

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB ,BLIDA
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME



Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master II
Option Bioclimatique

Le Projet:

CONCEPTION D'UNE ÉCOLE PRIMAIRE AU SEIN D'UN
ÉCO QUARTIER À OUZERA, MEDEA

Présenté par:

-Benayachi Zineb
-Touiker Oumaima

Devant les jurys :

-
-

Sous l'encadrement de :

- Mme Maachi

Remerciements:

Tout d'abord, nous remercions Dieu pour tout ce qui nous a procréé et procuré depuis notre naissance et nous avoir aidé à conclure ce travail.

En préambule à ce mémoire nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leurs aides et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Pour cela nous exprimons tout d'abord nos gratitude et nos plus vifs remerciements à notre encadreur Mme Maachi pour sa présence, son soutien, sa patience, et ses conseils judicieux et pertinents.

Nous remercions aussi tous les membres de nos familles de nous avoir soutenus, supporter pendant notre cursus universitaire.

Nous remercions les membres du jury d'avoir accepté de bien vouloir examiner notre modeste travail.

Enfin nous remercions également nos amis et collègues du département d'architecture de BLIDA

Dédicaces :

Je crois que si je laissais libre cours à mes émotions, et que si je devais reporter ce que je ressens envers tout ceux que j'aime, sur du papier blanc, un autre mémoire ne suffirait pas à contenir toutes les pages de ma gratitude de l'affection et de l'amour que j'ai pour mes proches.

Il me tient à cœur de dédicacer ce travail à ma très chère mère, Que Dieu lui accorde sa miséricorde et le paradis, merci pour tout ce que tu nous as appris : L'amour, noblesse des sentiments, la tolérance, le courage, la volonté... , Vous serez toujours pour moi l'idéale que je veux atteindre, merci de m'aimer et d'être à mes cotés.

*À mon cher père, À mes jolies sœurs , À mes tendres frères
À mes adorables neveux et nièces , À toute ma famille*

À tous mes amis , mes camarades

*Et bien sûr à mon binôme **Oumaima** qui a tout partagé avec moi
durant ce temps*

Je vous aime tous terriblement.....

B.ZINEB

Dédicaces :

*Je dédie cet humble travail A mes chers et respectueux parents
vraiment aucune dédicace ne saurait exprimer mon attachement mon
amour et mon affection je vous offre ce modeste travail en
témoignage de tous les sacrifices et l'immense tendresse dont vous
m'avez toujours su ma combler.*

A mes chers frères : housseem, Sid Ahmed

Ma sœur : Fatima

*Mes amis dans le domaine de l'architecture pour cet agréable
parcours passé ensemble.*

*Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont
participées de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

T. OUMAIMA

Sommaire:

Résumé:	13
Abstract:.....	14
15.....	:بيخص
Chapitre Introductif:.....	16
introduction générale:.....	16
présentation de l'option :.....	16
problématique générale:.....	18
hypothèses:.....	19
objectifs:.....	19
problématique spécifique:.....	19
hypothèses:.....	21
objectifs:.....	21
structure de travail:.....	22
structure du mémoire:.....	23
chapitre 1: etat de l'art.....	23
1-Introduction.....	24
2-concepts et définitions :.....	24
2-1 l'architecture bioclimatique:.....	24
2-1-1- définition :	24
2-1-2- principes de l'architecture bioclimatique :.....	24
2-1-3-systèmes solaires passifs, actifs et hybrides :.....	26
2-2 l'éco quartier:.....	28
2-2-1-qu'est ce qu'un éco quartier.....	28
2-2-2-caractéristiques types d'un éco quartier	28
2-2-3-les enjeux de l'éco quartier.....	29
2-2-4-les critères à prendre en considération dans l'élaboration d'un éco quartier	30

3-analyse des exemples (éco quartier).....	35
4-thématique spécifique:.....	36
I-l'éducation:.....	36
II-l'école primaire:.....	37
1-définition de l'école.....	38
2-typologie des écoles primaires.....	38
3-types conceptuels de bâtiment scolaire.....	38
4-les besoins des enfants.....	39
5-l'organisation fonctionnelle d'une école élémentaire.....	40
6-programme qualitatif.....	42
7-programme quantitatif.....	44
8-analyse des exemples (école primaire).....	45
5-conclusion.....	46
chapitre 2: le projet.....	46
I-introduction.....	47
II- choix du site:.....	47
III-analyse contextuelle.....	47
IV-les étapes d'aménagement de l'éco quartier	56
v-analyse conceptuelle.....	59
V-1-présentation de la parcelle de l'école.....	59
V-2-organisation fonctionnelle.....	59
V-3-Stratégie d'implantation.....	60
V-4-genèse de la forme.....	61
V-5-organisation spatiale.....	62
V-6-traitement des façades.....	63
V-7-système constructif.....	66
-conclusion.....	70

chapitre 3 : évaluation environnementale et énergétique.....	71
I-introduction.....	71
II-évaluation environnementale:.....	71
II-1-à l'échelle de l'éco quartier.....	72
II-2-à l'échelle de l'école primaire.....	73
III-évaluation énergétique :.....	75
a-évaluation de l'éclairage naturel.....	75
b-Le bilan thermique.....	98
IV-conclusion.....	102
-conclusion générale	104
bibliographie	105
annexe 1.....	109
annexe 2.....	117

Liste des figures :

figure 1: schéma résumant la méthodologie du travail.....	22
figure 2:schéma résumant la structure du mémoire.....	23
figure 3:les principes de l'architecture bioclimatique	25
figure 4: éco quartier strasbourg, brasserie.....	30
figure 5: pole d'échange multimodal ,gare de mans sncf/arep	30
figure 6: renouvellement urbain et densification , la milesse.....	31
figure 7:les maisons memphis 'maisons mitoyennes, vern-sur-seiche.....	31
figure 8: bâtiment passif ,conception bioclimatique quartier vauban, fribourg.....	31
figure 9: voie partagée quartier rieselfeld ,fribourg.....	32
figure 10: placette en cœur de quartier.....	32
figure 11: toiture végétalisée sur bâtiment annexe ,quartier rieselfeld , fribourg.....	32
figure 12:passage à gué d'un ruisseau , st-jacques-de-la-lande	32
figure 13: diversité végétale quartier vauban, fribourg.....	33
figure 14: abri vélos et poubelles, quartier vauban, fribourg.....	33
figure 15: composteur collectif, quartier vauban, fribourg.....	33
figure 16: jardins partagés, quartier rieselfeld, fribourg.....	34
figure 17: un plan de masse récapitulatif.....	35
figure 18:schéma du système de récupération l'eau de la pluie.....	35
figure 19:schéma du système fixe de collecte par aspiration.....	35
figure 20 : plan de masse.....	35
figure 21: voirie desservant le lotissement.....	35
figure 22:schéma de l'éducation.....	36
figure 23:schéma des équipements éducatifs.....	37
figure 24: typologie des école.....	38
figure 25: types de modèles conceptuels de bâtiments scolaires.....	39
figure 26: schéma fonctionnel type d'une école élémentaire.....	40
figure 27:schéma d'entités et de fonctions d'une école élémentaire	41
figure 28: les formes des salles de classe	42
figure 29: schema de confort	43
figure 30: schéma de trois principes qui rendent l'école fonctionnelle.....	44
figure 31: volumétrie du projet	45
figure 32:plan de masse	45
figure 33: plan de masse schématisé	45

figure 34: schéma d'ensoleillement et ventilation	45
figure 35: coupe schématique d'ensoleillement et ventilation	45
figure 36: schéma définit les aspects bioclimatiques.....	45
figure 37:situation de la wilaya de médéa	47
figure 38: situation et contexte de la daïra de ouzera.....	47
figure 39: environnement immédiat du site d'intervention	48
figure 40: situation à l'échelle de l'agglomération.....	48
figure 41: les différentes étapes de l'extension de la ville de ouzera.....	48
figure 42: forme, dimensions et surface du site.....	49
figure 43: topographie du site	49
figure 44: coupe schématique de la ville de ouzera	49
figure 45:les températures à médéa (période 1981-2010).....	49
figure 46: précipitations à médéa (période1981-2010).....	50
figure 47: diagramme d'humidité relative de médéa (mensuel).....	50
figure 48:graphique d'ensoleillement (mensuel).....	50
figure 49 :répartition des vents dominats sur le terrain.....	51
figure 50: diagramme bioclimatique de givoni.....	51
figure 51: synthèse des neuf simulations d'ombrage du site.....	52
figure 52: synthèse de l'environnement naturel.....	52
figure 53: hiérarchisation des voies.....	53
figure 54: synthèse 1 de l'environnement construit.....	53
figure 55: suite synthèse de l'environnement construit.....	54
figure 56: schéma de recommandations.....	54
figure 57: suite schéma de recommandations	55
figure 58: première étape d'aménagement.....	56
figure 59: deuxième étape d'aménagement.....	56
figure 60: troisième étape d'aménagement	57
figure 61: quatrième étape d'aménagement	57
figure 62:le plan des parcours	57
figure 63: cinquième étape d'aménagement.....	57
figure 64: coupes schématiques passant par le terrain.....	57
figure 65: plan d'aménagement de l'éco quartier.....	58
figure 66:situation , limites et dimensions de la parcelle	59
figure 67:organisation fonctionnelle de l'école.....	59

figure 68: Stratégie d'implantation.....	60
figure 69:Genèse de la forme	61
figure 70: organisation spatiale de l'école en 2D.....	62
figure 71: organisation spatiale de l'école en 3d.....	62
figure 72: Plan des circuits.....	62
figure 73: façade Nord-est.....	63
figure 74: façade sud.....	64
figure 75: façade nord	65
figure 76:armature en fer de béton armé.....	66
figure 77 : plan des fondations + le positionnement des murs de soutènement	66
figure 78 : structure et positionnement des voiles.....	67
figure 79 : positionnement des joints de dilatation.....	67
figure 80:plancher à corps creux (16+4).....	68
figure 81: toiture végétale extensive	68
figure 82: la brique creuse.....	68
figure 83: brique creuse pour cloison	69
figure 84: dalle de sol en pierre calcaire blanche.....	69
figure 85: Sol enrobé noir.....	69
figure 86 :Dalle amortissante	70
figure 87:schéma d'un double vitrage classique	70
figure 88: Façade équipée de brises soleils verticaux.....	70
figure 89: Rideau occultant anti froid.....	70
figure 90:organigramme des aspects bioclimatiques du projet.....	71
figure 91: parking perméable.....	72
figure 92: voie piétonne	91
figure 93: piste cyclable	91
figure 94: les bacs de tri sélectif des déchets.....	91
figure 95:batterie de boites à compost.....	91
figure 96:pavage perméable.....	91
figure 97:noues engazonnés	91
figure 98:jardin de pluie.....	91
figure 99: le chêne vert.....	91
figure 100:Arbre à haute tige.....	91
figure 101: cerisier.....	91

