un au moins est transparent (par exemple le polycarbonate).

On les intégrés au niveau de la résille qui couvre la cour, parce que c'est la partie la plus exposé au soleil.



Figure 234:Panneau solaire souple.
Source : « photovoltaïqueplastique.com»,2/6/2019,12 :16pm



Figure 235:vue en haut sur le projet. Source : « Auteurs»

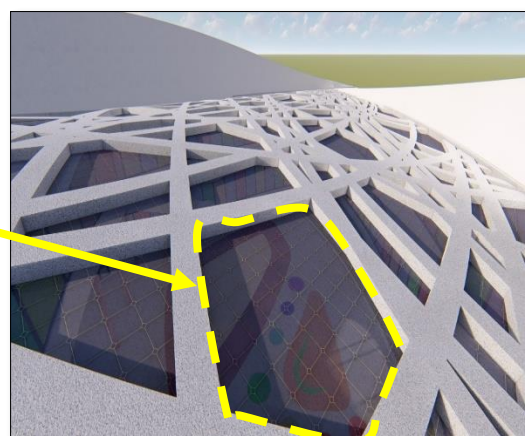


Figure 236:Emplacement de photovoltaïque.
Source : « Auteurs»

h. Arbre à vent :

Ce sont des arbres qui produisent l'énergie à partir de vent, on a placé les arbres dans le côté de vents « sud, sud-ouest »



Figure 238: les arbres à vent au niveau de plan de masse
Source : « Auteurs »



Figure 237: Arbre de vent. Source: «Auteurs»

j. Confort acoustique :

Au niveau de plan de masse :

Le projet est implanté au cœur de terrain pour s'éloigner le maximum de voie mécanique ainsi que l'implantation des écrans végétaux au tout autour de projet afin d'empêcher le bruit

Au niveau des plans :

Distribution des espace selon la hiérarchisation (bruit , calme)

La massivité de parois extérieures avec une façade double peau

La massivité de parois intérieures : brique de 20 cm .

Toit ventilé avec un faux plafond



Figure 239: Les sources de bruit extérieur.
Source : « Auteurs »

k. Confort psychologies :

Les espaces des jeux et les espaces polyvalente aménagés pour la récréation et les espace extérieur . la fluidité de volume, des parcours, des espaces intérieurs et extérieur et l'utilisation des formes et des traitements les plus favorables au enfants.

Un traitement de façades et des aménagements des espaces intérieur et extérieur coloré.

Niveau de toit baissé

La continuité visuelle entre les espaces

Aménagement des petites espaces de retrait



Figure 241:espace extérieur. Source : « Auteurs»



Figure 240:La cour intérieur. Source : « Auteurs»

I. Confort respiratoire (qualité de l'air) :

Eloignement de bâtiment par rapport aux voies mécanique et les parkings

L'implantation des végétations et points d'eau a l'intérieur et à l'extérieur pour assure une bonne qualité de l'air.

Renouvellement de l'air est assuré grâce au patio, atrium et les espace écologique.

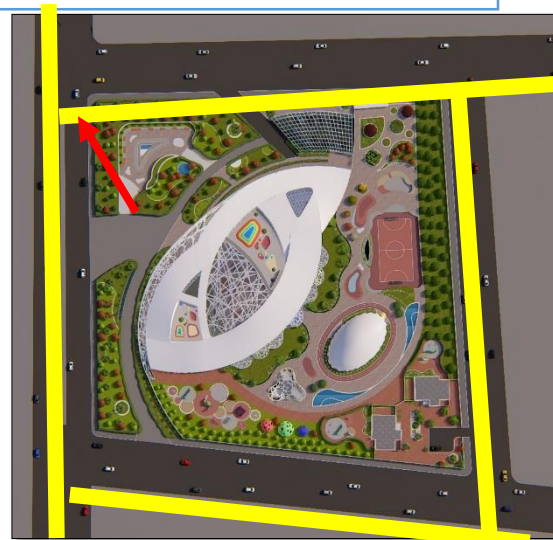


Figure 242:les recules. Source : « Auteurs»

VII.2.5 Palette de couleur utilisée :

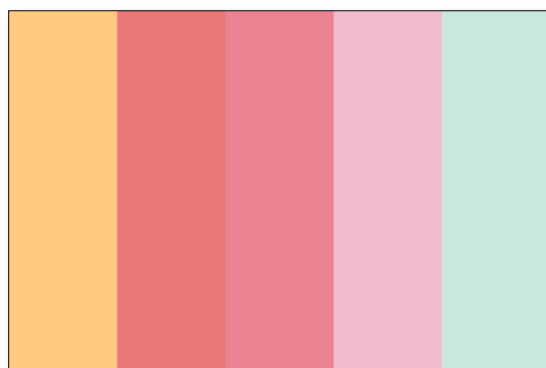


Figure 244:Gamme de couleur.
Source : « a3ds.paris.com » ,11/6/2019,11 :11am.



Figure 243:Gamme de couleur.
Source : « a3ds.paris.com » ,11/6/2019,11 :11am.

Synthèse du volet :

Dans ce volet on a cité la structure et les différents matériaux de constructions utilisée avec les techniques durables intégrés dans ce projet.

Synthèse du Chapitre:

On ce chapitre, on a trait tous qu'est en relation avec la conception, architecture durable, les confort , Structure et matériaux afin d'avoir un projet réussi.

VIII. Chapitre de durabilité et simulation

Evaluation du confort thermique au niveau de salle de classe et atelier

VIII.1 Evaluation de confort Thermique au niveau de salle de classe et atelier

Introduction :

Le confort thermique dans les établissements scolaire représente un sujet de préoccupation majeur. Ces milieux accueillent des enfants et des enseignants passent chaque année une grande partie de leur temps au sein de ces derniers.

Des recherches montrent que la réussite scolaire est dépendante de fournir un environnement d'apprentissage confortable, notamment thermique. Les élevés peut aboutir des résultats positive.

Pour cela, on va étudier et essayer d'améliorer le confort thermique des salles de classe et ateliers dans une zone chaude et aride.

VIII.1.1 Problématique :

Pour assurer le confort thermique, un intérêt particulier doit être accordé à l'environnement dès la phase de la conception. Les bâtiments scolaires doivent être conçus en fonction de donnée climatique locale, afin de bien choisir les matériaux et le meilleur dispositif pour la zone concernée.

Donc,

- Quelles sont les matériaux à adopter, les dispositifs architecturaux à utiliser pour assurer le confort thermique des salles des classes ?
- es-que l'utilisation d'un toit ventilé et façade double peau sont des dispositifs efficaces pour maintenir les conditions de confort thermique d'une salle de classe conçue dans la ville de Laghouat caractérisée par un climat chaud et aride?
- la combinaison entre les dispositifs : façade double peau et toit ventilé, avec l'utilisation d'un matériau à changement de phase « à forte inertie », nous permet d'atteindre le confort thermique ?!

VIII.1.2 Objectif :

L'objectif consiste à améliorer le confort thermique des établissements scolaires dans une zone chaude et aride. Cela concerne l'étude de l'effet des matériaux et dispositif sur la température de la salle de classe.

VIII.1.3 Hypothèses :

Parmi les aspects liées au confort thermique « l'inertie thermique des matériaux et la ventilation ». Donc ,peut-être on peut assurer le confort thermique par :

- Utilisation des matériaux à forte inertie thermique tel que : matériaux à changement de phase.
- utilisation des toits ventilée
- protection végétale.

VIII.1.4 Méthodologie de la recherche :

Dans le but d'atteindre l'objectif tracé pour le confort thermique, la démarche suivante va être suivie :

La partie théorique, c'est la première phase du travail, permettant l'approfondissement des connaissances théoriques concernent le confort thermique, matériaux à changement de phase, façade double peau et toit ventilée.

Deuxième partie, c'est la partie de simulation et l'évaluation du confort thermique sera élaborée par le biais de logiciels « Ecotect et Energy plus ».

VIII.1.5 Définition :

Le confort thermique est défini comme "un état de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique"¹⁰¹

VIII.1.6 Critères du confort thermique dans les salles de classe:¹⁰²

- Température de l'air.
- température de la paroi.
- Métabolisme de personne
- son habillement
- Vitesse de l'air dans le local.
- Humidité

VIII.1.7 Aspects liés au confort thermique:

a. Matériaux :

• Isolation thermique :

L'isolation thermique vise à empêcher les transferts de chaleur entre un milieu chaud et un milieu froid.¹⁰³ Selon la norme RT2012, on distingue deux types d'isolation :

- **Isolation extérieur :**

Elle consiste à appliquer un « manteau thermique » sur la structure extérieure. Ainsi les ponts thermiques sont éliminés, l'isolation créée permet une meilleure performance énergétique.¹⁰⁴

- **Isolation Intérieur :**

Elle consiste à poser un isolant contre les murs intérieurs.

L'avantage est le côté pratique surtout en rénovation lorsque les façades sont classées. L'inconvénient réside dans les ponts thermiques créés en un confort d'été sans l'inertie des murs donc avec un confort d'été moindre¹⁰⁵

• Inertie thermique :

L'inertie thermique est la capacité qu'un bâtiment détient pour emmagasiner puis restituer la chaleur de manière diffuse. Pour faire simple, plus un bâtiment dispose d'une inertie thermique importante, plus ce dernier se réchauffe et se refroidit lentement.¹⁰⁶

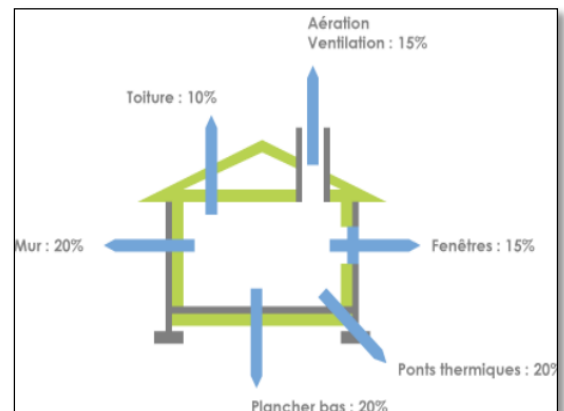


Figure 245: Répartition moyenne des déperditions dans une maison individuelle. Source : « greenskysolar.biz », 5/5/2019, 7 :18pm

¹⁰¹ Site : energieplus-lesite.be.5/5/2019,6 :18 pm.

¹⁰² Magazine : énergie 4, Septembre 2016, n° 39, Edition SWP

¹⁰³ Site : futura-sciences.com,5/5/2019.7 :30pm

¹⁰⁴ Site : climamaison.com,5/5/2019,7 :48pm

¹⁰⁵ IDEM97

¹⁰⁶ Site: www. femat.fr.5/5/2019,7:12.

Matériaux	Masse volumique « Kg/m ³ »	Conductivité thermique « w/m.K »	Epaisseur « M »	Chaleur spécifique « J/Kg.K »
Béton	2200	1.665	0.16	1000
Parpaing	1100	0.95	0.25	1000
Mono mur	600à750	0.12	0.4	1000
Bois	500à800	0.17	/	2500
Paille	83	0.045	0.4	1330
Pierre	2000	1.2	0.5	1000
prise	2000	1.2	0.5	800

Tableau 9: Performance énergétique de principaux matériaux de construction. Source : « construction-conseil.fr »

VIII.1.8 Matériau à changement de phase :

Tout matériau capable de changer d'état physique dans une plage de température restreinte. Cette plage est grossièrement localisée entre 10 et 80 degrés.¹⁰⁷

- le principe de Matériau à changement de phase :

Lors du passage de l'état solide à l'état liquide, matériaux emmagasinent une forte quantité de chaleur latente et limitent ainsi la hausse de la température de la pièce. A l'inverse, lorsque la température baisse au niveau de la plage de cristallisation entre 18°C et 22°C, les microcapsules se solidifient en restituant la chaleur emmagasinée. La température de la pièce est ainsi régulée de façon efficace et naturelle.¹⁰⁸

- Intégration des MCP dans l'enveloppe du bâtiment :

On distingue : les plaques de plâtres, les enduits, les murs trombes à base de MCP, les blocs de béton.

Les plaques de plâtres:

Les plaques de plâtres-MCP sont fabriquées en général soit par immersion de la plaque de plâtre dans le MCP, soit par ajout du MCP lors de la fabrication de la plaque de Plâtre. Ces plaques de plâtres-MCP sont fixées sur les murs sous la forme d'un sandwich Composés d'isolant, de polystyrène et du plâtre-MCP.¹⁰⁹

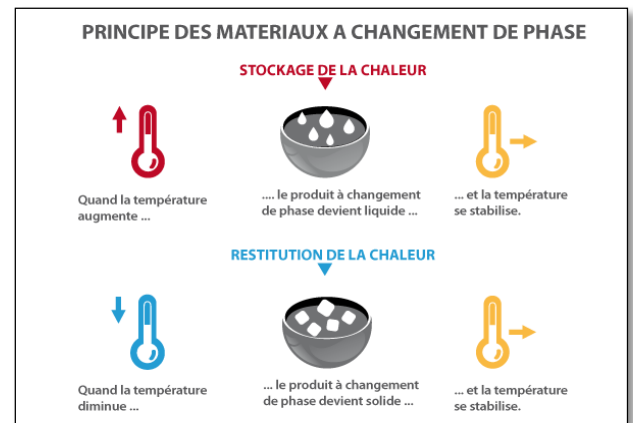


Figure 246 : Principe de fonctionnement de matériaux à changement de phase.