figure 102: Arbuste persistant.....	91
figure 103 :les critères du confort visuel.....	77
figure 104: cas d'uniformité améliorée dans un terrain de volleyball.....	78
figure 105 :objet avec ou sans ombres selon le type d'éclairage et sa direction.....	79
figure 106: cas de réflexion dans une salle de classe.....	79
figure 107 :cas de réflexion dans un bureaux.....	79
figure 108:lumière froide et lumière chaude.....	80
figure 109: les deux salles de classe à simuler.....	82
figure 110: le cas d'une salle de classe semi-enterrée	83
figure 111: le cas d'une salle de classe située à l'étage	83
figure 112: variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (1) le 21Mars)	84
figure 113: variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (1) le 21juin)	84
figure 114: variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (1)le 21Décembre).....	84
figure 115: variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (2)le 21Mars)	85
figure 116: variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (2)le 21Juin).....	85
figure 117: variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (2) le 21Décembre)	85
figure 118 variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (3)le 21Mars).....	86
figure 119: variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (3)le 21Juin).....	86
figure 120: variations des éclairements (cas1 indicateur1 (3)le 21Décembre).....	86
figure 121: variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (1)le 21Mars)	87
figure 122: variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (1)le 21Juin)	87
figure 123: variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (1) le 21Décembre)	87
figure 124: variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (2)le 21 Mars)	88
figure 125: variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (2)le 21 juin)	88
figure 126: variations des éclairements (cas1 indicateur2 (2)le 21 Décembre).....	88
figure 127: variations des éclairements (cas1 indicateur2 (3)le 21 Mars.....	89
figure 128: variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (3)le 21 juin).....	89
figure 129: variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (3) le 21 décembre).....	89
figure 130: variations des éclairements (cas1 indicateur3 (1)le 21Mars)	90
figure 131:variations des éclairements (cas1 indicateur3 (1) le 21juin).....	90
figure 132:variations des éclairements (cas1 indicateur3 (1) le 21décembre).....	90
figure 133:variations des éclairements (cas1 indicateur3 (2) le 21mars).....	91
figure 134: variations des éclairements (cas1 indicateur3 (2)le 21juin).....	91
figure 135:variations des éclairements (cas1 indicateur3 (2) le 21décembre)	91

figure 136: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 mars).....	92
figure 137: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 juin).....	92
figure 138: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 décembre).....	92
figure 139: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 mars).....	93
figure 140: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 1 (2)le 21 juin).....	93
figure 141: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 1 (2)le 21 décembre).....	93
figure 142: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 1 (3)le 21 mars).....	94
figure 143: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 1 (3)le 21 juin).....	94
figure 144: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 1 (3)le 21 décembre).....	94
figure 145: variations des éclairagements (cas2 indicateur 2 (1) le 21Mars).....	95
figure 146: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 2 (1)le 21 Juin).....	95
figure 147: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 2 (1)le 21 Décembre)	95
figure 148: variations des éclairagements (cas2 indicateur 2 (2)le 21 mars).....	96
figure 149: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 2 (2)le 21 Juin)	96
figure 150: variations des éclairagements (cas 2 indicateur 2 (2) 21 Décembre)	96
figure 151:méthodologie du travail	98
figure 152:la cellule d'étude.....	99

Liste des tableaux :

tableau 1: dimensions des semelles.....	66
tableau 2: les aspects bioclimatiques appliqués à l'échelle de l'éco quartier.....	72
tableau 3: aspects bioclimatiques appliqués à l'échelle de l'école primaire.....	74
tableau 4:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (1) le 21Mars)	84
tableau 5:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (1)le 21juin)	84
tableau 6::récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (1)le 21décembre).....	84
tableau 7:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (2)le 21mars).....	85
tableau 8:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (2) le 21juin).....	85
tableau 9:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (2) le 21décembre).....	85
tableau 10:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (3) le 21Mars)	86
tableau 11:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur1 (3)le 21juin).....	86
tableau 12:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (3)le 21Décembre).....	86
tableau 13:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (1) le 21Mars).....	87
tableau 14:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (1) le 21juin).....	87

tableau 15:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 2 (1) le 21décembre).....	87
tableau 16:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (2)le 21Mars).....	88
tableau 17:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (2) le 21 Juin).....	88
tableau 18:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 2 (2)le 21Décembre).....	88
tableau 19:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (3) le 21 mars)	89
tableau 20:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (3) le 21 juin).....	89
tableau 21:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 2 (3) le 21 décembre)	89
tableau 22:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (1) le 21mars).....	90
tableau 23:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (1) le 21Juin).....	90
tableau 24:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 3 (1)le 21Décembre).....	90
tableau 25:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (2) le 21mars).....	91
tableau 26:récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (2) le 21Juin).....	91
tableau 27: récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (2) le 21Décembre).....	91
tableau 28:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 mars).....	92
tableau 29:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 juin).....	92
tableau 30:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 décembre).....	92
tableau 31:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 mars).....	93
tableau 32:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (2)le 21 juin).....	93
tableau 33:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Décembre)....	93
tableau 34:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (3)le 21 mars).....	94
tableau 35:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 juin).....	94
tableau 36:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 décembre)....	94
tableau 37:récapitulatif des résultats obtenus (cas2 indicateur 2 (1) le 21 mars).....	95
tableau 38:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 2 (1)le 21 Juin).....	95
tableau 39:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 2 (1) le 21 Décembre)....	95
tableau 40:récapitulatif des résultats obtenus (cas2 indicateur 2 (2) le 21 Mars).....	96
tableau 41:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 juin).....	96
tableau 42:récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 Décembre)....	96
tableau 43: compositions des éléments constructifs.....	100
tableau 44 : les résultats graphiques.....	101
tableau 45: les résultats numériques.....	101
tableau 46: la classification énergétique	102

Liste des équations :

équation 1: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (1) le 21mars)..84	84
équation 2: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur1 (1) le 21juin)...84	84
équation 3: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (1) le 21déc)....84	84
équation 4: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (2) le 21Mars)..85	85
équation 5: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (2) le 21Juin)...85	85
équation 6: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (2) le 21déc)....85	85
équation 7: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur1 (3) le 21Mars)...86	86
équation 8: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur1 (3) le 21Juin)....86	86
équation 9: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (3) le 21déc)...86	86
équation 10 : synthèse du 1 er indicateur (1 er cas)86	86
équation 11: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (1) le 21mars)87	87
équation 12: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2(1) le 21juin)...87	87
équation 13: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (1) le 21déc)..87	87
équation 14: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (2) le 21mars)88	88
équation 15: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2(2) le 21juin)...88	88
équation 16: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (2) le 21déc)..88	88
équation 17 : zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (3) le 21mars)89	89
équation 18: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (3) le 21juin).89	89
équation19: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2(3) le 21déc)....89	89
équation 20: synthèse du 2 éme indicateur (1 er cas).....89	89
équation 21: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 3 (1) le 21 mars)90	90
équation 22: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (1) le 21juin)...90	90
équation 23 : zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (1) le 21Déc)..90	90
équation 24: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (2) le 21mars)..91	91
équation 25: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (2) le 21juin)...91	91
équation 26: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (2) le 21déc)...91	91
équation 27: synthèse du 3éme indicateur cas1.....91	91
équation 28: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 mars)92	92
équation 29: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 juin).92	92
équation 30: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (1) le 21 déc)92	92
équation 31: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Mars93	93
équation 32 : zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (2)le 21 juin)93	93
équation 33: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 déc)93	93

équation 34:zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (3)le 21 Mars)	94
équation 35:zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 Juin)	94
équation 36:zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 déc).	94
équation 37: synthèse du 1 er indicateur cas 2.....	94
équation 38:zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2 (1) le 21 Mars)	95
équation 39: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2 (1) le 21 juin)	95
équation 40: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2(1) le 21 Déc)	95
équation 41 :zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 mars)	96
équation 42: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 Juin)	96
équation 43: zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2(2) le 21 déc)	96
équation 44: synthèse du 2 ème indicateur cas 2	96
équation 45: synthèse /recommandations 1 er cas.....	97
équation 46: synthèse /recommandations 2 ème cas.....	97

Liste des abréviations:

POS: Plan d'occupation du sol

PDAU: Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

HQE: Haute qualité Environnementale

CES: Coefficient d'Emprise du Sol

COS: Coefficient d'Occupation du Sol

RPA: Réglementation parasismique Algérienne

SAU: Secteur À Urbaniser

LV: Luminance du Verre

3DS Max :3D Studio Max

-RÉSUMÉ :

Avec les besoins actuels d'économie d'énergie et de maîtrise des impacts environnementaux du bâtiment, il est utile d'approcher à certains sujets que nous négligeons avant , concevoir en respectant l'environnement , penser au développement durable tout ayant recours à l'architecture bioclimatique qui consiste à trouver le meilleur équilibre entre un bâtiment ,le climat environnant et le confort de l'habitant , après une certaine réflexion nous arrivons à une solution qui réponds à la fois aux besoins en habitation et aux besoins d'économie d'énergie ,c'est l'éco quartier ou le quartier durable. Un éco quartier est un quartier qui s'inscrit dans la perspective du développement durable ,c'est à dire il doit avoir une meilleure gestion de déplacement avec limitation de la voiture et incitation à l'utilisation de transport doux (transport en commun , vélo , marche à pied..) . Il doit également réduire au maximum la consommation énergétique et la consommation d'eau , limite la production des déchets et favorise la biodiversité.

Notre travail se divise en deux parties , partie théorique et partie pratique ,dans la première partie on traite l'éco quartier comme une thématique générale , l'école primaire comme une thématique spécifique et le confort visuel comme une thématique opérationnelle, suivie par une analyse contextuelle qui a pour but de ressortir les caractéristiques et les servitudes du site d'intervention pour élaborer l'aménagement de l'éco quartier .La deuxième partie traite les outils d'aménagement et de conception bioclimatique et les outils de modélisation et simulation pour arriver à des résultats qui assure le confort des usagers.

Nous avons intégré l'école primaire bioclimatique au sein de notre éco quartier pour favoriser la mixité fonctionnelle, répondre au besoin d'un équipement éducatif de base et aussi pour sensibiliser les enfants dès le plus jeune âge à la préservation de l'environnement , à l'adaptation aux conditions climatiques et à la participation dans le domaine socioéconomique. On a abordé l'évaluation environnementale et l'évaluation énergétique qui nous a aidé à prendre certaines décisions dans la conception de notre projet.

Pour finir , l'ensemble des connaissances sur les trois échelles étudiées : Éco quartier , École primaire et Confort visuel permettent d'arriver à un point d'intersection entre les besoins des individus , leur confort et leur environnement immédiat.

Mot clé: Éco quartier , École primaire , Confort visuel

-ABSTRACT :

With the current needs of energy saving and control of the environmental impacts of the building, it is useful to approach certain subjects that we neglect before, to conceive respecting the environment, to think of sustainable development while resorting to the bioclimatic architecture which consists in finding the best balance between a building, the surrounding climate and the comfort of the inhabitant. after some reflection we come to a solution that meets both housing needs and energy saving needs, it is the eco neighborhood or the sustainable neighborhood. An eco-neighborhood is a neighborhood that fits into the perspective of sustainable development, it must have better management of travel with limitation of the car and incentive to the use of soft transport (public transport, bicycle , walking..). It must also minimize energy consumption and water consumption, limit waste production and promote biodiversity.

Our work is divided into two parts, theoretical part and practical part, in the first part the eco-district is treated as a general theme, primary school as a specific theme and visual comfort as an operational theme, followed by a contextual analysis that aims to highlight the characteristics and easements of the intervention site to elaborate the development of the eco-district. The second part deals with planning and bioclimatic design tools and modeling and simulation tools to arrive at results that ensure user comfort.

We have integrated the bioclimatic primary school in our eco-neighborhood to promote functional diversity, meet the need for basic educational equipment and also to educate children from an early age to the preservation of the environment, adaptation to climatic conditions and socio-economic participation.

we have approached the environmental assessment and the energy assessment that helped us make some decisions in the design of our project.

Finally, we made all the knowledge on the three scales studied: Eco neighborhood, primary school and visual comfort to arrive at a point of intersection between the needs of individuals, their comfort and their immediate environment.