Source : www.cyberarchi.com.7/6/2019,10:42pm

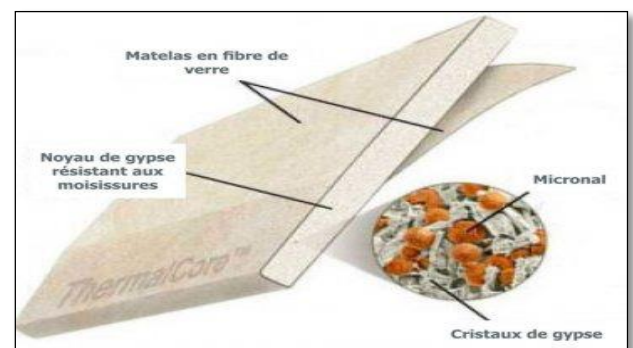


Figure 247: les plaques de plâtre –MCP

Source : www.ecohabitation.com,7/6/2019,11:11pm

¹⁰⁷ Site: www.cyberarchi.com,7/6/2019,10:44pm

¹⁰⁸ Missoum Khawla Amélioration du processus de la fusion des matériaux à changement de phase par voie expérimentale, 25/6/2018.

¹⁰⁹ Idem 101.

Les murs trombes à base de MCP :

Les murs trombes à base MCP sont composés d'un mur de maçonnerie ordinaire contenant des MCP espacés de 20 cm environ d'une couche de verre ou d'un vitrage en plastique.¹¹⁰

Les blocs de béton :

Offre la capacité de stockage de chaleur latente en plus d'une bonne isolation thermique, acoustique et un effet pare-feu. Lorsque la chaleur se diffuse dans le bloc cellulaire, une grande partie est piégée dans le Micronal ou rediffusée lorsque la température baisse.¹¹¹

Enduit :¹¹²

Un enduit thermo régulant permettant de lisser la température autour d'une zone de confort de 20 à 23°C. Cet enduit intérieur simple à poser et lessivable permet de faire d'importantes économies d'énergie en réduisant les besoins en chauffage et en climatisation.

➤ **Caractéristiques thermiques:**

- Teneur en Matériaux à changement de phase (MCP) : 50%
- Capacité de chaleur latente ENERCIEL : 85j/g
- Conductivité thermique : 0,092 W/mK
- Plage de fusion : 22°C/25°C (DSC 3°C/h)
- Plage de cristallisation : 22°C/18°C (DSC 3°C/h)
- Equivalence énergétique : 3 Kg/m² = 47 W/h
- Épaisseur : 2à3mm

➤ **Les atouts de l'enduit ENERCIEL MCP :**

- Economies d'énergie
- Confort immédiat
- Forte réactivité
- Forte capacité de stockage
- Energie gratuite à vie
- Simple d'utilisation
- Sans entretien
- MCP naturel en cire végétale Préserve la qualité de l'air

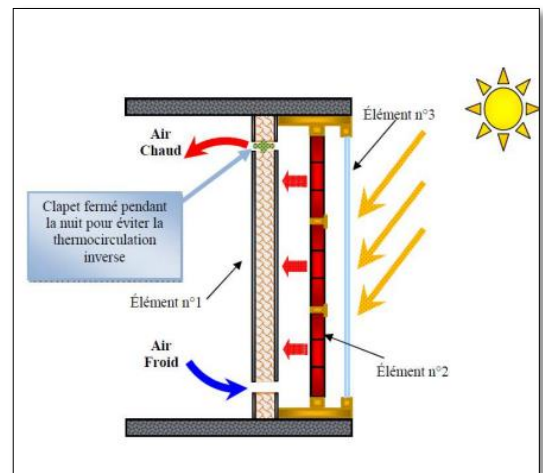


Figure 248: Configuration d'un modèle du mur de trombe. Source : «Ghédamsi Rebha, Elaboration d'un matériau de construction en vue de l'isolation thermique de bâtiment ,2013»

¹¹⁰ Missoum Khawla Amélioration du processus de la fusion des matériaux à changement de phase par voie expérimentale, 25/6/2018.

¹¹¹ Site: www.materiaux-changement-phase.com, 7/6/2019, 11:34pm.

¹¹² IDEM104.

- Apport des MCP dans le bâtiment :

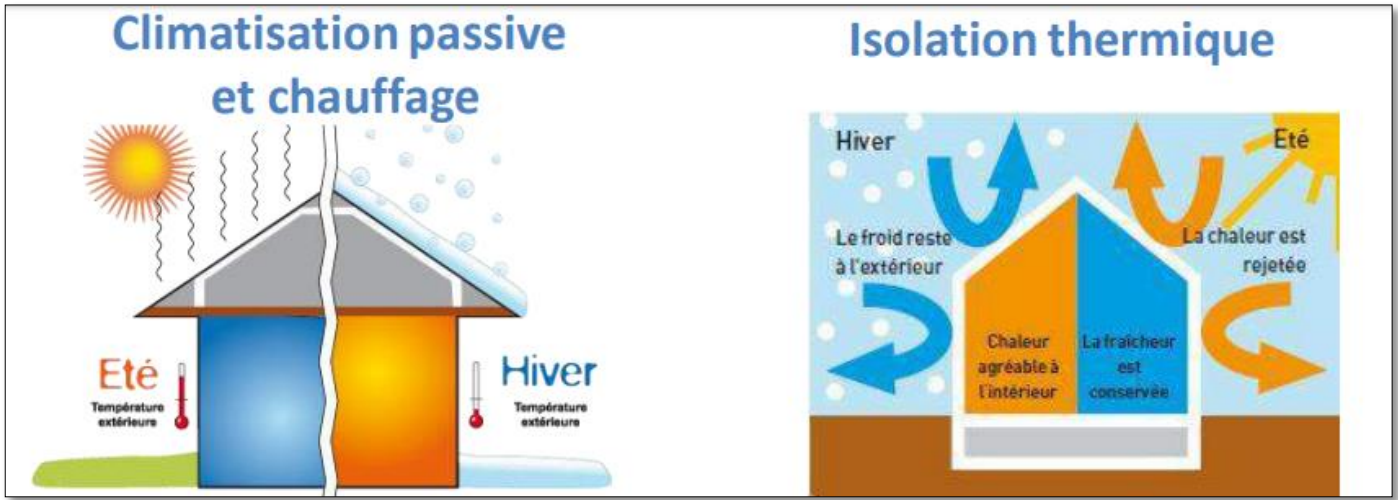


Figure 249: Apport de matériaux MCP. Source : « Sadok Benjarbaallah, les matériaux à changement de phase »

VIII.1.9 Vitrage :

La performance thermique d'un vitrage se mesure par son coefficient de déperdition thermique « U_g » qui exprime le flux thermique traversant le vitrage en son centre. Plus ce nombre est bas, meilleure est la performance.¹¹³

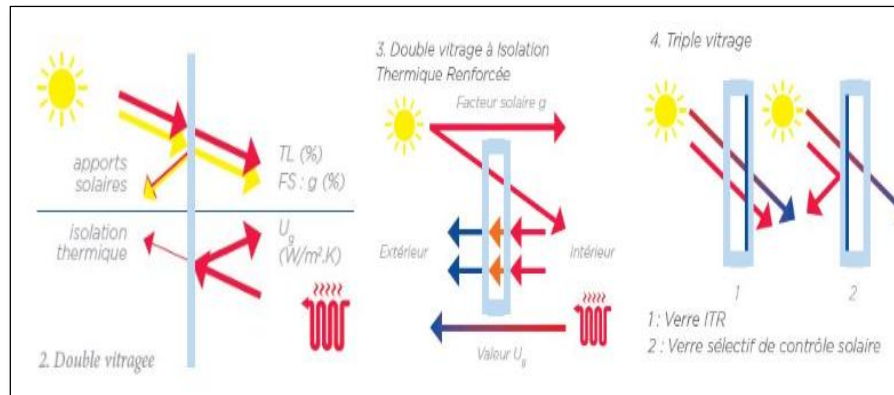


Figure 250: les types des vitrages
Source: «fr.saint-gobain-building-glass.com »,5/5/2019,8 :11

VIII.1.10 Dispositifs architecturaux :

- **Toiture ventilée :**

La toiture est constituée généralement d'une charpente en bois composée de pannes et de chevrons sur laquelle est posée une couverture. Le document technique unifier de la série 40 [DTU 40] conseillent la mise

¹¹³ Site : fr.saint-gobain-building-glass.com,5/5/2019,8 :08 pm

en œuvre d'une l'âme d'air ventilée d'une épaisseur minimale de 2cm sous les tuiles et d'un écran de sous toiture fixé sur Les discontinu ou sur les voliges si le support est contenu.¹¹⁴

Avantage d'un toit ventilé :¹¹⁵

Été : les températures relevées à l'intérieur des édifices qui sont équipés ou sont beaucoup plus bas que ceux relevés pour les édifices équipés de toitures traditionnelles.

Hiver :

La ventilation permet d'éliminer les risques de formation de condensation et prévient ainsi la dégradation que l'humidité pourrait causer aux matériaux utilisés pour la toiture.

Principe de fonctionnement d'un toit ventilé:

-Consiste à faire circuler l'air à travers un système d'admission (normalement les soffites) et d'échappement (un clapet d'évacuation).

Il existe deux méthodes pour créer un flux d'air dans le comble : mécanique, qui nécessite une source d'alimentation et naturelle.

L'aération de la toiture se fait grâce à l'espace situé entre la toiture et l'isolant. Ce vide sous le toit situé entre les liteaux (ou l'écran de sous toiture) et le dessus de l'isolant permet la bonne aération de la toiture. Mais ce vide ne suffit pas, des éléments sont à mettre en place pour permettre d'assurer la ventilation du toit.

Pour que la ventilation fonctionne correctement il est essentiel de le faire sur toute la longueur de la toiture.

Il faut crée des entrées et sortie d'air en nombre quasi égal.¹¹⁶

Les composants d'un toit ventilé:

D'un point de vue technique la toiture ventilée est réalisée en suivant le plan de montage qui suit l'ordre de succession suivant (de l'intérieur vers l'extérieur):¹¹⁷

- Structure portante.
- pare-vapeur
- Isolation thermique
- Couche de séparation

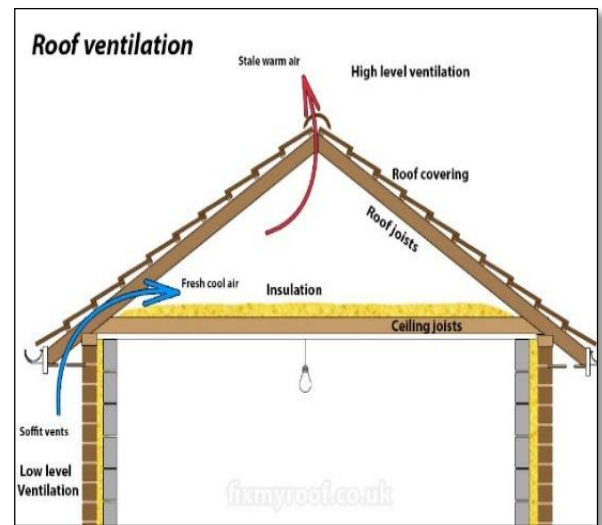


Figure 251:Le fonctionnement de toit ventilé.
Source : «www.siplast.fr »,8/6/2019,1 :45pm.

¹¹⁴ Nada Chami. Evaluation de l'impact des isolants minces reechissants dans le bâtiment. Sciences de l'ingénieur [physiques]. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2009. Français.

¹¹⁵ IDEM107

¹¹⁶ Site :www.toiture.ooreka.fr,8/6/2019,1:49pm

¹¹⁷ IDEM109.

- lame/chambre d'air ventilé

VIII.1.11 Partie de simulation:

a. Présentation des logiciels :

1. Ecotect : version 11

Logiciel de simulation complet qui associe un modèleur 3D avec des analyses solaire, thermique, acoustique et de coût. ECOTECT est un outil d'analyse simple et qui donne des résultats très visuels. ¹¹⁸

2. Energy plus : Version 1.2.2

EnergyPlus™ est un programme de simulation thermique et énergétique des bâtiments développé par le DOE (Department of Energy, États-Unis) permettant de réaliser des études de demande et de consommation énergétique. ¹¹⁹

3. Limites des logiciels :

- Ils ont simplifié les formes complexes.
- Pour énergie plus, il ne peut pas faire des dalles et planchers avec plus de quatre points.

b. Description de la cellule étudiée :

Notre cas d'étude est une cellule orienté vers le sud constituée d'un atelier, salle de classe et espace écologique. La cellule concernée de simulation se situe au niveau de premier étage.

• Salle de Classe :

Surface : 75m²

Hauteur de plafond : 4.05m

Orientation des ouvertures : nord – sud

Nombre d'occupation : 24 enfants.

Surface des fenêtres : 10.8m² au mur extérieur, 3.6m² au mur intérieure.

Ventilation Naturelle transversale.

Zone de confort : 18 à 30°C.

Température intérieure : 21-23°C

• Atelier :

Surface : 40m²

Hauteur de plafond : 4.05m

Orientation des ouvertures : nord – sud

Nombre d'occupation : 10 enfants.

Surface des fenêtres : 10.8m² au mur extérieur, 3.6m² au mur Intérieure.

Ventilation Naturelle transversale.



Figure 252: La cellule concernée par la simulation.

Source: « Auteur »

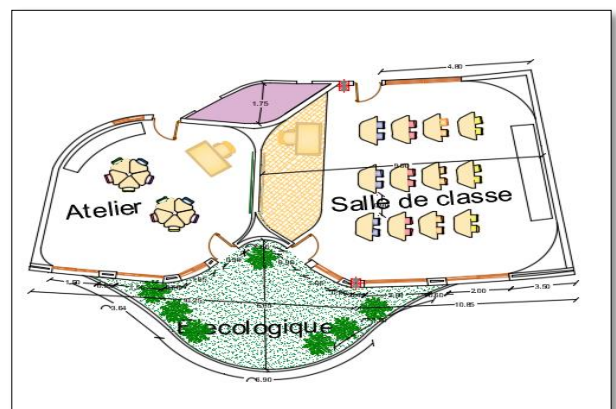


Figure 253: la cellule d'enseignement Source: « Auteur »

¹¹⁸ Site officiel d'I3ER, Ingénierie de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, 31/05/2019, 10 :34pm.

¹¹⁹ Site officiel de software pour l'architecture et l'ingénierie de la construction, 31/5/2019, 11 :00pm.

Zone de confort : 18à30c°.

Température intérieur : 21-23c°

4. Simulation par Ecotect :

Cas initial :

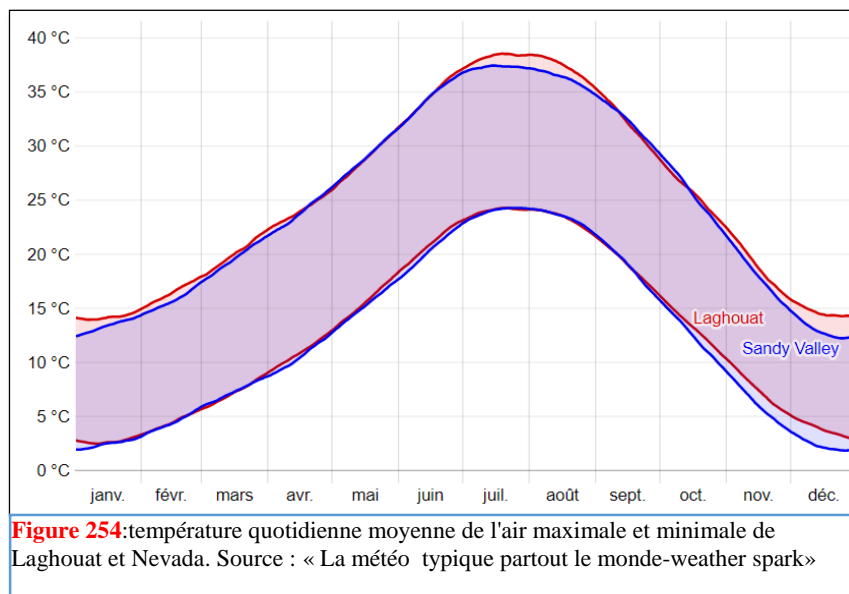
- 1) Le système constructif (structure mixte), type de dalle : Mixte.
- 2) Utilisation de la brique creusé comme matériaux de construction pour les murs extérieurs et intérieurs.
- 3) L'isolation de l'enveloppe est en double cloison de briques de 10 cm et brique de 15 cm séparées par l'âme d'air.
- 4) Utilisation du simple vitrage pour les fenêtres avec de 0.3 cm de verre.

Propriété	Masse volumique En (kg/m3)	Conductivité thermique (W/m.K)
Brique de 15cm	1200	0.44
Brique de 10cm	1200	0.44
Enduit plâtre de 2cm	1000	0.35
Enduit de ciment 2cm	1200	1.4
L'âme d'air	1	0.096

Tableau 10:Caractéristique thermo-phisique de materiaux.
Source: « Document technique réglementaire DTR Algérie»

Résultats :

L'absence d'un fichier fiable de simulation de la ville de Laghouat, on a simulé le confort thermique par le fichier de Los Angeles, Nevada. Caractériser par un climat similaire à Laghouat.



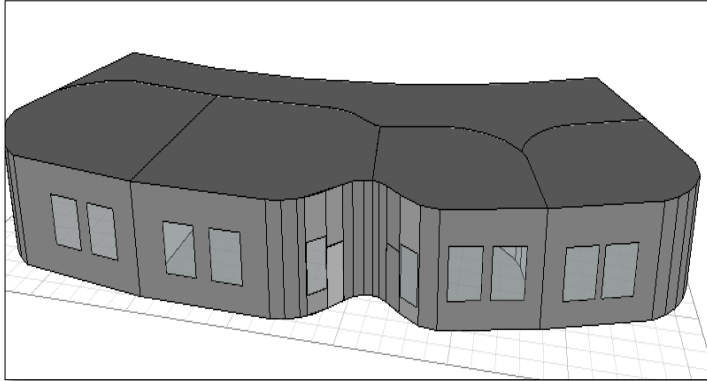


Figure 256: La forme obtenue par ecotect. Source : « Auteurs »



Figure 255: La forme de salle et atelier en sketchup. Source : « Auteurs »

Les résultats que nous avons obtenus par simulation sont illustrés sur les diagrammes suivant :

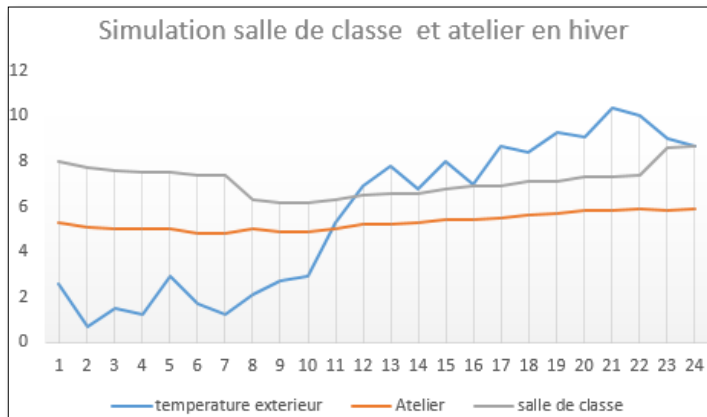


Figure 257: Courbe de température en fonction du temps, cas initial en hiver. Source: « Auteur »

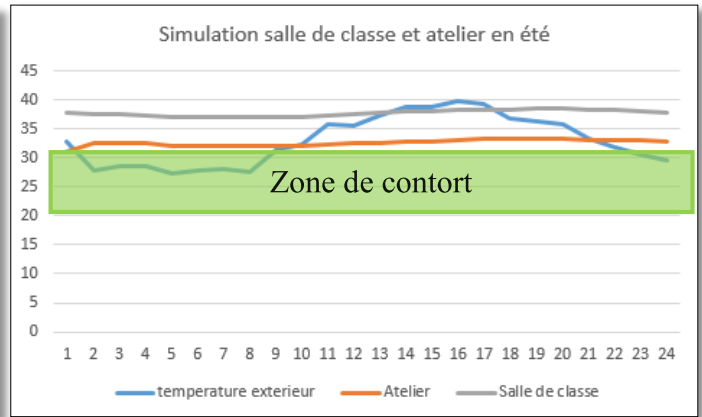


Figure 258: Courbe de température en fonction du temps, cas initial en hiver. Source: « Auteur »

Interprétation :

Hiver :

On remarque que la température intérieure dans la salle de classe et l'atelier est inférieure de température extérieure.

La température de salle de classe varie entre le 6° et 8° et la température d'atelier entre 5° et 6°.

La différence de température entre l'atelier et la salle, sa retour la surface d'espace et la surface des ouvertures.

Eté :

La température de salle de classe est très élevée entre 37° et 38° par contre l'atelier qui était entre 31° et 33°.

On note que :

Cette température intérieure n'est pas confortable pour les élèves et les enseignants ni en hiver ni en été, Sa nécessite une correction pour ça on propose de changer le matériau de construction, utilisait un toit ventilé avec la présence de végétation.

Cas Améliorer :

- 1) Utilisation matériaux à changement de phase comme enduit.
- 2) Utilisation de toit ventilé et façade double peau afin de bénéficier de ventilation naturelle.
- 3) Utilisation du double vitrage.
- 4) la végétation pour le refroidissement. « pour la simulation de l'effet de végétation, on a choisi un matériau minéral à même effet de végétation. »

Propriété	Masse volumique En (kg/m ³)	Conductivité thermique (W/m.K)
Brique de 15cm	1200	0.44
Brique de 10cm	1200	0.44
Enduit Matériaux à changement de phase 2cm	1000	0.35
Enduit de ciment 2cm	1200	1.4
L'âme d'air	1	0.096
Le liège	140	0.094
Béton léger	656	0.2
Sable siliceux	1700	0.07
Revêtement PVC	1380	0.2

Tableau 11:caractéristique thermo-physique de matériaux
Source: « Document technique réglementaire DTR Algérie»

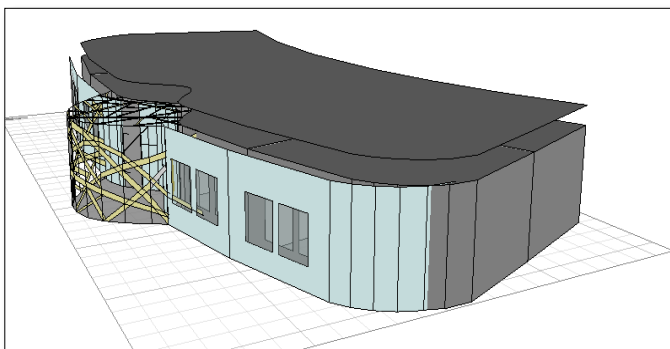


Figure 259:Forme obtenu après l'amélioration. Source ; « Auteurs»

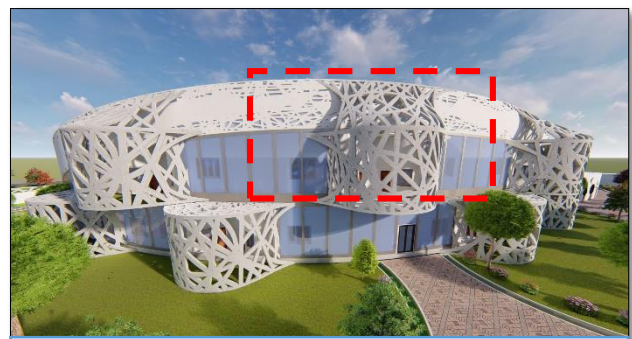


Figure 260:Forme originale. Source ; « Auteurs»

Les résultats que nous avons obtenus par simulation sont illustrés sur les diagrammes suivants :

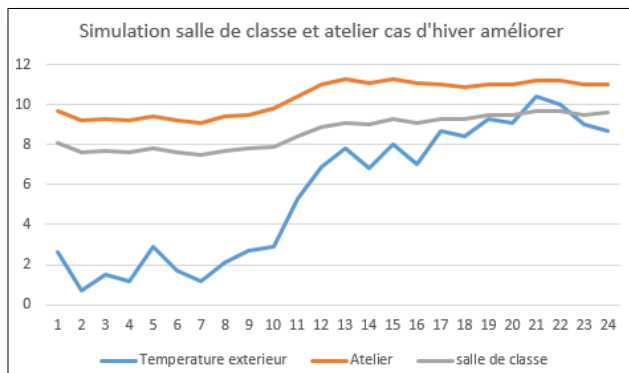


Figure 262: Courbe de température en fonction de temps. Cas d'hiver amélioré. Source: «Auteurs»

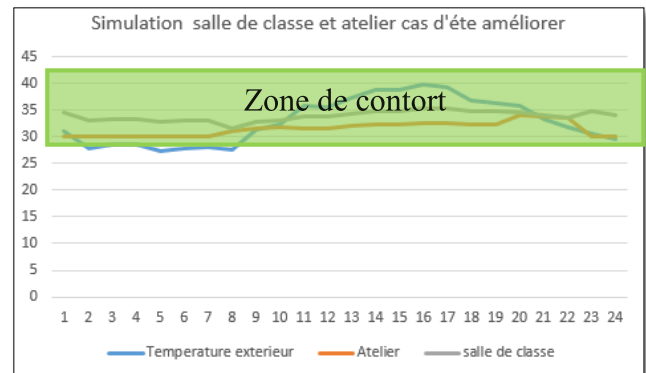


Figure 261: Courbe de température en fonction de temps. Cas d'été amélioré. Source: «Auteurs»

Interprétation :

Hiver :

-On remarque que la température intérieure dans la salle de classe et l'atelier augmente par rapport le cas initial. « Température de salle de classe augmente par $1.5c^{\circ}$ et atelier par $4.5c^{\circ}$ et $5c^{\circ}$ ».

-La température de salle de classe varie entre le $7.5c^{\circ}$ et $9.6c^{\circ}$ et la température d'atelier entre $9.5c^{\circ}$ et $11c^{\circ}$.

Eté :

-La température des espaces est baissée par rapport le cas initial par 3 à $4 C^{\circ}$ au niveau de salle de classe et entre 1 et 1.5 en atelier.

-La température de salle de classe varie entre le $33c^{\circ}$ et $34c^{\circ}$ et la température d'atelier entre $30c^{\circ}$ et $33c^{\circ}$.

On note que :

La température intérieur n'est pas assez confortable , on doit utilisait un système de chauffage pour l'hiver, et en été un système de climatisation.