Key Words: eco-neighborhood, primary school, visual comfort

CHAPITRE INTRODUCTIF

INTRODUCTION GÉNÉRALE:

L'homme depuis sa création a toujours su se protéger des phénomènes climatiques par la création de son abri, l'histoire de l'homme montre qu'il a également utilisé la nature pour améliorer au cours de sa vie son confort.

Avec le développement des sciences et des technologies de nouvelles utilisations sont apparues telle que l'utilisation des énergies « fossiles, nucléaire, hydrauliques et électrique » dont certaines ont un grand impact sur l'environnement et le climat.

Ces modifications du milieu naturel nous montrent que l'homme doit repenser son mode de consommation d'énergie et revoir son rapport aux ressources naturelles.

Aujourd'hui l'homme est à la recherche de solutions lui permettant de résoudre partiellement ces problèmes. L'application de nouvelles techniques de construction, de nouveaux matériaux permettant de

réduire les problèmes de pollutions, sont pris en charge par des nouvelles conceptions architecturales telle que "l'architecture bioclimatique".

De ce fait et Dans le cadre du projet de fin d'étude on a opté pour le choix de l'option « architecture bioclimatique » avec une démarche visant à diminuer et minimiser l'impact de la consommation d'énergie sur l'environnement, d'améliorer la qualité de vie humaine et d'assurer des constructions durables.

PRÉSENTATION DE L'OPTION :

Préambule :

Pour assurer la qualité de vie des générations futures, la maîtrise du développement durable des ressources de la planète est devenue indispensable. Son application à l'architecture, à l'urbanisme et à l'aménagement du territoire concerne tout les intervenants : décideurs politiques, maîtres d'ouvrage, urbaniste, architecte, ingénieurs, paysagiste,...

La prise en compte des enjeux environnementaux ne peut se faire qu'à travers une démarche globale, ce qui implique la nécessité de sensibiliser chaque intervenant aux enjeux du développement durable et aux tendances de l'architecture écologique et bioclimatique.

Le but de cette option est de donner aux étudiants en fin de cycle la possibilité de concevoir autrement ; à travers des projets d'échelle volontairement modeste, afin de proposer des solutions aisément reproductible dans leurs future carrière professionnelle.

1. Objectifs pédagogiques :

Les objectifs pédagogiques de l'option peuvent être résumés en trois axes principaux :

1-1 Connaissances du milieu physique et des éléments urbains et architecturaux d'intervention appropriés :

Connaissance de l'environnement physique (chaleur, éclairage, ventilation, acoustique) et des échanges établis entre un environnement donnée et un site urbain ou un projet architectural.

L'objectif est une conception en harmonie avec le climat.

1-2 Dimension humaine : confort et pratique sociale:

La dimension humaine est indissociable du concept de développement durable, la recherche de la qualité environnementale est une attitude ancestrale visant à établir un équilibre entre l'homme et son environnement l'architecture vernaculaire en est une source précieuse d'enseignement.

1-3 dimension Méthodologique :

1.Méthodologie de recherche :

Initiation à l'approche méthodologique de recherche : Problématique, objectifs, hypothèses

2.Méthodologie de conception :

Pour atteindre les objectifs de la qualité environnementale, la réalisation de bâtiments bioclimatique associe économie d'énergie et emploi de matériaux sains et renouvelable

2-1 Economie d'énergie : avec l'Optimisation des apports solaires, la Ventilation naturelle, l'Eclairage naturel, la Récupération des eaux pluviale, et l'utilisation des Toitures végétalisées.

2-2 Matériaux sains et renouvelables : en précisant les Critères de choix des matériaux.

2. Conception appliquées : Projet ponctuel :

L'objectif est de rapprocher théorie et pratique, une approche centrée sur le cheminement du projet, consolidée par un support théorique et scientifique qui permet de dégager des filières de réflexion pour les thèmes de mémoire de fin d'étude.

But : Conception d'un équipement d'échelle modeste respectueux de l'environnement et intégrant des dispositifs bioclimatiques actifs, utilisation de l'énergie solaire thermique et

photovoltaïque, éoliennes, récupération des eaux de pluie, toiture végétalisée et utilisation de matériaux sains.

Mme MAACHI

PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE:

À cause de notre mode de développement qui produise massivement des gazs à effet de serre dus à la concentration massive des activités en ville, les déplacements automobiles, le rejet de gaz polluant (CO2) par l'industrie et les équipements domestiques (le chauffage et la climatisation). Le concept du développement durable est venu comme un antidote à tous nos maux urbains permettant la maintenance de l'équilibre des écosystèmes de la planète, préservant les énergies fossiles épuisables et favorisant les énergies renouvelables.

L'état des ressources algériennes en matières premières tel que le pétrole et le gaz des énergies non renouvelables sont en dégradation ou vers leurs épuisements c'est pour cette raison qu'il faut penser a prendre des dispositions majeures et de penser aux énergies renouvelables qu' offre le pays par ses richesse environnementales inexploitées en Algérie.

D'autre part, l'action d'aménager et de construire est une action ayant un impact majeur sur l'environnement, gourmand en énergie fossile et grand émetteur du CO2. Le secteur résidentiel et tertiaire en Algérie se trouve parmi les plus énergivores avec une consommation de **35 %** de l'énergie finale.¹

Ces dispositions consistent a intégré et travaillé avec le climat et devoir penser et concevoir bioclimatique, et d'aménager avec l'environnement tout en préservant les sources naturelles et en minimisant la consommation énergétique.

Suite à la forte pression démographique en Algérie , une forte demande en logement est apparue ce qui a causé une dégradation de l'état de l'habitat. Pour couvrir les besoins en logement ,on commence à implanter anarchiquement sans respecter les règles d'urbanisme ce qui a mené à l'étouffement de la ville algérienne par conséquent la dégradation de la qualité de vie des algériens due au manque de diversité spatiale, fonctionnelle et sociale que le quartier ou la cité peut offrir.

¹ Ministère de l'Énergie et des Mines, « Consommation Énergétique Finale de l'Algérie année 2010 », in APRUE données et indicateurs,[en ligne],consulté le 23-05-2017, (<http://www.aprue.org.dz/lettre%20APRUE%20n18.>)

À quelle échelle doit 'on intervenir pour répondre à la demande en habitation ,de plus en plus accrue tout en réduisant l'impact de ces constructions sur l'environnement ,en protégeant le potentiel écologique et en respectant le mode de vie et les pratiques sociales des algériens ?

HYPOTHÈSES:

-À l'échelle du quartier car c'est le cadre naturel de la vie sociale dans la ville et de l'unité sociale à l'échelle humaine .les comportements , le mode de vie , les problèmes de dysfonctionnements urbains se manifestent tous plus profondément à cette échelle.

-Un éco quartier qui s'inscrit dans le concept du développement durable et qui tient compte de l'équilibre entre l'aspect économique , écologique et social , est la réponse aux préoccupations actuelles de l'urbanisme durable en Algérie.

OBJECTIFS:

-Atteindre une certaine performance dans la gestion des déplacements et des transports propres, en encourageant les modes de transport doux à l'intérieur comme à l'extérieur du quartier

-Satisfaire les besoins essentiels des habitants en matière de service (commerce, éducation , santé..)

-Favoriser la mixité sociale :

*En créant des espaces de rencontres et de loisirs (mosquée , aires de jeux pour enfant...)

*Mixité dans le type de logement (collectif , individuel , intermédiaire)

-Appliquer une démarche écologique qui se base sur deux volets qui sont :

*La maîtrise des impacts sur l'environnement extérieur

*La création d'un environnement intérieur confortable

-Conception bioclimatique du bâtiment qui va consister à réduire au maximum les besoins de chauffage et de climatisation

PROBLÉMATIQUE SPÉCIFIQUE:

<<L'espace joue un rôle d'éducateur : c'est un accompagnateur pédagogique pour des générations d'enfants. L'interaction entre pédagogie et architecture peut en effet créer un environnement propice à l'apprentissage. L'architecture scolaire doit alors refléter les besoins des enfants en matière d'éducation et de développement social

L'environnement favorable à l'apprentissage ne s'arrête pas aux limites du domaine de l'école. Il englobe les rues alentours, les lieux publics... L'école doit être considérée comme un tout : elle ne concerne pas seulement le bien-être scolaire des élèves. Par ailleurs, les écoles sont destinées à ceux qui en usent. Mettre leurs équipements et leurs ressources à la disposition de la collectivité permet de faire vivre et d'optimiser les bâtiments scolaires>>. ¹

Les bâtiments scolaires doivent être conçus en fonction des données climatiques locales et selon les dispositions intégrées à leurs contextes ,cela suppose que leurs typologies et caractéristiques architecturales par rapport aux mêmes conditions climatiques obéissent aux mêmes règles de conception et se différencient quand le contexte climatique change.

En Algérie , face aux besoins importants d 'infrastructures , le ministère de l'éducation nationale a eu recours à la standardisation de l'architecture scolaire en proposant des schémas de plan type à construire partout sur le territoire national , négligeant de ce fait à la fois les caractéristiques géographiques et climatiques des différentes régions.

Médéa est une wilaya située Au Nord de l'Algérie , au cœur de l'Atlas Tellien, la wilaya de Médéa est caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées. Une telle position stratégique a fait de Médéa une zone de transit principale et un trait d'union entre le Tel et le Sahara, d'une part, et entre les Hauts Plateaux de l'Est et ceux de l'Ouest, d'autre part. Le climat subhumide (avec des hivers froids et des étés chauds) de Médéa se distingue par des caractéristiques dues à de nombreux facteurs qui sont entre autres :

*Son altitude qui atteint 1240 m au dessus du niveau de la mer (sommet de Benchicao)

*Sa position sur les monts de l'Atlas tellien

*Son exposition aux vents et aux vagues de courants venant de l'Ouest²

¹ Kempf .M et Lagadec. A, conception et réalisation :Les écoles prennent le temps de l'architecture ,2008 , [en ligne], consulté le 26-05-2017,

(http://www.infrastructures.cfwb.be/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=fileadmin/sites/agi/upload/agi_su_per_editor/agi_editor/documents/Planches-exposition.pdf&hash=45e8d29af13000a5d661d4fde888f5c5ae787b7e)

²Andi, wilaya de Médéa, Invest in Algeria ,2013, [en ligne] ,consulté le 26-05-2017, (<http://www.andi.dz/PDF/monographies/MEDEA.pdf>)

Ouzera est une daïra dans la wilaya de Médéa ,caractérisée par un climat et une topographie spécifique à cette région .Ce climat nécessite une adaptation de l'architecture en générale et de l'architecture scolaire. En particulier construire un bâtiment scolaire à Ouzera , avec un plan type reproduits sur tout le territoire national , causera un problème de dysfonctionnement dans cet équipement .

Quel type d'architecture scolaire peut s'adapter à la fois aux besoins des enfants et au climat de Ouzera?

HYPOTHÈSES:

-Une conception qui soit fonctionnelle et attractive aux enfants, et qui assure le confort à toutes ses échelles (thermique , acoustique , visuel , olfactif) en appliquant les principes de l'architecture bioclimatique.