5. Simulation par Énergie plus :

Cas initial :

Les résultats que nous avons obtenus par simulation sont illustrés sur les diagrammes suivant :

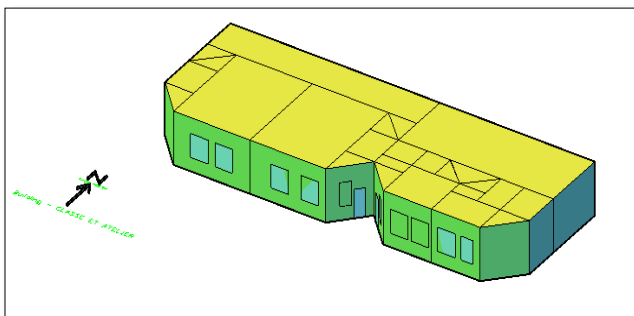


Figure 264: forme obtenu par energy plus. Source: «Auteurs»



Figure 263: La forme en sketchup. DSource: "Auteurs"

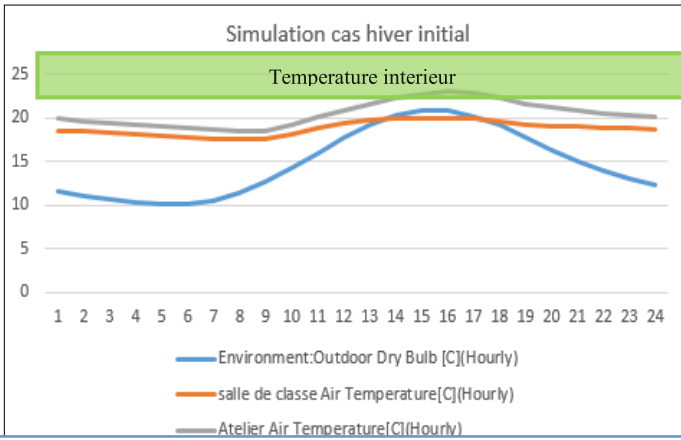


Figure 265: Courbe de température en fonction de temps. Cas d'hiver initial. Source : «Auteurs »

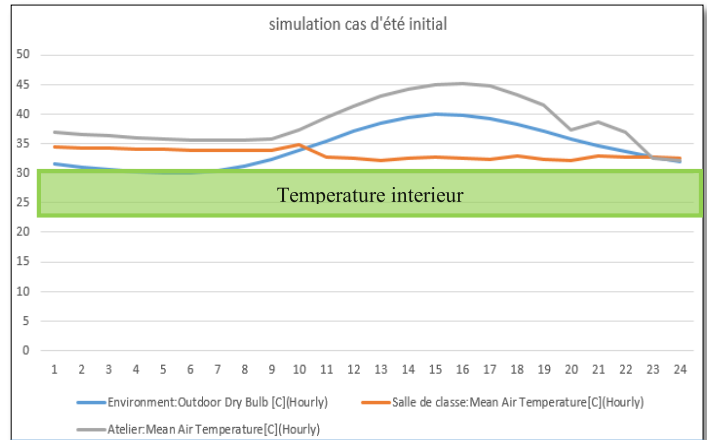


Figure 266: Courbe de température .cas d'être initial. Source : «Auteurs »

Interprétation :

Hiver :

On note que la température L'air intérieur est supérieure à la température l'extérieur.par 2 à 5 C° ,Sauf dans la période de 13h à 17h la température intérieur de classe est inférieur à la Text par 1 C°.

Salle de classe entre 17 et 20 c° et Atelier entre 18 et 22C°.

Eté :

La température de l'air intérieur de classe et atelier est supérieur a la température extérieur sauf dans la période de 12 h-18h ,la température de salle de classe est inférieur par 1 à 2C° par contre la température d'atelier est l'équivalent de température extérieur.

-salle de classe entre 33 et 35 C° et Atelier entre 36 et 43C°.

On note que :

En été La température intérieure n'est pas assez confortable, par contre l'hiver. Sa nécessite une correction pour ça on propose de changer matériaux, utilisait un toit ventilé avec la présence de végétation.

Cas Améliorer :

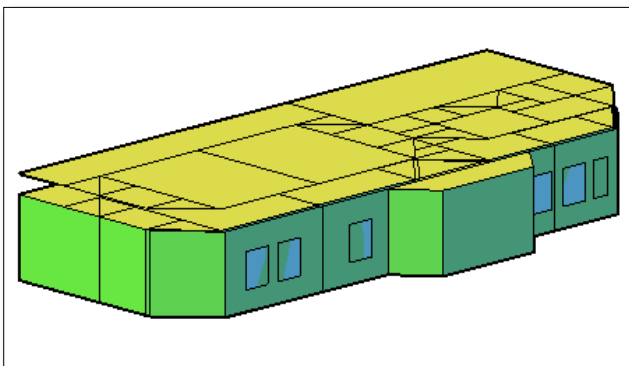


Figure 267: la forme obtenu par energy plus. Source : « Auteurs »

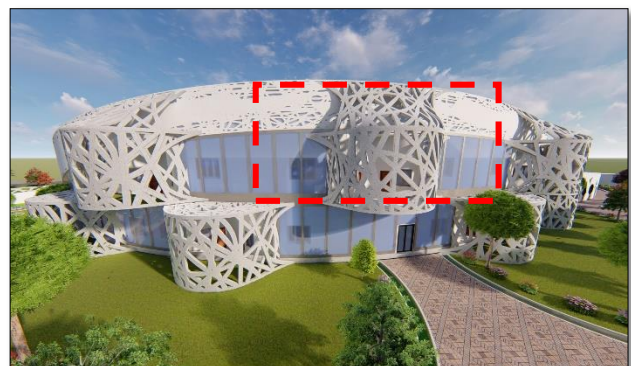


Figure 268: La forme Originale.Source: "Auteurs"

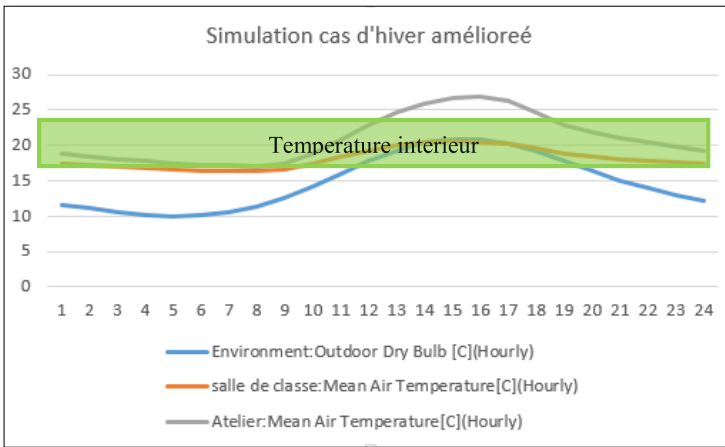


Figure 270: courbe de température en fonction de temps. Cas d'hiver amélioré. Source : « Auteurs »

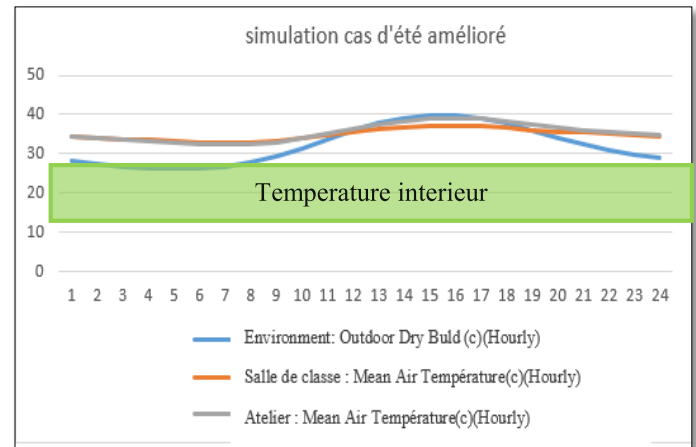


Figure 269: Courbe de température en fonction de temps. Cas d'été amélioré. . Source : « Auteurs »

Interprétation :

Hiver :

Après l'amélioration, on note que la température de l'air intérieur est optimale, différence de 5 à 7 C° entre extérieur et intérieur. On a avoir une amélioration de 2à3c° pour l'atelier et 1c°.

La température obtenue est dans la fourchette conseillée .Donc, on n'a pas besoin d'un système de chauffage.

Eté :

-Concernant le cas d'été, on remarque une diminution de température par rapport le cas initial ,5c° en Atelier et 1 à 2 c°, mais ce n'est pas suffisent, on doit ajouter un système de climatisation.

Synthèse :

Après avoir simulé la salle de classe et l'atelier par deux logiciel différentes ,le premier logiciel c'est Ecotect qui démontre la température de confort et l'autre est Energie Plus pour déterminer la température de l'air, On conclut que l'amélioration de la performance thermique peut se faire par la combinaison de multiples solutions tels que :l'utilisation des matériaux à forte inertie et bonne isolation, ventilation naturelle ,double vitrage et la végétation .

-les solutions proposé diminue la température mais ce n'est pas forcément assurer le confort, dans ce cas on peut ajouter des systèmes de chauffage, climatisation...

IX. Conclusion générale :

Dans ce travail nous avons essayé de caractériser un projet d'école durable inclusive des enfants atteints de trisomie 21 à la ville de Laghouat, en confrontant des problèmes liés à l'intégration de la conception de notre projet dans son environnement en respectant les conditions climatiques de la région et la réponse aux problèmes des enfants trisomique.

Après avoir effectué une recherche bibliographique pour comprendre notre triple thématique : l'éducation, la trisomie 21 ainsi que l'architecture durable avec ses principes ,nous avons analysé des exemples d'équipements scolaires afin de tirer leçon du fonctionnement et des techniques, dispositifs et systèmes liés à la durabilité pour les intégrer au sein d'un site situé à la ville de Laghouat, pour ce faire, une analyse s'est effectuée pour étudier les composantes morphologiques et climatiques du site d'intervention. Après l'élaboration du programme quantitatif et qualitatif du centre nous avons procédé à la projection qui s'est déroulée suivant des étapes de formalisation jusqu'à la concrétisation de l'idée sur le site par un projet qui a essayé de répondre à la problématique du fonctionnement d'une part et de relever le défi de durabilité d'autre part, et ce par la vérification de deux paramètres importants qui sont le confort et visuel.

On a suivi une démarche qui se base sur les principes de l'architecture durable et l'environnement de l'enfant. Selon l'orientation, le choix de matériaux de construction, l'utilisation des énergies renouvelables et les exigences des enfants.

On a abouti à une conception qui a essayé de satisfaire les objectif tracés en terme de qualité conceptuelle , environnementale et fonctionnelle d'un projet répondant aux attentes de ses utilisateurs spécifiques en participant à promouvoir le secteur éducatif et environnemental et y introduire une dimension humaine qui reste jusque-là ...la dimension cachée.

Enfin pour conclure nous espérons que ce travail participera au développement future et contribuera à l'enrichissement bibliographique de notre département.

X. Bibliographie :

Les livres :

1. Aboulmakarim Rachid et Boufous Souad, Logiciel de jeux pour les handicapés mentaux, Paris, Février.
2. Anne Catherine, Directives et recommandations concertants la construction scolaire, Edition juillet 2002.
3. Christophe Ukundayezu, organisation d'une bibliothèque scolaire au primaire, mai 2012.
4. Claude-Alain Roulet Éco-confort: pour une maison saine et à basse consommation d'énergie, 1 édition, 23 mai 2012.
5. Emile Durkheim, Education et sociologie, 10 Edition Félix Alcan, Paris 02/02/2013.
6. Georges Canguilhem, Études d'histoire et de philosophie des sciences, Librairie Philosophique J Vrin; 7 edition (May 1, 1994)
7. Gilbert Tafak, comprendre les sciences de l'éducation, L'Harmattan, 2001.
8. Golam Hussein, environmental factor step towards achieving sustainable architecture and environnement, 2015.
9. Isabelle Mostien, La scolarisation des enfants en situation de handicap Rapport comparatif France/Belgique & Propositions, 12/01/2012.
10. Jerusha Ngungui, Zeltia Blanco, Anthony Agevi ,Sustainable building for hot and arid areas,2017
11. Johanna Cousson, L'architecture scolaire, aménager les espaces pour mieux apprendre ?, 2017, p9.
12. La monographie de la wilaya de Laghouat, Edition 2017.
13. Lydia Ait Saadi Bouras, L'histoire nationale algérienne à travers ses manuels scolaires d'histoire, ENS édition, 2013, p : 445.
14. Paul Gut et Dieter Ackerknecht, climate responsive building, 1 er edition.
15. Pierre Richard, Scolarisation d'enfant psychotique et de l'enfant handicap mental, 25octobre2008
16. Unesco, Guide pour la réalisation des établissements du premier cycle de l'enseignement fondamental, Paris, 2004 P:22.
17. Warnock, Introduction à l'acoustique du bâtiment, ÉDITION 2012, Saint-Gobain.

Thèses :

1. Christelle jacques, La diversité architecturale du milieu de garde inclusif intégrant des enfants atteints de troubles envahissants du développement, 2013.
2. Missoum Khawla Amélioration du processus de la fusion des matériaux à changement de phase par voie expérimentale, 25/6/2018.
3. Nada Chami. Evaluation de l'impact des isolants minces reechissants dans le bâtiment. Sciences de l'ingénieur [physiques]. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2009. Français.
4. Natacha Lerjen ,L'intégration scolaire pour un enfant en situation handicap, Mars2006.
5. Victorien Tchoudja, école Nationale Supérieure de statistique et d'économie Analyse de la situation de l'éducation des enfants de 5ans à 16 ans, 2007.
6. Yanis Younes, éducation : une école de qualité, un important défi pour l'Algérie à l'horizon2035, 15/10/2018.