OBJECTIFS:

- construire des bâtiments scolaires intégrées à leurs contextes
- avoir du confort dans les espaces intérieurs et extérieurs de bâtiment scolaire
- assurer un bon fonctionnement du bâtiment scolaire

STRUCTURE DE TRAVAIL:

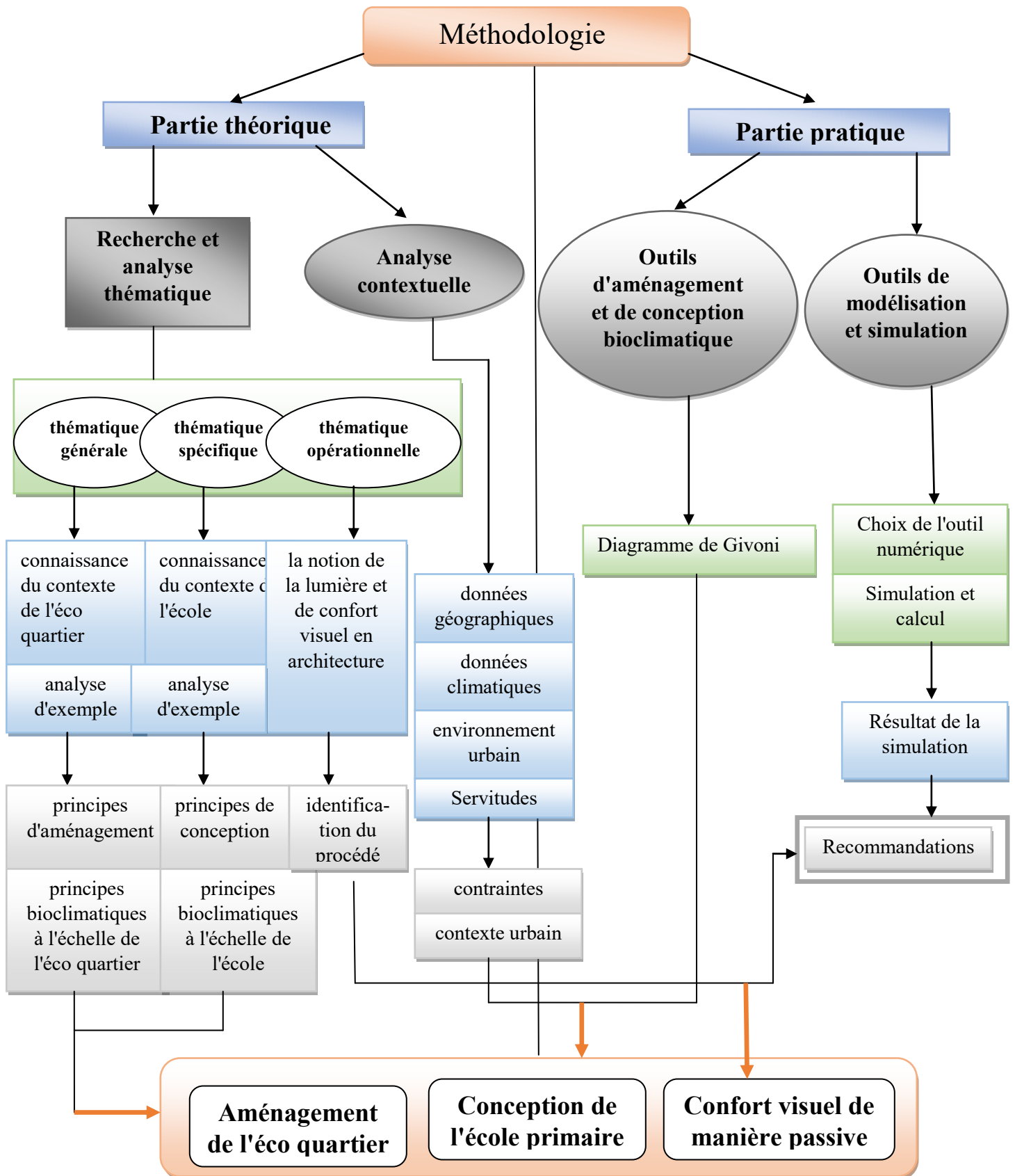


Figure 1: schéma résumant la méthodologie du travail (source: auteur)

STRUCTURE DU MÉMOIRE:

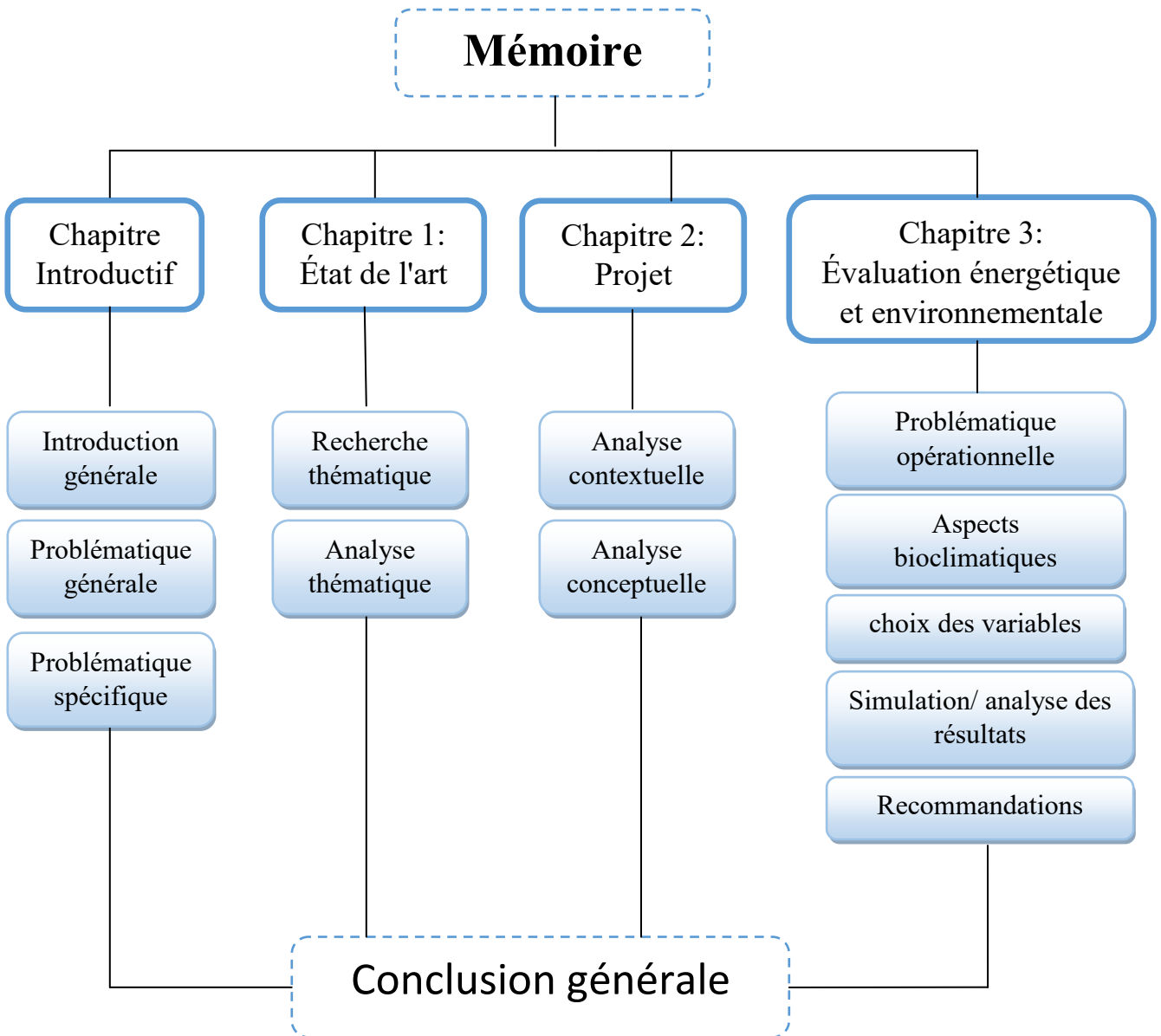


Figure 2: Schéma résumant la structure du mémoire (source: auteur)

1-INTRODUCTION:

La recherche thématique est un élément important dans le processus de la conception architecturale, car elle permet de connaître et de comprendre le thème, et définir les buts et les besoins du projet qui permettront d'établir un programme bien précis. L'objectif de notre recherche est d'aboutir à un projet architecturale bioclimatique fonctionnel, confortable, économe en énergie et respectueux de l'environnement.

Dans ce chapitre nous abordons tout d'abord les deux concepts 'Architecture Bioclimatique' et 'Éco quartier' qui sont liées à la problématique générale, puis nous exposerons une recherche thématique sur l'école (la thématique spécifique), et finalement nous présenterons une analyse des exemples qui nous permettent d'identifier les besoins des usagers et nous aide dans la phase de la conception architecturale.

2-CONCEPTS ET DÉFINITIONS :

2-1 L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE:

2-1-1- Définition :¹

-Le mode de conception qui consiste à trouver le meilleur équilibre entre un bâtiment, le climat environnant et le confort de l'habitant **c'est l'architecture bioclimatique.**

-Un bâtiment qui tire le meilleur parti du rayonnement solaire (on s'en protégeant ou on profitant de ses biens faits) et de la circulation naturelle de l'air pour maintenir des températures agréables, contrôler l'humidité, favoriser l'éclairage naturel, tout en réduisant les besoins énergétique **c'est une construction bioclimatique.**

2-1-2- Principes de l'architecture bioclimatique :²

Les principes de base de l'architecture bioclimatique :

- capter le rayonnement solaire
- stocker l'énergie ainsi capter

¹ CAUE Martinique, Construire à la Martinique avec le climat. Éléments de conception pour tous.[en ligne], consulté le 07-12-2016,(<http://www.caue-martinique.com/media/fichepr-23-construire-bioclimatique-a-la-martinique.pdf>)

² Association Eco Sud, [en ligne], consulté le 07-12-2016,([www.eco-sud.com/ Architecture-bioclimatique.pdf](http://www.eco-sud.com/Architecture-bioclimatique.pdf))

- distribuer cette chaleur dans l'habitat
- réguler cette chaleur
- éviter les déperditions dues au vent

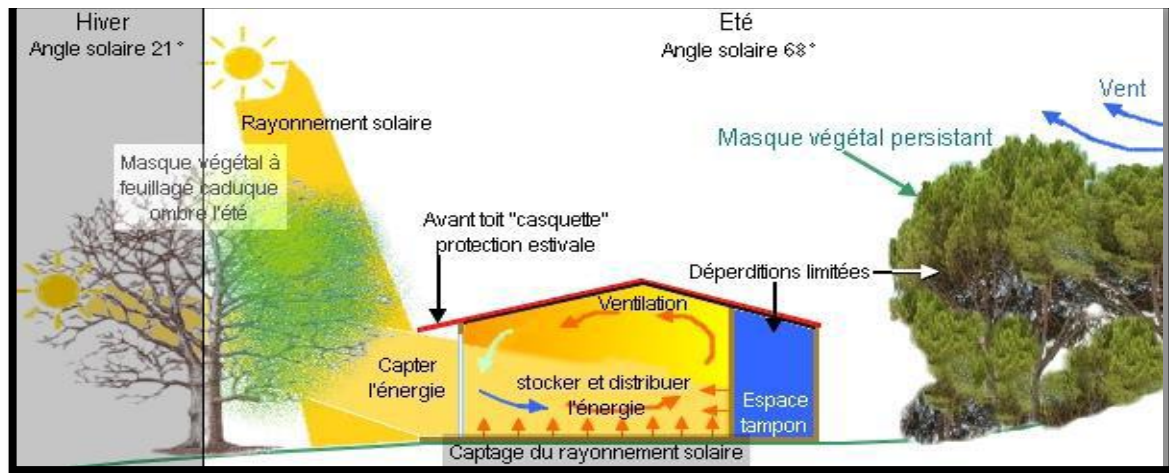


Figure 3: les principes de l'architecture bioclimatique
 (source : <http://www.triskeline.fr/blog/2010/03/bioclimate-architecture-conception/>)