Articles :

1. Manooly, l'éducation pour le développement de l'homme et de toute société, 2 /06/2011.
2. Serge Thomazet, école inclusive, 11/10/2012.

Conférence :

1. Madeleine Binet, Exposition Ecole en Algérie- L'Algérie à l'école, mercredi 25 octobre 2017, par 4ACG

Cours :

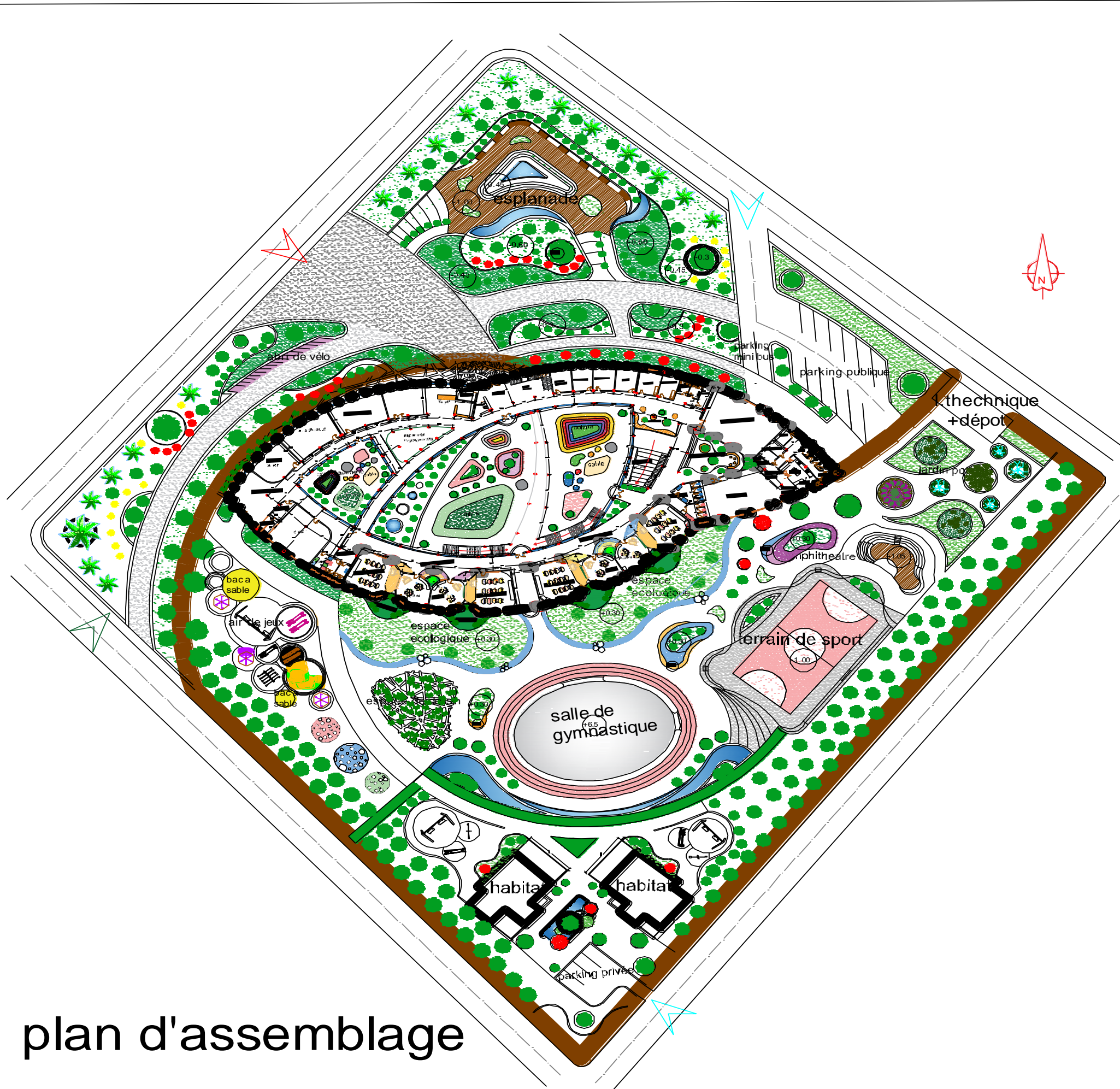
1. Cours Madame Baali « le développement durable » module : la haute qualité environnementale et nouvelles techniques de construction durable ,2018-2019. Université Laghouat.

Les sites d'internet :

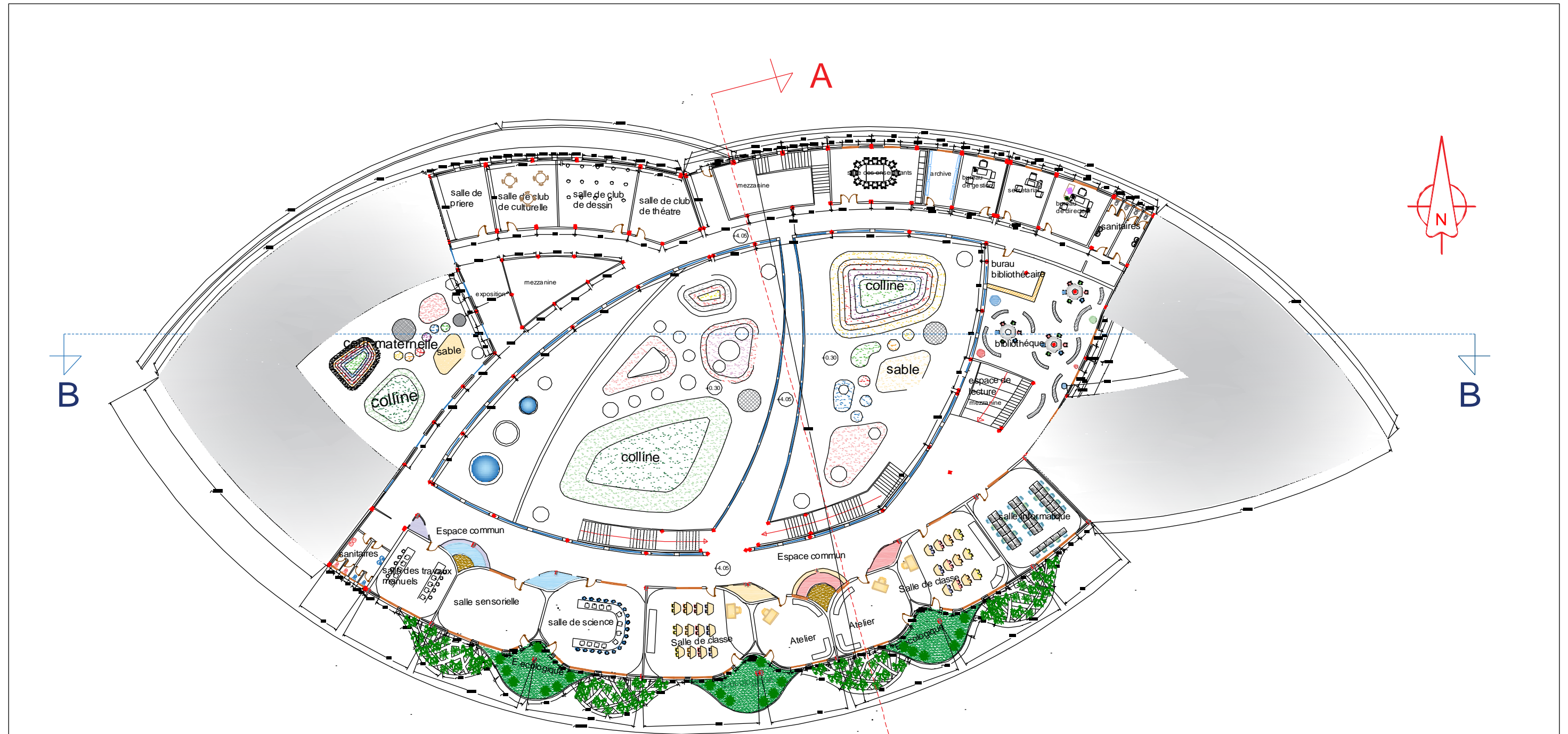
1. Le site officiel d'United nations, www.un.org.com.
2. Site concept et sens « lesdefinitions.fr ».
3. Site officiel de ministre de l'éducation nationale, www.education.gov.dz
4. Site : www.passeportsante.net.
5. Site : trisomie.qc.ca.
6. Site: www.nbacl.nb.ca
7. Site internet: www.gaea21.org.
8. Site: www.environnement.brussel.
9. Site : www.appa.asso.fr.
10. Site: www.ladocumentationfrancaise.fr
11. Site: roughibachir.over-blog.com
12. Site : www.novoceram.fr
13. Site officiel de software pour l'architecture et l'ingénierie de la construction
14. Site officiel d'I3ER, Ingénierie de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables.
15. Site : www.toiture.ooreka.fr.
16. Site: fr.saint-gobain-building-glass.com
17. Site: www.materiaux-changement-phase.com
18. Site: www.cyberarchi.com.
19. Ministère de l'Education nationale et de Formation professionnelle Normes de construction scolaires

Annexe 01 :

Les plans

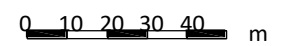


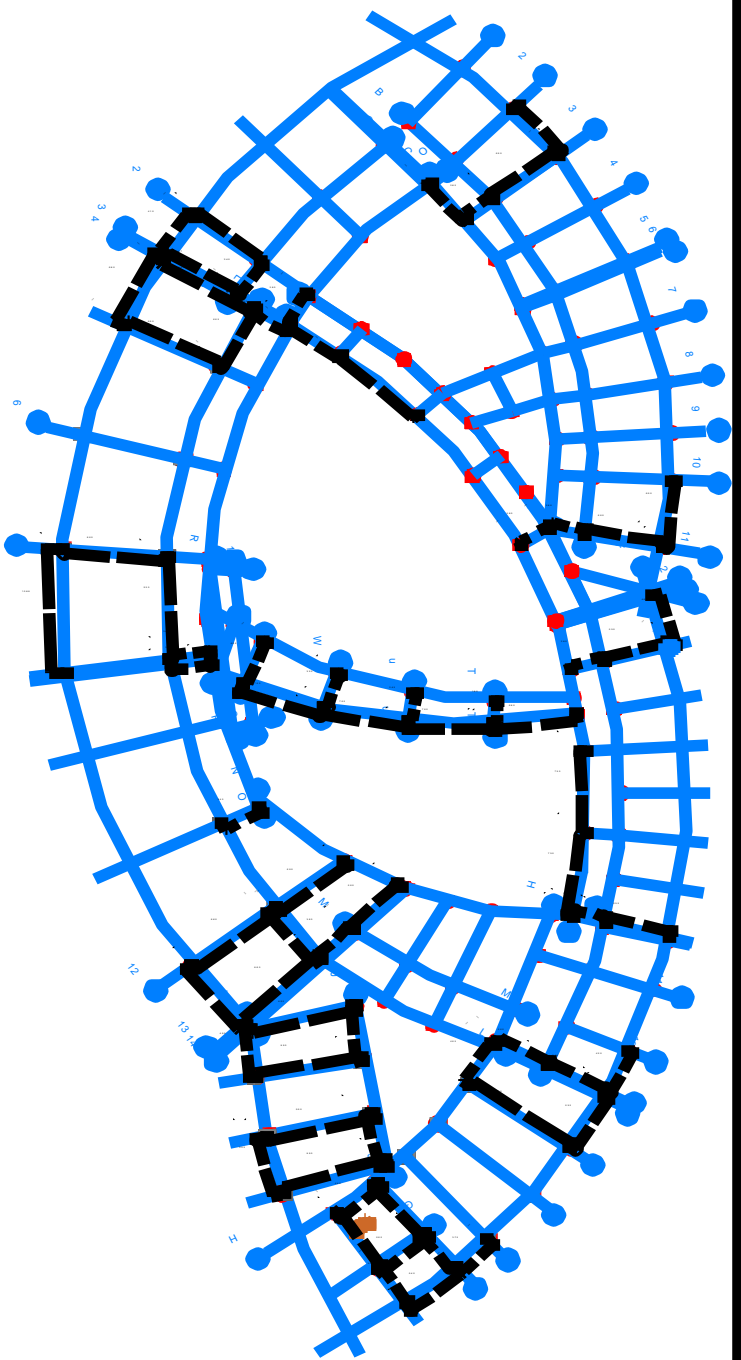
plan d'assemblage



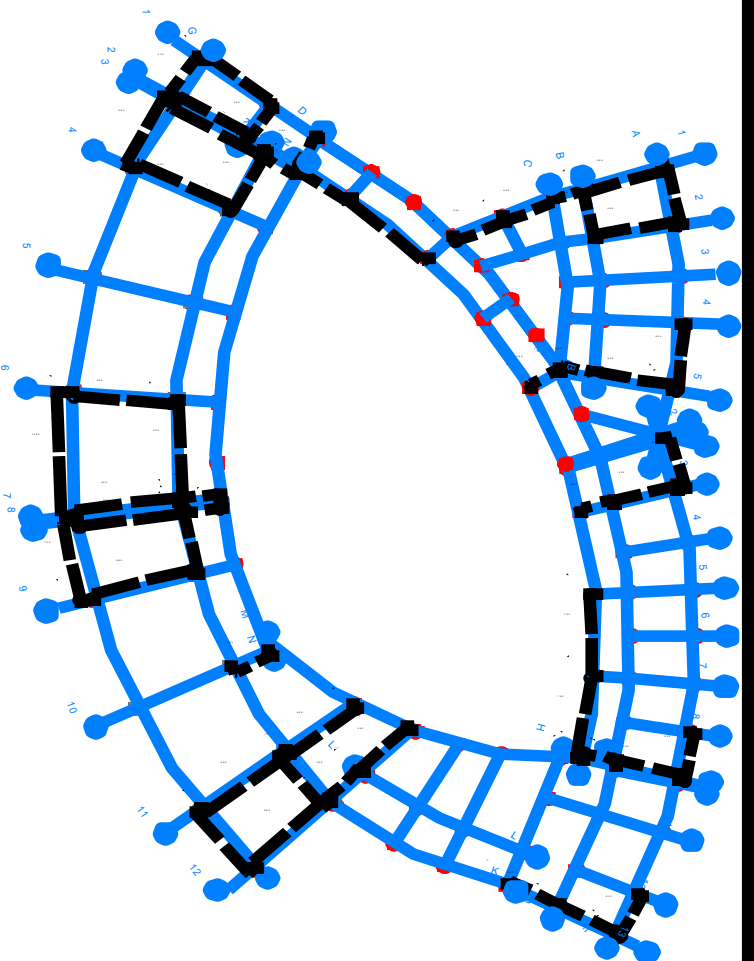
plan étage

Ech 1/500

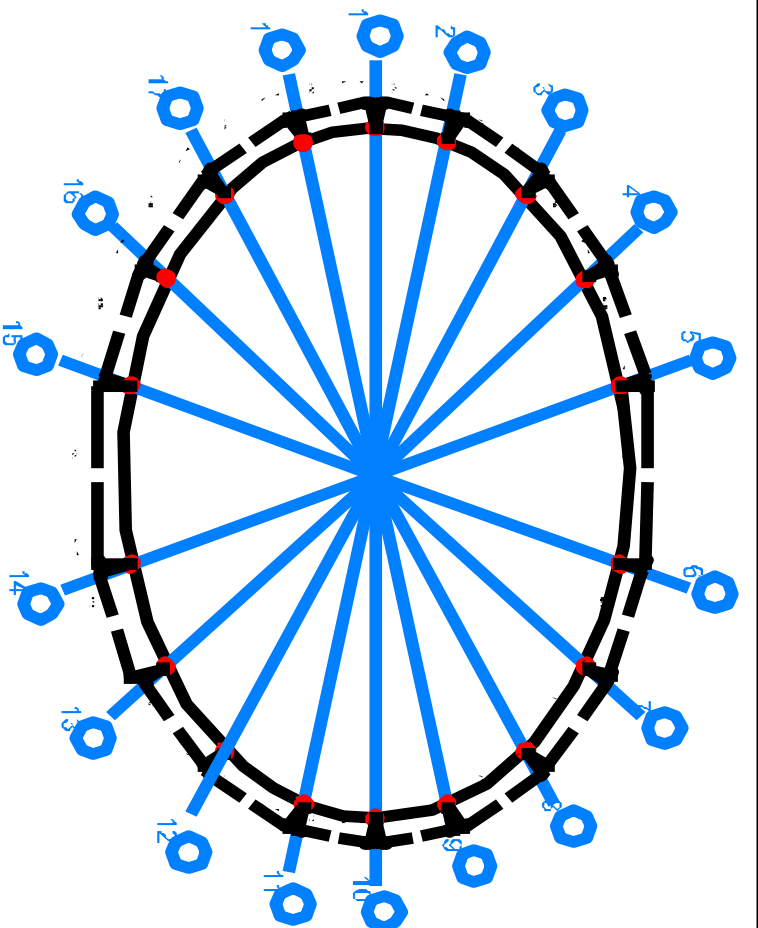




plan de structure RDC



plan de struture étage



plan de structure salle de sport

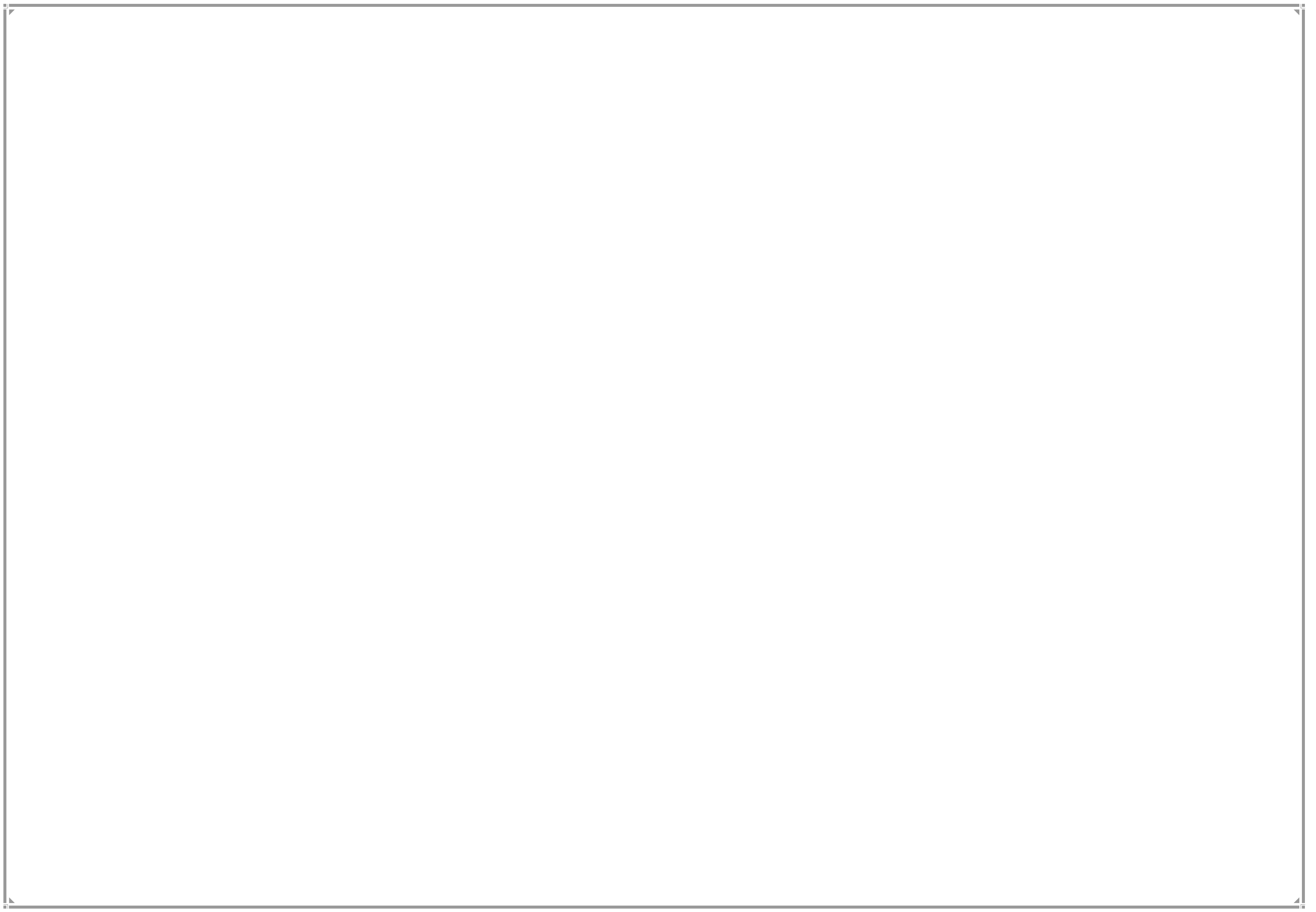


Tableau de surfaces des espaces :

Entité d'enseignement				
	Espace	Surface de programmation	Nombre	Surface du projet
Maternelle	Salle d'activité	48m ² -64m ²	2	67m ²
	Salle de repos	61m-89m ²	1	88 m ²
	Vestiaires	5-10m ²	1	10m ²
	Sanitaires	10m ²	5	11m ²
Elémentaire	Salle de classe	65m ² -70m ²	6	70m ²
	Salle informatique	40-50m ²	1	60 m ²
	Bibliothèque	144-160m ²	1	180 m ²
	Salle polyvalente	100-150m ²	1	142 m ²
	Salle de science	70-75m ²	1	72 m ²
	Sanitaires	/	2	18 m ²
Enfants Trisomiques 21	Ateliers	30-40m ²	6	38m ²
	Sanitaires	/	2	11m ²

	Espace	Surface de programmation	Nombre	surface du projet
Entité Médicale	-Salle d'infirmierie	20-25m ²	1	18 m ²
	-Salle de psychologue	20-25m ²	1	24 m ²
	-Salle de médecin	20-30m ²	1	22 m ²
	-Salle d'attente	15-20m ²	1	22 m ²
	-Salle orthophoniste	20-25m ²	1	22m ²
	-Sanitaires	/	2	7.5m ²

	Espace	Surface de programmation	Nombre	Surface du projet
Formation écologique	-Jardin potager	200m ²	1	150 m ²
	-Espace de formation écologique	40m ²	7	30 m ²

	Espace	Surface de programmation	Nombre	Surface du projet
Entité sport	- Stade	112m ²	1	120m ²
	-Vestiaires « élève »	8m ²	2	10m ²
	-Vestiaires des enseignants	6m ²	1	8m ²
	-Sanitaires	10m ²	2	10m ²
	-Dépôt	6m ²	1	6m ²

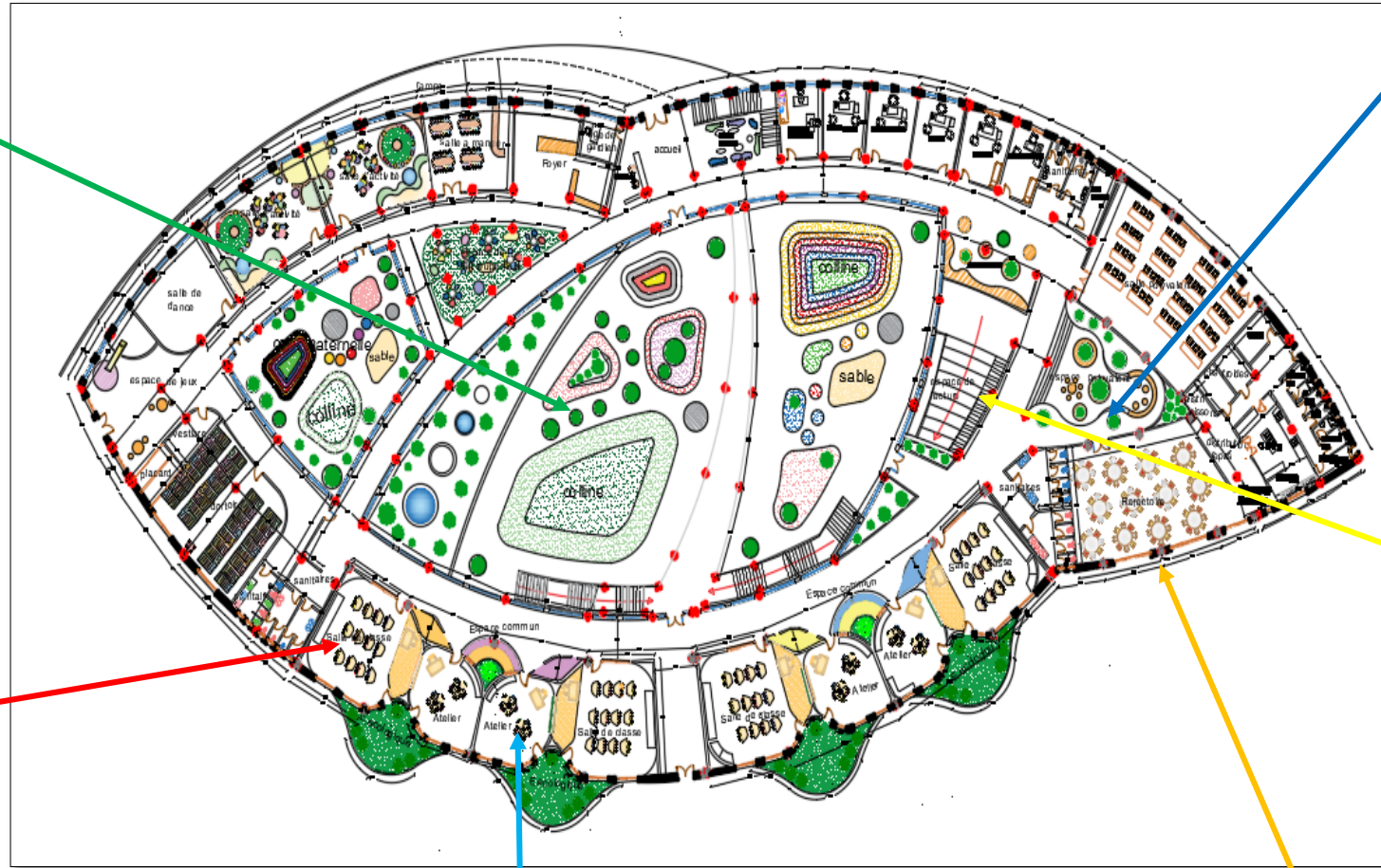
Entité fonction	Espace	Surface de programmation	Nombre	Surface du projet
	- Logement de directeur	120m ²	1	110m ²
	-Logement pour les enseignants	100m ²	2	100m ²