-S'inscrivant dans une démarche de développement durable, l'architecture Bioclimatique se base sur les principes suivants :¹

✓ **Minimisation des pertes énergétiques en s'adaptant au climat environnant**

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

✓ **Privilégier les apports thermiques naturels et gratuits en hiver**

1. Ouvertures et vitrages sur les façades exposées au soleil
2. Stockage de la chaleur dans la maçonnerie lourde
3. Installations solaires pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

✓ **Privilégier les apports de lumière naturelle**

1. Intégration d'éléments transparents bien positionnés

¹ Association Eco Sud , [en ligne] , consulté le 07-12-2016,([www.eco-Sud.com/ Architecture-bioclimate.pdf](http://www.eco-Sud.com/Architecture-bioclimate.pdf))

2. Choix des couleurs

✓ **Privilégier le rafraîchissement naturel en été**

1. Protections solaires fixes, mobiles ou naturels (avancées de toiture, Végétation,...)
2. Ventilation
3. Inertie appropriée

Dans une construction bioclimatique, on tient compte :

- De l'origine des matériaux utilisés, de leurs provenances
- De l'énergie consommée à leur fabrication
- Du confort qu'ils apportent et de leur capacité à être recyclé

Les matériaux retenus en architecture bioclimatique sont sélectionnés sur :

- Une bonne absorption des rayons lumineux
- Un stockage de chaleur
- Une rapidité d'absorption et de restitution de la chaleur
- Une bonne qualité isolante

2-1-3-Systèmes solaires passifs, actifs et hybrides : ¹

L'utilisation de l'énergie solaire est possible à différents niveaux d'intégration : solaire actif (technologie intégrée), solaire passif (conception architecturale intégrée) et solaire hybride au fonctionnement tantôt passif, tantôt actif.

❖ systemes passifs:

Les systèmes passifs les plus répandus sont les fenêtres, la véranda vitrée, la serre et dans une certaine mesure le chauffe-eau solaire à thermosiphon, l'utilisation passive de l'énergie solaire est en fait présente dans toute construction munie de fenêtres : elle consiste à laisser pénétrer le rayonnement solaire par les ouvertures transparentes, ce qui apporte à la fois lumière et chaleur. L'énergie solaire est captée et stockée dans les parties massives internes du bâtiment (dalles, plafonds, parois interne), la fenêtre est le capteur solaire le plus répandu et elle contribue, en l'état actuel, grâce à ses apports de chaleur, à réduire d'environ 10% la consommation d'énergie de chauffage.

¹Liebard .A et De Herde .A .Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques , concevoir , édifier et aménager avec le développement durable ; 6 ; 3 e édition , le moniteur , 2005.P (19-135). ISBN: 2-913620-37X

La performance des systèmes passifs dépend avant tout de la qualité et de la précision de la conception architecturale.

❖ **Systemes actifs :**

L'énergie solaire captée en façade ou en toiture par un panneau solaire chauffe un fluide caloporteur (air, eau) qui transfère cette énergie à un stock. La circulation de fluide caloporteur nécessite une dépense d'énergie (généralement électrique) qui représente une fraction de l'énergie captée. La chauffe eau solaire avec pompe de circulation est un système actif très répandu, de même que le plancher solaire direct et les capture solaire en général. La performance du système dépend avant tout de son réglage et de la qualité des composants.

❖ **Systemes hybrides :**

Ces systèmes ont un fonctionnement tantôt passif, tantôt actif, comme le collecteur fenêtre (ou capteur fenêtre) avec circuit d'air chaud ou le capteur a air. Le capteur-fenêtre fonctionne de 2 manières :

Lorsque le rayonnement est faible, il se comporte comme une fenêtre ordinaire et lorsque le rayonnement est plus intense, un store est abaissé dans la coulisse entre la fenêtre intérieure et la fenêtre extérieure et un ventilateur pulse l'air en circuit fermé du lecteur vers le stock. Ces systèmes sont relativement complexes, encombrants et couteux.

2-1-4-Avantages et inconvénients : ¹

Avantages :

L'architecture bioclimatique présente beaucoup d'avantages surtout sur le plan environnemental.

- Économie d'énergie
- Économie de chauffage.
- Économie d'éclairage.
- Diminution des méthodes énergétiques traditionnelles.
- Confort de vie optimisé grâce à l'éclairage naturel, aux températures constantes et à une bonne luminosité à l'intérieur.
- Réduction des coûts financiers concernant les dépenses énergétiques

inconvénients :

Les principaux inconvénients sont le coût financier de la construction d'un bâtiment

¹ Énergierenouvelables.fr, Le guide des énergies renouvelables ,L'architecture bioclimatique , 2010 , [en ligne], consulté le 15-12-2016, (<http://www.energierenouvelable.fr/architecture.php>)

bioclimatique et le temps assez long des études de conception du projet. En effet, les matériaux restent assez chers et il est important de bien étudier le climat ainsi que les normes spécifiques à l'emplacement du bâtiment.

Enfin, vivre dans une maison bioclimatique oblige à respecter un certain nombre de règles de vie. Par exemple, les portes doivent être ouvertes en été pour favoriser l'aération, tandis qu'en hiver, il faut bien toutes les fermer pour éviter la fuite de la chaleur.

2-2 L'ÉCO QUARTIER:

2-2-1-Qu'est ce qu'un éco-quartier? ¹

Un éco-quartier est un quartier qui s'inscrit dans une perspective de développement durable. Il doit réduire au maximum son impact sur l'environnement. favoriser le développement économique , la qualité de la vie , la mixité et l'intégration sociale. Il doit être durable , que ce soit d'un point de vue urbain ou architectural ,depuis sa conception jusqu'a son exploitation .Il tente donc de répondre aux trois importants points qui font ,d'un quartier un éco-quartier :l'aspect social , économique et l'écologique.

2-2-2- Caractéristiques types d'un éco-quartier: ²

- **meilleure gestion des déplacements** avec limitation de la voiture et incitation à l'utilisation de transports doux (transports en commun, vélo, marche à pied). Le concept des éco-quartiers facilite l'usage du vélo grâce à des pistes cyclables ou des voies vertes, la présence de parking à vélo sécurisé (vélo station), des voies piétonnes permettant de circuler en toute sécurité et des arrêts de bus parcourant le quartier.
- **Réduction des consommations énergétiques** : les bâtiments, notamment, répondent à des exigences très strictes avec des consommations au m² aussi faibles que possible, avec une recherche si possible de bâtiment à énergie positive. Les éco-quartiers remarquables recourent tous aux énergies renouvelables (solaire le plus souvent).
- **Les matériaux de construction utilisés** et les chantiers doivent faire l'objet d'une attention particulière (meilleure gestion des déchets de chantier, réutilisation d'éléments dans le cadre d'une réhabilitation...).

¹ Nadji .M , Mémoire de Magister, Réalisation d'un éco-quartier, Université d'Oran ,Avril 2015, P 50 , [En ligne], consulté le 09-12-2016 , (<http://theses.univ-oran1.dz/document/TH4558.pdf>)

²SIDDTS-MIG, ÉCO-QUARTIER ,Octobre 2009, [en ligne] ,consulté le 09-12-2016,(http://www.seine-et-marne.gouv.fr/content/download/5119/36311/file/FIC_20091000_ECOQUARTIER.pdf)

- **Limitation de la production de déchets** : le tri sélectif est de rigueur, et les déchets verts peuvent également être facilement compostés grâce à des emplacements prévus à cet effet - le compost pouvant ensuite être utilisé pour les jardins et espaces,verts.
- **Réduction des consommations d'eau** : les eaux pluviales sont récupérées et utilisées pour arroser les espaces verts,nettoyer la,voie publique ou alimenter l'eau des toilettes.
- **Favoriser la biodiversité** : suivant les éco-quartiers, des mesures peuvent être prises ou encouragées pour permettre à une flore et une faune locale de s'épanouir.

2-2-3-Les enjeux de l'éco-quartier : ¹

Un certain nombre de menaces environnementales et sociales, à la fois locales et planétaires, pèsent sur nos sociétés et nos villes. Il n'est plus possible de les ignorer tant leurs conséquences à court, moyen et long terme peuvent s'avérer pénalisantes. Il est de la responsabilité de tous d'y répondre, chacun selon sa marge de manœuvre.

L'objectif est avant tout, comme le souligne l'Agenda 21 de Lille Métropole, est de « Construire une ville durable agréable à vivre et à voir »

- **Enjeux de santé publique et d'environnement** :
 - Le réchauffement climatique et l'épuisement des énergies fossiles
 - La perturbation du cycle de l'eau
 - La régression de la biodiversité
 - La pollution et la dégradation des ressources naturelles
 - Les risques pour la santé publique
- **Enjeux sociaux:**
 - Des quartiers pour tous, à forte diversité sociale
 - Des quartiers sûrs et confortables
 - Des lieux d'innovation sociale et de solidarité
 - Des quartiers intégrés à la ville
- **Enjeux économiques** :
 - Générer des économies financières
 - Dynamiser le tissu économique local et métropolitain
 - Offrir un cadre d'innovation ou d'expérimentation économique

¹Charte des éco-quartiers de Lille Métropole Communauté Urbaine-2010.pdf , [en ligne] , consulté le 09-12-2016, (<http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/Imcu/files/docs/DEVDURABLE/charte-des-eco-quartiers-2010.pdf>)

2-2-4-Les critères à prendre en considération dans l'élaboration d'un éco quartier :¹

➤ **e choix d'un site pertinent**

Un quartier, c'est une portion d'un bourg, d'un village ,d'une ville..chaque projet de nouveau quartier se doit de trouver ou de créer une accroche urbaine avec l'existant: un prolongement , une insertion ...



Figure 4: éco quartier Strasbourg, brasserie
(source: <http://www.pss-archi.eu/forum/viewtopic.php?id=30821>)

➤ **La proximité et les solutions alternatives à la voiture**

Une bonne accroche à l'existant passe par une offre d'accès et d'utilisation variée des modes de déplacements afin d'encourager la mobilité à tout échelle de territoire.



Figure 5: pole d'échange multimodal ,gare de Mans SNCF/AREP
(source: <http://www.forum-train.fr/forum/viewtopic.php?p=108924>)

➤ **La mixité sociale et fonctionnelle**

L'éco-quartier favorise l'implantation d'une population variée et offre la possibilité "d'un parcours résidentiel" à tous les âges de la vie, ceci est rendu possible en jouant sur:
-la diversité des formes (maisons accolées, immeuble ,habitat intermédiaire)
-et la variété des programmes (logements locatifs, activités ,services)

¹ CAUE de la Sarthe , Guide conseil d'un Eco-quartier , [en ligne],consulté le 09-12-2016,
(<https://issuu.com/cauedelasarthe/docs/ecoquartier>)



Figure 6: Renouvellement urbain et densification , la Milesse
 (source: https://www.caue44.com/IMG/pdf/ECOQUARTIER_urcaue_.pdf)

➤ **La diversité spatiale et la lutte contre l'étalement urbain**

L'idée d'un développement durable est fondamentalement contraire à l'étalement urbain et au phénomène de mitage.



Figure 7: Les maisons Memphis 'Maisons Mitoyennes, Vern-sur-Seiche

(source: <http://www.michelogier.net/portfolios/les-maisons-de-memphis/>)

➤ **La sobriété énergétique:**

il convient ,avant d'appréhender un quelconque mode de chauffage, de travailler sur la limitation des déperditions thermiques et sur les apports solaires passifs .



Figure 8: bâtiment passif ,conception bioclimatique quartier Vauban, fribourg

(source :http://www.leslilasecologie.fr/pages/Visite_a_Freiburg-3660373.html)

➤ **La conception d'espaces publics structurants**

les espaces publics occupent une place importante au sein des éco-quartiers. Ils doivent être

conviviaux et multi-usages. L'objectif est de favoriser les échanges , les rencontres ainsi que l'implication de la population dans le quartier.



Figure 9: voie partagée quartier Rieselfeld ,Fribourg

(source: <http://collectivitesviables.org/articles/securite-des-deplacements-actifs/>)



Figure 10: placette en cœur de quartier

(source: https://www.caue44.com/IMG/pdf/ECOQUARTIER_urcaue_.pdf)

➤ Le respect du cycle de l'eau

La gestion de l'eau sera appréhendée à l'échelle de son cycle de l'amont à l'aval. Ainsi , on veillera à collecter l'eau le plus tôt possible et à la restituer lentement afin de limiter son impact sur le réseau pluvial:

-par la mise en place de bassins de rétention ,de fossés qui feront partie intégrante du plan d'aménagement

-en développant les toitures végétales ,y compris sur les bâtiments annexes

-par la mise en œuvre de sols perméables sur les cheminements piétons, les circulations de vélos ou encore sur des aires de stationnement .



Figure 11: passage à gué d'un ruisseau , St-Jacques-de-la-lande (source:

<https://issuu.com/cauedelasarthe/docs/ecoquartier>)



Figure 12: toiture végétalisée sur bâtiment annexe ,quartier Rieselfeld , Fribourg(source:

<https://issuu.com/cauedelasarthe/docs/ecoquartier>)

➤ Le renforcement de la biodiversité

L'éco-quartier doit être un prétexte à la mise en place, voire la préservation des milieux naturels.



Figure 13: Diversité végétale Quartier Vauban, Fribourg

(source : <http://lewebpedagogique.com/sesleroux/category/autres-quartiers-du-meme-type/>)

➤ La gestion des déchets

La conception du quartier devra appréhender la question du traitement des déchets depuis le tri réalisé individuellement jusqu'au ramassage.



Figure 15: Abri vélos et poubelles, Quartier Vauban, Fribourg

(source : <http://ecole-flaubert-vimoutiers.over-blog.com/article-32358745.html>)



Figure 14: composteur collectif, Quartier Vauban, Fribourg

(source: <http://www.guidibatimentdurable.brussels/fr/7-entretien.html?IDC=7420>)

➤ L'implication des habitants

La qualité de vie au sein du quartier est la résultante d'un projet partagé ou l'habitant est acteur dès l'origine. sur un plus long terme ,l'appropriation du quartier peut trouver différentes traductions:

- la tenue d'un marché hebdomadaire
- le partage d'espaces (jardins familiaux ou partagés, composteur commun , terrain de jeux..)
- l'accueil de nouveaux habitants



Figure 16: Jardins partagés, quartier Rieselfeld, Fribourg

(source : <http://habiterdd.midiblogs.com/album/quartier-rieselfeld-a-fribourg-allemande/780017893.html>)

Un éco-quartier en 10 étapes : ¹

- choisir un site central de préférence
- irriguer le quartier de cheminements doux et de transport en commun
- associer habitat ,services, équipement dans une offre variée
- concevoir des formes urbaines plus dense ,garantes d'intimité
- bien orienter, bien isoler avant d'envisager le mode de chauffage
- jouer sur une gamme étendue d'espaces publics
- composer avec l'eau comme un élément structurant du projet
- prolonger la trame verte
- penser la gestion des déchets, de l'individuel au collectif
- confronter tous les acteurs du projet

¹CAUE de la Sarthe , Guide conseil d'un Eco-quartier , [en ligne],consulté le 09-12-2016
(<https://issuu.com/cauedelasarthe/docs/ecoquartier>)

3-ANALYSE D'EXEMPLE:

Exemple 1 : Un éco-quartier sur le site Masséna Bruneseau

-Fiche technique:

- Nature de l'opération:** concevoir un éco-quartier sur la zone du triangle sud Masséna Bruneseau (dans la rive gauche de Paris , France)
- Superficie :** environ 3 hectares
- Maitre d'ouvrage:** La SEMAPA (Société d'Économie Mixte d'Aménagement de Paris)
- Climat:** Tempéré ,modéré par des influences océaniques

L'éco-quartier est desservi par des voies mécaniques, piétonnes et cyclables.
 -La présence des deux arrêts de bus et de tram à la proximité des équipements incite les habitants de l'éco-quartier à utiliser ces modes de transport en communs pour déplacer.
 -La place centrale , les espaces verts et les aires de jeux favorisent les échanges ainsi que l'implication des habitants dans l'éco-quartier.
 -La mixité sociale et fonctionnelle est assurée par la diversité des formes et la variété du programmes.

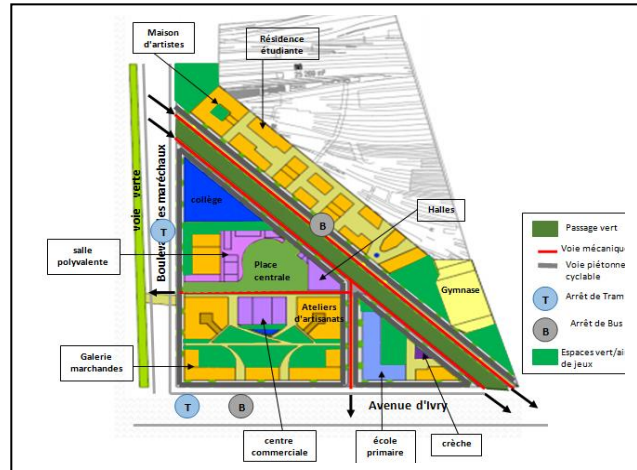


Figure 17: Un plan de masse récapitulatif (source: conception d'un éco-quartier sur le site Masséna Bruneseau.pdf (+ modification par L'auteur))

-aspects bioclimatiques:

- Gestion des eaux:

- Deux réseaux de fourniture d'eau :potable et non-potable
- Sensibilisation auprès des habitants: utilisation des douches au lieu de baignoires
- Réduction des eaux de ruissellement par l'utilisation des toits et surfaces végétalisés , par la récupération des eaux de pluie puis les stocker dans des citernes ,et par l'utilisation des surfaces perméables.

- Gestion des déchets:

- La solution: le système de collecte par aspiration pneumatique
- Ce système ,sur le plan écologique, est favorable à être intégré dans un éco-quartier mais ,il consomme beaucoup d'énergie pour faire fonctionner les aspirateurs
- Une sensibilisation auprès des habitants est un facteur important pour réduire l'émission des déchets de l'éco-quartier

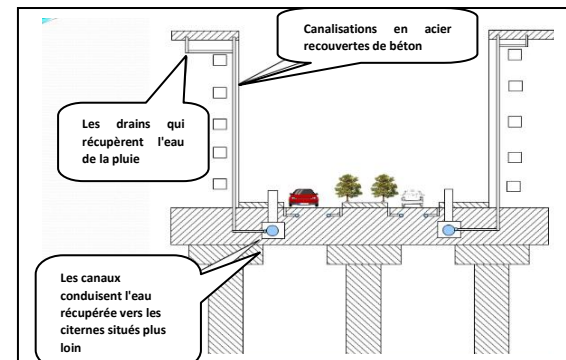


Figure 18:Schéma du système de récupération l'eau de la pluie (source: conception d'un éco-quartier sur le site Masséna Bruneseau.pdf)

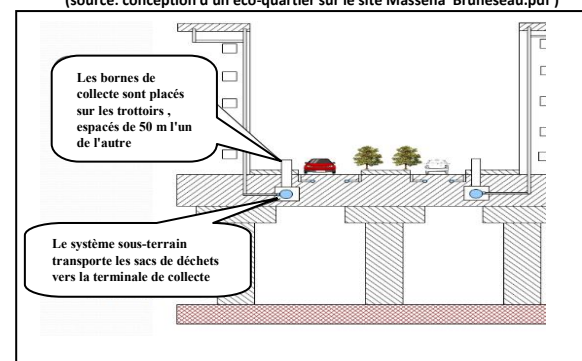


Figure 19:Schéma du système fixe de collecte par aspiration (source: conception d'un éco-quartier sur le site Masséna Bruneseau.pdf)

Exemple 2 :l'éco quartier le val de la pellinière en France

-Fiche technique :

- Nature de l'opération :**extension urbaine en milieu rural
- Surface de l'opération :** 90 000 m²
- Maitre de l'ouvrage:** ville des herbiers et la SAEML ORYON(maitrise d'ouvrage délégué)
- **Maitrise d'œuvre :** agence IN SITU architecture et environnement ,Zéphyr paysages,cabinet C .susset

Aspects bioclimatiques:

* dans la conception du quartier :

- Respect du site naturel
- Aménagement de différents espaces publics
- Orientation des constructions sur le versant sud pour favoriser le solaire passif
- Gestion de l'eau pluviale par un système de récupération ouvert au niveau de la voirie et de bassins de récupération semi-humides au sud de la zone

- Déplacements doux favorisés par une voirie mixte et tous les logements sont accessibles par la voirie aux personnes à mobilité réduite

- Aménagement paysager et biodiversité par la constitution de haies de clôture avec des essences végétales locales

* dans la construction des logements :

- Performance énergétique et choix de matériaux sains : énergies renouvelables, maisons en bois

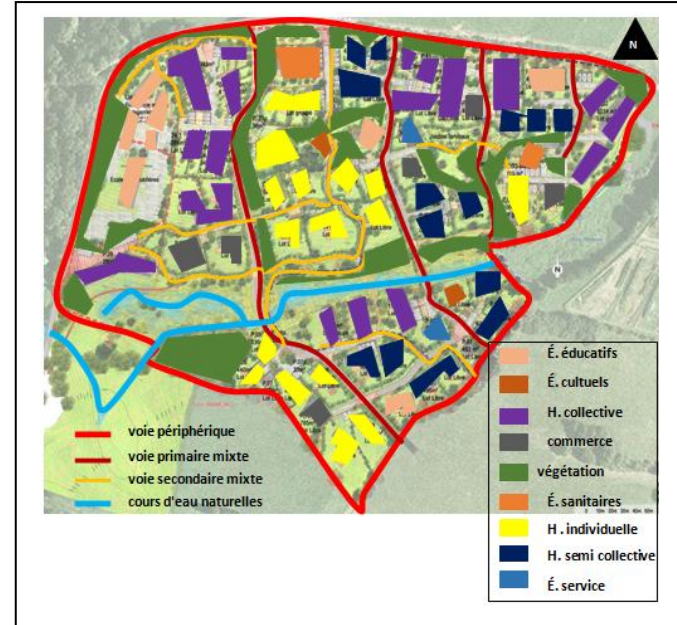


Figure 20: Plan de masse (source: auteur)



Figure 21: Voirie desservant le lotissement (source: 85-LES HERBIERS Val de la pellinière.pdf)

Synthèse:

- Favoriser la mixité sociale et fonctionnelle
- Prolonger les espaces verts pour renforcer la biodiversité
- favoriser les déplacements doux (cyclable, piétonne) et aussi l'utilisation des transports en commun
- Récupération des eaux pluviales en utilisant un système intégré dans le bâtiment afin de les stocker et les réutiliser pour l'arrosage .