	Espace	Surface de programmation	Nombre	Surface du projet
Maternelle	-salle a manger	42-56m ²	1	50 m ²
Elémentaire + trisomique	-Cuisine	70-75m ²	1	50m ²
	-Dépôt	9m ²	1	9m ²
	-Chambre froide	12m ²	2	7m ²
	-Réfectoire	105-140m ²	1	128 m ²
	-Local de poubelle	4-6m ²	1	4m ²
	-Sanitaire	4m ²	2	4m ²
	-Vestiaires	8m ² -10m ²	2	6 m ²
	-Foyer	40-50m ²	1	54m ²

	Espace	Surface de programmation	Nombre	Surface du projet
Maternelle	-Salle de dance	60m ²	1	50m ²
	-Espace de jeux	56m ²	1	61m ²
Elémentaire + trisomique	-Salle « club de dessin »	50m ²	1	49m ²
	-Salle « club de théâtre »	40m ²	1	34m ²
	-Salle « club culturel »	40m ²	1	40m ²

	Espace	Surface de programmation	Nombre	Surface du projet
Maternelle	-Cour de récréation	160m ²	1	190m ²
Elémentaire + trisomique	-Cour de récréation - Salle de sport	1155m ² 200m ²	1 1	1100 m ² 400 m ²

Proposition d'aménagements:

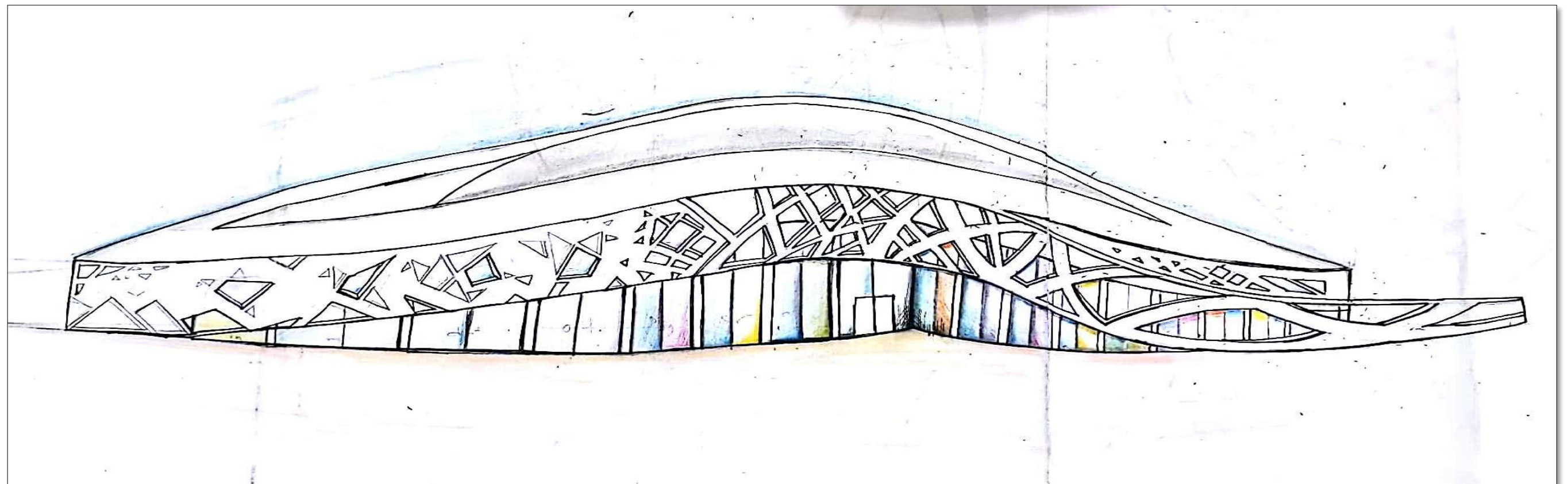


Annexe 02 :
Les Façades

Esquisses du projet :



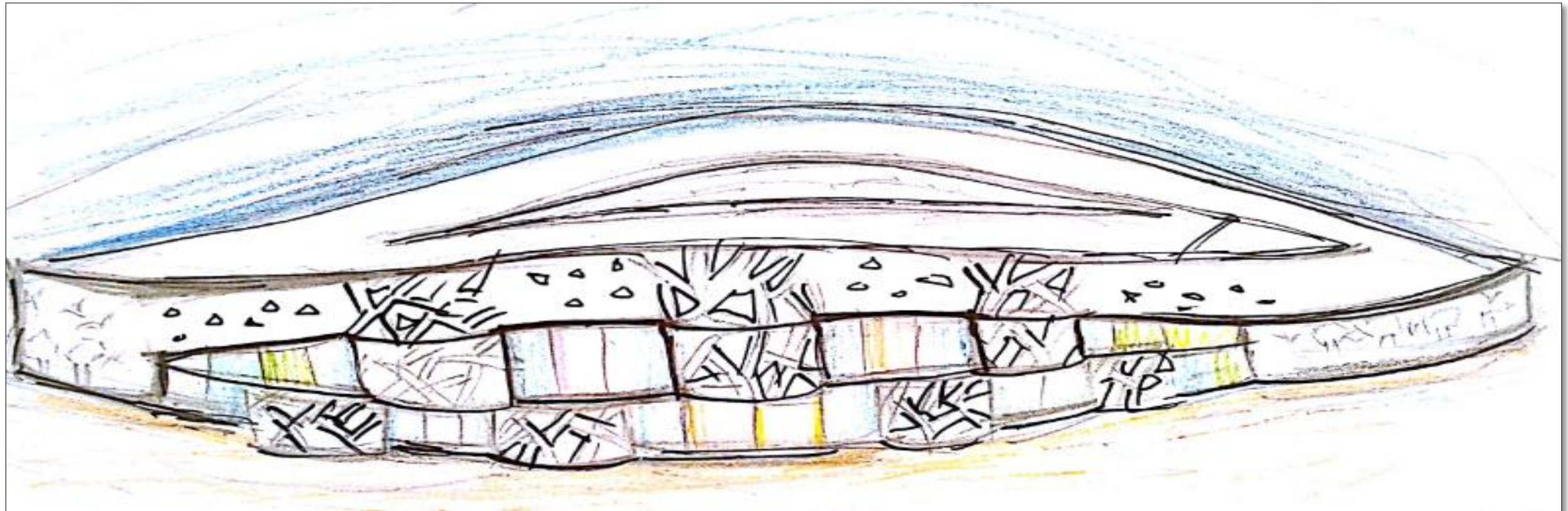
Esquisse Présente la façade principale au côté Nord



Esquisse Présente la façade principale au côté Nord



Esquisse Présente l'espace de formation écologique au côté sud

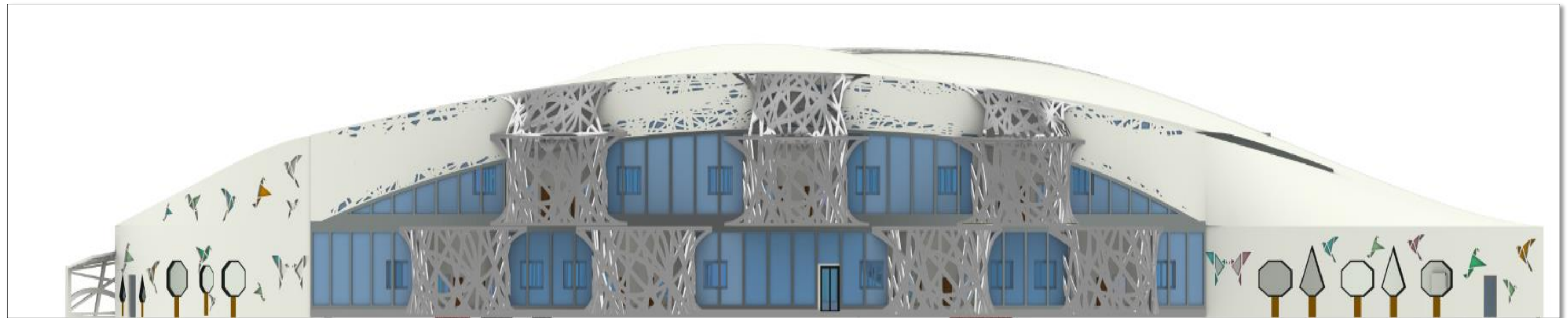


Esquisse Présente la façade postérieure, côté Sud

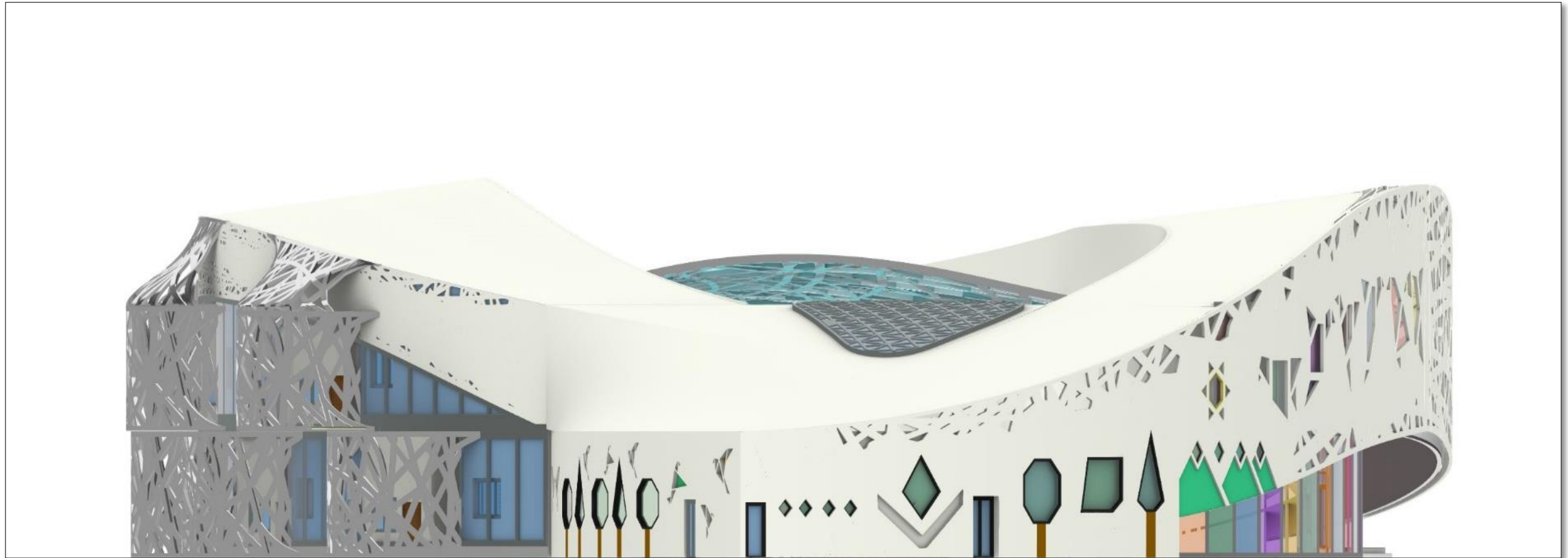
Façades du projet :



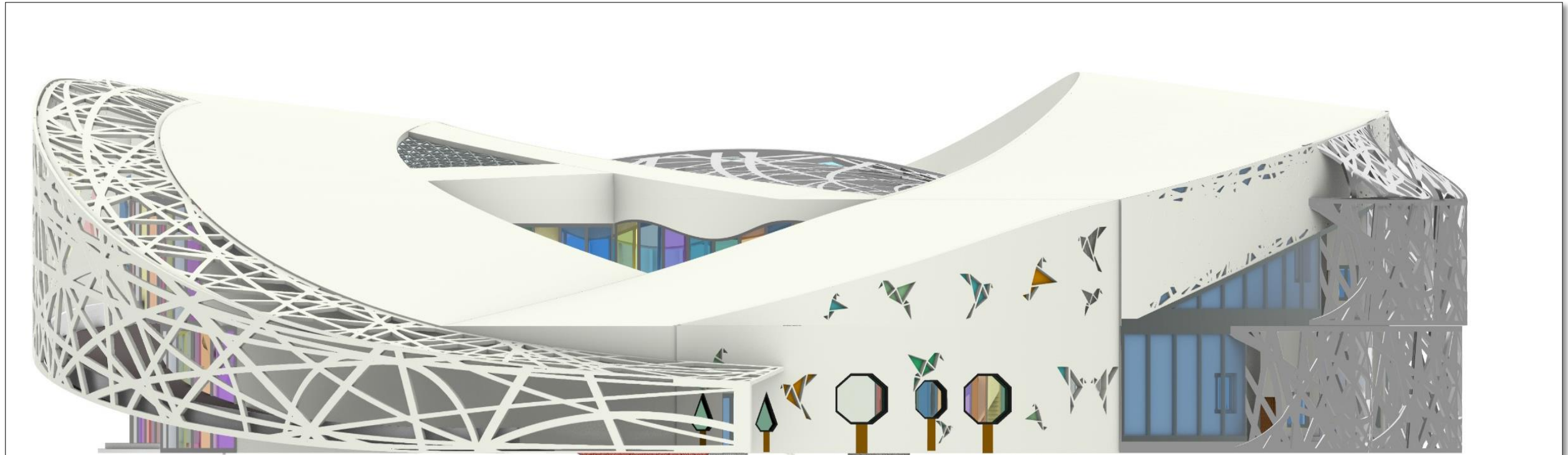
La façade principale (Nord)