4-THÉMATIQUE SPÉCIFIQUE:

I-L'ÉDUCATION:

1-origine du mot:

-L'origine du mot « Éducation » est « ex ducere » et signifie faire sortir de soi, développer, épanouir.¹

2-définition de l'éducation:

-L'éducation nF, c'est l' Action de former et d'enrichir l'esprit d'une personne.²

-L'éducation est l'action de développer un ensemble de connaissances et de valeurs morales , physiques, intellectuelles , scientifiques ...considérées comme essentielles pour atteindre le niveau de culture souhaitée. L'éducation permet de transmettre d'une génération à l'autre la culture nécessaire au développement de la personnalité et à l'intégration sociale de l'individu .³

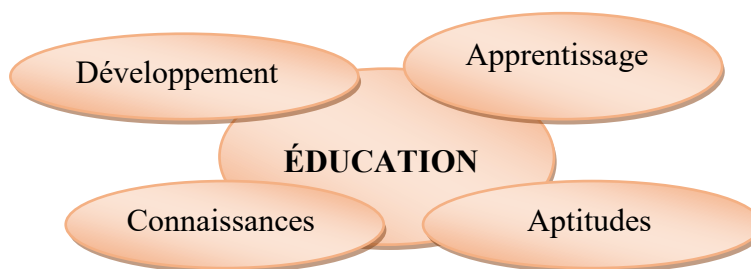


Figure 22:Schéma de l'éducation

(source: http://eduscol.education.fr/eps/textes/travaux/mission_du_professeur , schématiser par l'auteur)

3- Rôle de l'éducation :

-À l'antiquité : l'éducation jouait un rôle politique .

-De nos jours : l'éducation allait se manifester comme un enjeu social comme une composante de la croissance économique, comme une idée régulatrice et un projet de gouvernement.

4-Les domaines de l'éducation :

1- L'éducation relative au monde matériel dans lequel le corps humain évolue (comportement).

2- L'éducation permettant l'amélioration de la conscience morale individuelle (esprit morale).

¹Jouret.B , Le Tallec. C, Desjardins. H ,et Barre.K . [en ligne] , consulté le 14-12-2016 (http://www.dufmcepp.ups-tlse.fr/app_scom/scom_fichier/repertoire/101118111707.pdf)

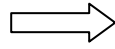
² CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales ,Ortolang outils et ressources pour un traitement optimisé de la langue ,,[en ligne] , consulté le 14-12-2016 ,(<http://www.cnrtl.fr/definition/education>)

³Toupictionnaire: le dictionnaire de politique, consulté le 14-12-2016, [en ligne] , (<http://www.toupie.org/Dictionnaire/Education.htm>), consulté le 14-12-2016

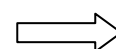
5-les équipements éducatifs:

Niveau 0 : Education pré primaire

Agés de 2 à 5 ans.



Crèche



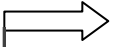
Niveau 1 :Enseignement primaire (1 er cycle)

l'éducation de base.

Agés de 5 à 6 ans le préscolaire et de 6 à 11 ans l'enseignement fondamental



Ecole primaire

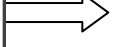


Niveau 2 : Premier cycle de l'enseignement secondaire ou deuxième cycle de base.

Agés de 11 à 15 ans.



Collège

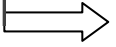


Niveau 3 :Enseignement secondaire (3 ème cycle)

Agés de 15 ou 18 ans



Lycée



Enseignement supérieur

Agés de plus de 18 ans



Université

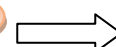


Figure 23:schéma des équipements éducatifs (source: auteur)

II-L'ÉCOLE PRIMAIRE:

- L'école c'est un lieu de vie, de culture, et de rencontre.
- Construire une école primaire aujourd'hui, c'est chercher à offrir les locaux les mieux adaptés afin de permettre aux élèves de conquérir et maîtriser les apprentissages attendus et aux professeurs de bien enseigner.

1-Définition de l'école: Établissement chargé de donner un enseignement collectif général aux enfants d'âge scolaire et préscolaire .¹

2-Typologie des écoles :

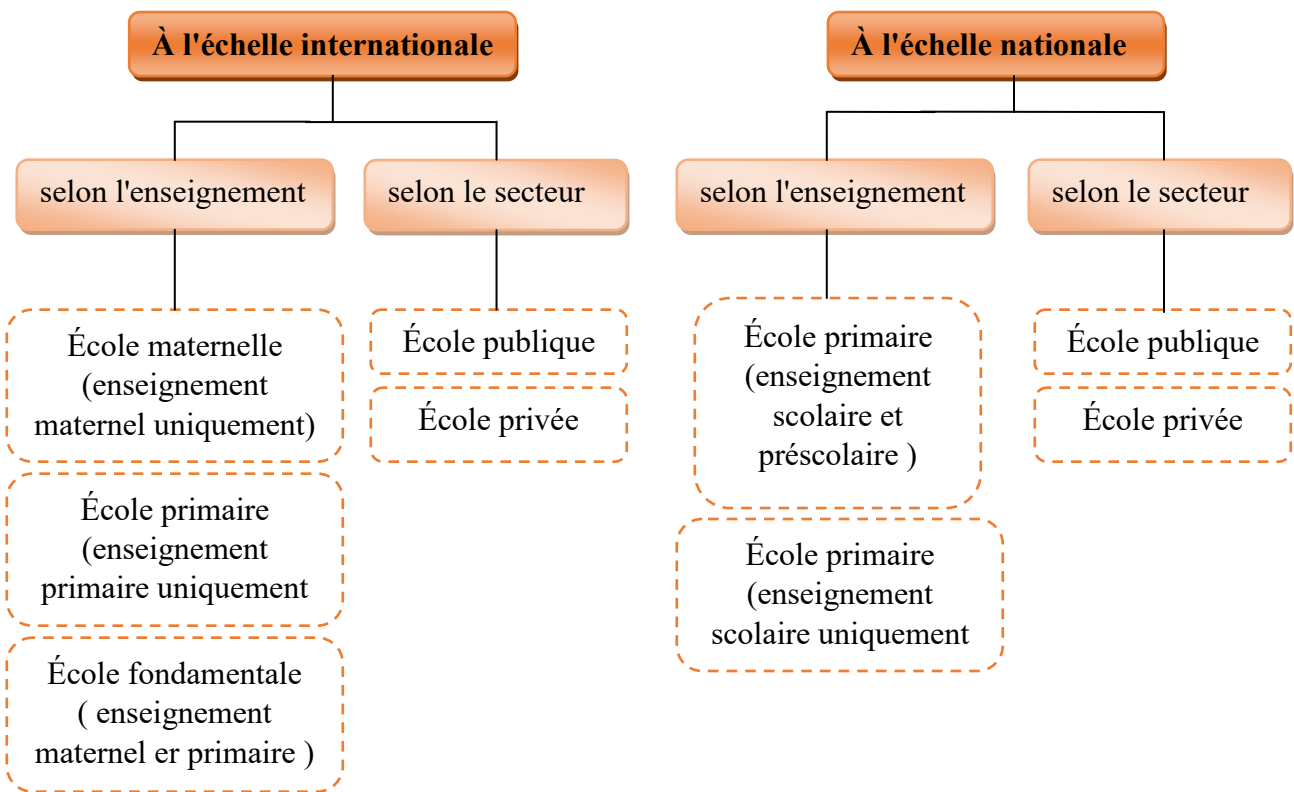


Figure 24: typologie des écoles
(source : auteur)

3- Types conceptuels de bâtiment scolaire :²

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

¹Dictionnaires de français LAROUSSE , [en ligne] ,consulté le 20-12-2016
,(<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9cole/27609>)

² Rigolon.A, les plans de construction des écoles européennes du XXIe siècle : présentation; Université de Bologne, Italie, 2010. ISSN:2072-7933, [en ligne], consulté le 04-06-2017,(<http://www.oecd.org/fr/education/innovation-education/centrepourdesenvironnementspedagogiquesefficacescele/44708525.pdf>)

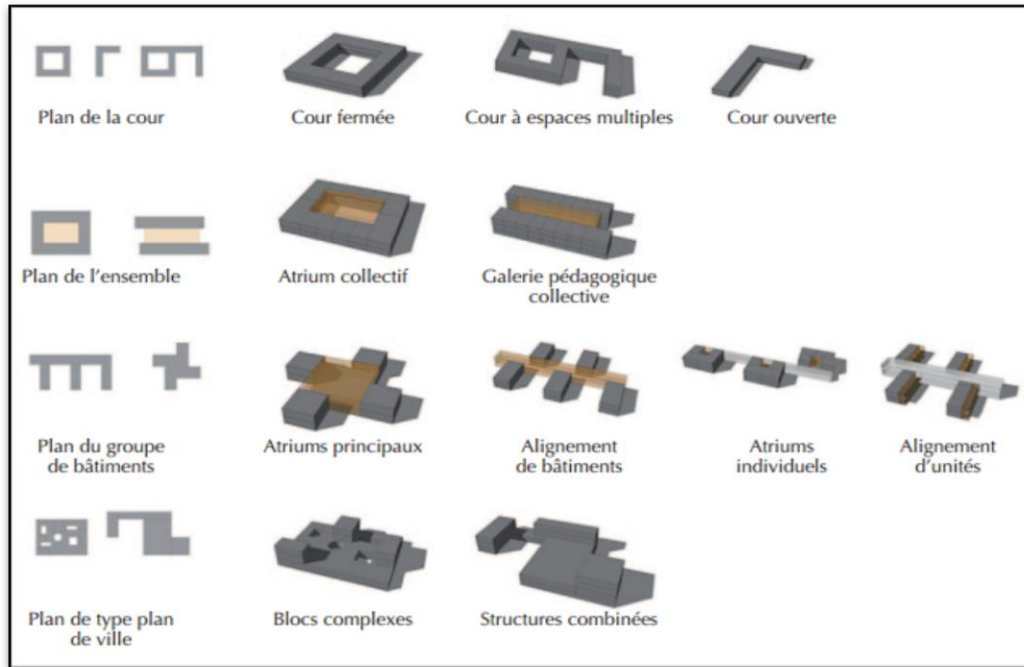


Figure 25: Types de modèles conceptuels de bâtiments scolaires
 (source: Les plans de construction des écoles européennes du XXIe siècle : présentation.PDF)

4-les besoins des enfants: ¹

Se sentir en confiance et en sécurité .



Bouger ,se déplacer, agir



- Dès sa première année de scolarité ,l'enfants est dans le mouvement et l'actions
- L'organisation des classes ,des atelier ,des différents locaux est modulée en fonction de l'âge des enfants et des activités prévues

¹Houchot . A , Dontenville .F et Setec organisation. Concevoir et construire une école primaire: du projet à la réalisation, Le moniteur ,2013,concevoir et construire . (consulté le 05-03-2017 EPAU bibliothèque , cote :08.20.0074-004). ISBN-10: 2281116182 ; ISBN-13: 978-2281116182

Gagner en autonomie ,être pris en charge



-Les besoins physiologique sont au cœur de la conception d'un lieu de vie des jeunes enfants ,la configuration des locaux doit donc permettre aux enfants d'accéder aux toilette et aux salle de propreté tout en respectant leur intimité .
-le repos le calme ,le sommeil ,la faim et la soif entrent aussi en ligne et compte .

Expérimenter , découvrir , apprendre



-L'école doit offrir à chaque enfant un cadre de vie et une organisation qui lui permettent de vivre de nouvelle expérience et de se confronter à des situations inhabituelle tout en l'engageant dans de nouvelle acquisitions , donc l'école doit à la fois susciter les expérimentations spontanées , créer les conditions des découverts .