La façade Postérieure (Sud)



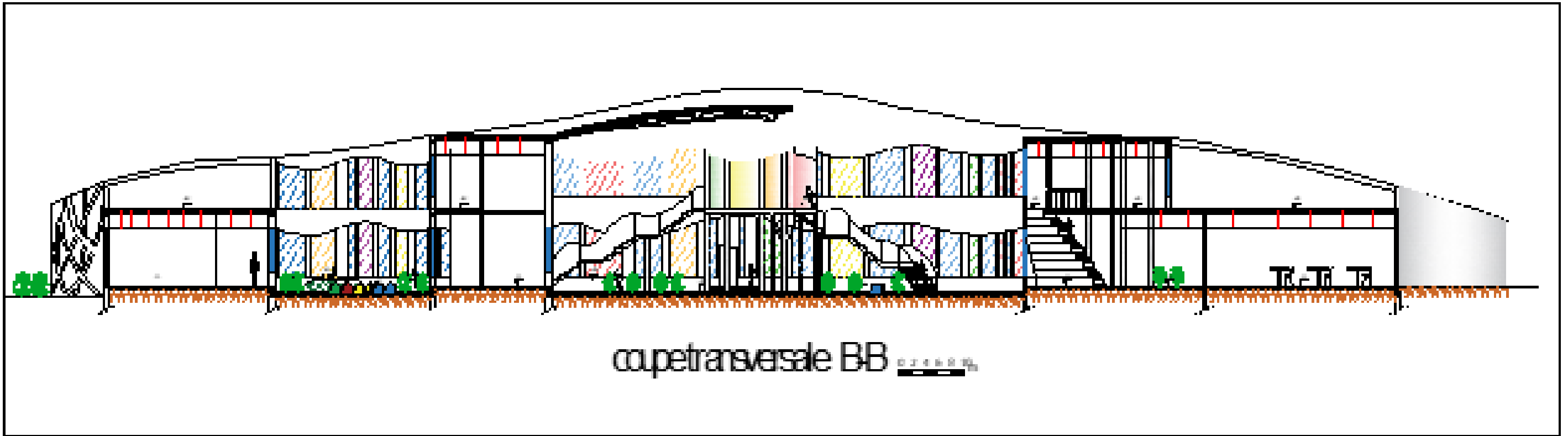
La façade Est

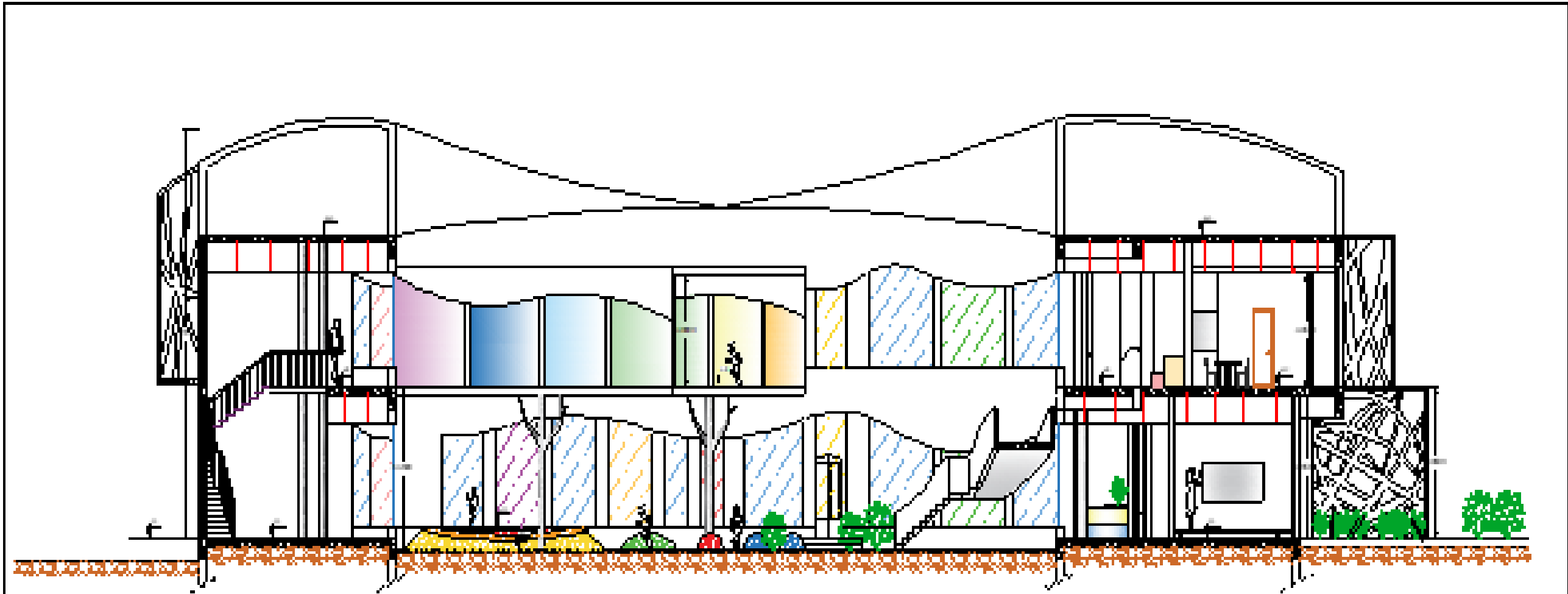


La façade Ouest

Annexe 03 :

Les Coupes



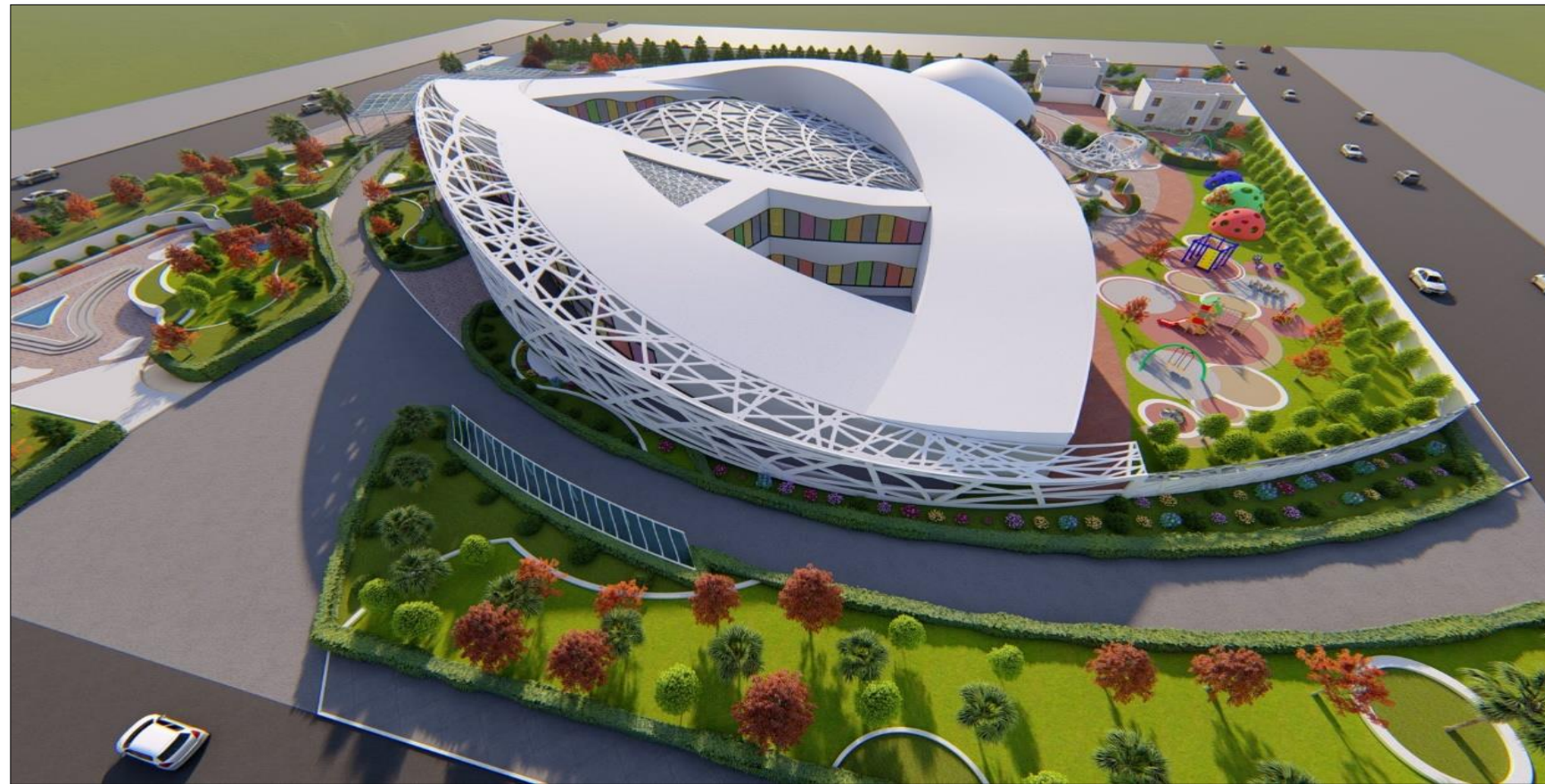


Coupe longitudinale A-A

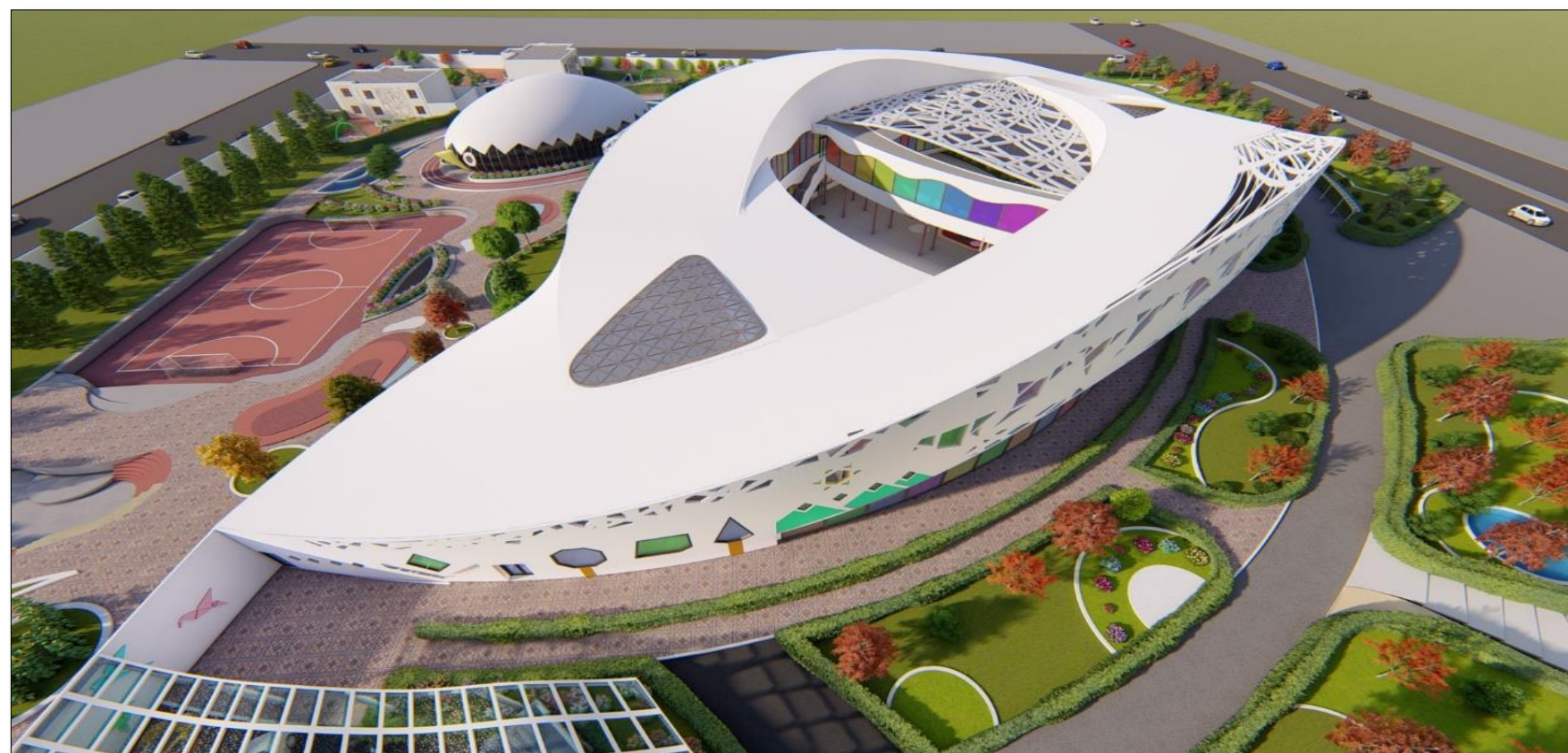
0 2 4 6 8 10 m

Annexe 04 :

Vues 3D



Vue 3D de côté Nord-ouest du projet



Vue 3D de coté Nord-Est du projet



Vue 3D de côté Nord-ouest du projet en Haut



Vue 3D de côté Sud du projet