5- L'organisation fonctionnelle d'une école élémentaire :

-Principes généraux:

La figure suivante présente l'organisation fonctionnelle d'une école élémentaire de 10 classe :

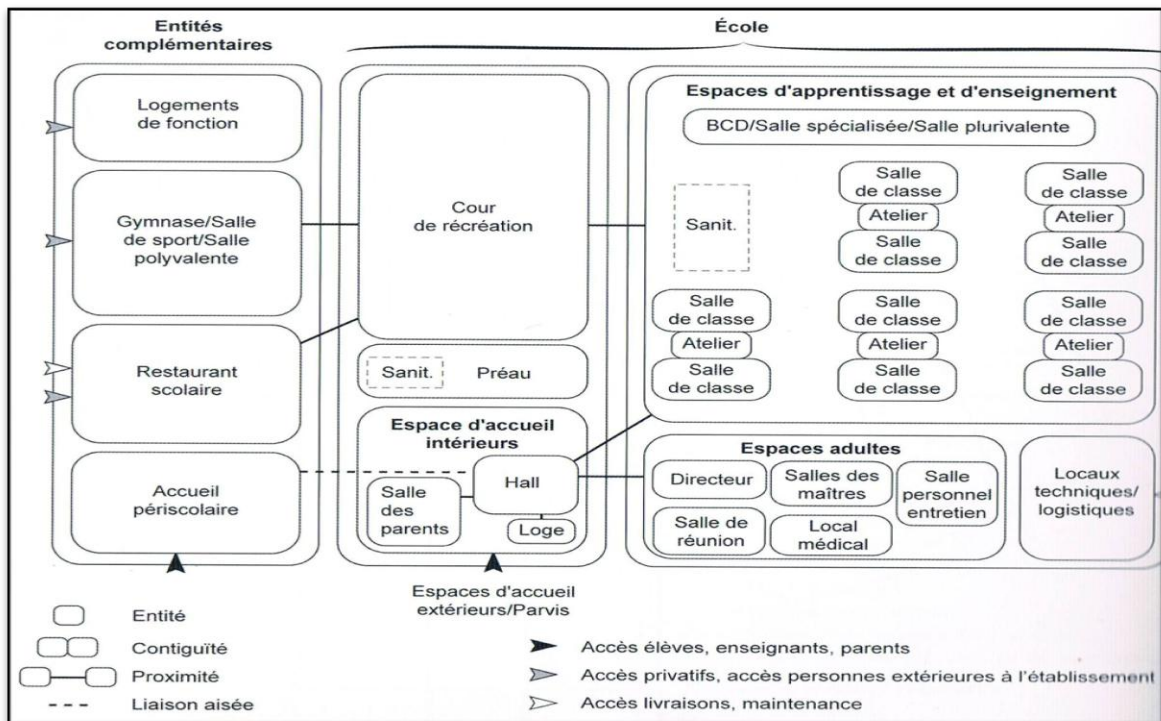


Figure 26: Schéma fonctionnel type d'une école élémentaire

(source: (Houchot.A, Dontenville.F , Setec organisation ;Concevoir et construire une école primaire: du projet à la réalisation Organisation, p 186)

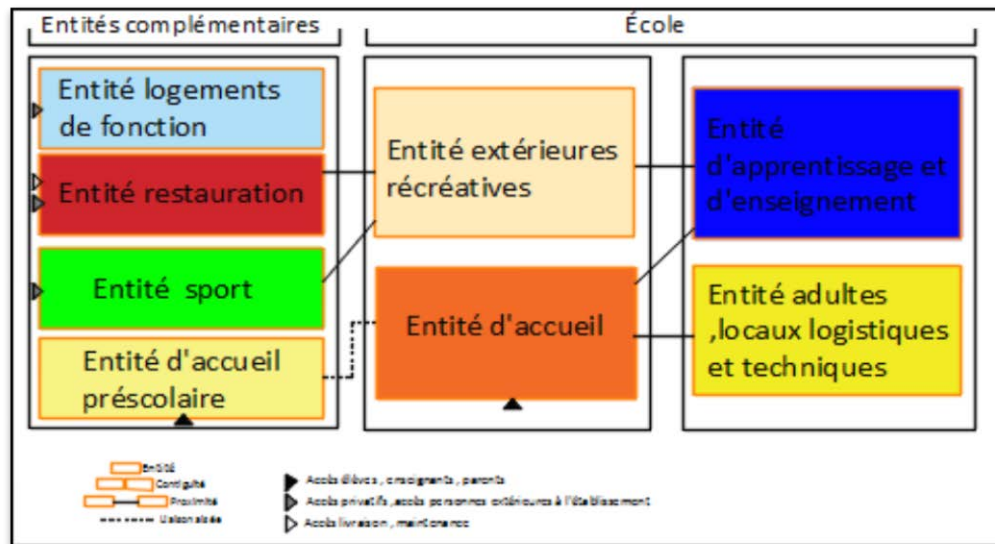


Figure 27:Schéma d'entités et de fonctions d'une école élémentaire (source : auteur)

-La liste des espaces :(Écoles primaires et collèges) ¹

10 à 15 salles de classe chacune 65 à 70 m²

3 salles de cours chacune 45 m²

Sciences naturelles

1 à 2 salles de travaux pratiques chacune 70 à 75 m²

1 à 2 laboratoires de préparation(y compris les locaux de rangement et de matériel) chacune 40m²

1 pièce pour les travaux photos et le travail en groupe 20 à 25 m²

Enseignement ménager

1 cuisine 70 à 75 m²

1 salle de cours et restauration 30 à 40 m²

1 local servant de réserve ou/et pour le matériel
et les appareils ménagers 30 à 40 m²

1 vestiaire avec lavabos 15 à 20 m²

Travaux manuels

1 salle pour les activités techniques

1 salle pour les activités artistiques

1 pièce pour le matériel

¹ Du Bellay. J-C , Gauzin-Muller. D , Hoyet .R et Zacek .M . Neufert , les éléments des projets de construction . 10 e édition Française revue et augmentée ,2010. p320

1 vestiaire avec lavabos	le tout 180 m ²
Autres salles	
1 salle de travail	70 à 75 m ²
2 à 3 locaux de matériel pédagogique	chacun 10 à 15 m ²
1 salle pour la bibliothèque scolaire avec des magazines pour jeunes	60 à 65 m ²
1 pièce pour les réunions enseignants/élèves	15 à 20 m ²
1 salle polyvalente(pour la moitié des élèves au maximum) 1m ² par élève	

Administration

1 salle faisant fonction à la fois de salle de travail et de documentation pour les professeurs	80 à 85 m ²
1 bureau pour le directeur	20 à 25 m ²
1 bureau pour la secrétariat	15 à 20 m ²
1 infirmerie	20 à 25 m ²
1 loge pour le gardien	20 à 25 m ²

Sport

1 salle de sport pour 10 à 15 classes par activité	15* 27 m
1 terrain de sport selon le besoins	

6-programme qualitatif:

6-1-les formes des salles de calasse:

La classe doit être c'est possible carrée, exceptionnellement rectangulaire, Ou autre formes (hexagonale, Trapèze, Octogonale,.....) ¹

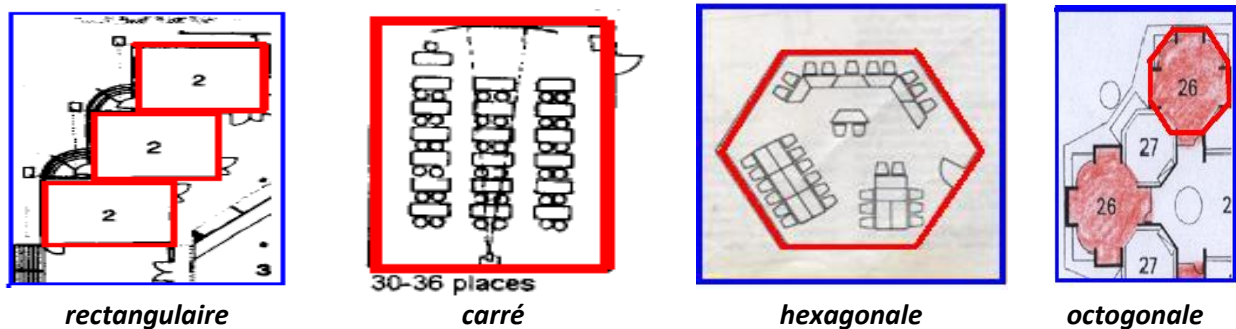


Figure 28: Les formes des salles de classe (source: Neufert 8^{ème} éditions)

¹ Du Bellay. J-C , Gauzin-Muller. D , Hoyet .R et Zacek .M . Neufert , les éléments des projets de construction . 10 e édition Française revue et augmentée ,2010. P(236-242)

6-2-Qualités des espaces:¹

L'école représente un lieu de vie et de travail pour les enfants , les enseignants et les autres personnels ainsi qu'un lieu de rencontre et d'échanges pour les parents .

Les attentes qualitatives sont multiples.Au premier plan viennent :

- la convivialité
- le confort
- la sécurité

Les attentes et les besoins des enfants concernent aussi :

- le bien être
- le sentiment de sécurité
- la facilité de repérage , pour se déplacer en autonomie
- des espaces suffisants pour bouger - des locaux et équipements adaptés à leurs besoins physiologiques (salle de repos , sanitaires)

Les adultes (Le maître d'ouvrage , le personnel) privilégient pour leur part :

- la facilité de surveillance
- l'organisation rationnelle des espaces -la possibilité d'aménager et reconfigurer les salles de classe et d'activités
- la facilité d 'entretien et d'exploitation du bâtiment
- la durabilité des matériaux

6-3- Le confort:

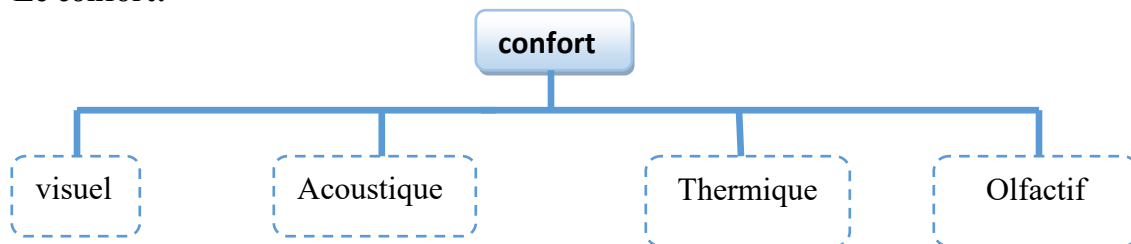


Figure 29: schéma de confort (source : auteur)

Remarque: Les normes du confort à ses différentes échelles d'une école primaire (détaillé dans l' annexe 1)

¹ Houchot . A , Dontenwille .F et Setec organisation. Concevoir et construire une école primaire: du projet à la réalisation, Le moniteur ,2013,concevoir et construire . (consulté le 05-03-2017 EPAU bibliothèque , cote :08.20.0074-004). ISBN-10: 2281116182 ; ISBN-13: 978-2281116182

7-programme quantitatif: (voir détail en Annexe)

- Normes de sécurité: évacuation et sécurité dans l'école en général
- Normes des équipements sanitaires
- Normes d'accessibilité
- Normes d'équipements et de mobilier des infrastructures scolaires
- Normes d'une salle de classe

-Les écoles primaires - maternelles et élémentaires - doivent être conçues en fonction des besoins des élèves, être ouvertes sur les nouvelles technologies, s'adapter aux nouveaux usages, respecter les différentes exigences réglementaires (comme l'accessibilité ou la sécurité incendie) et répondre aux enjeux politiques, aux évolutions de la pratique de l'enseignement.¹

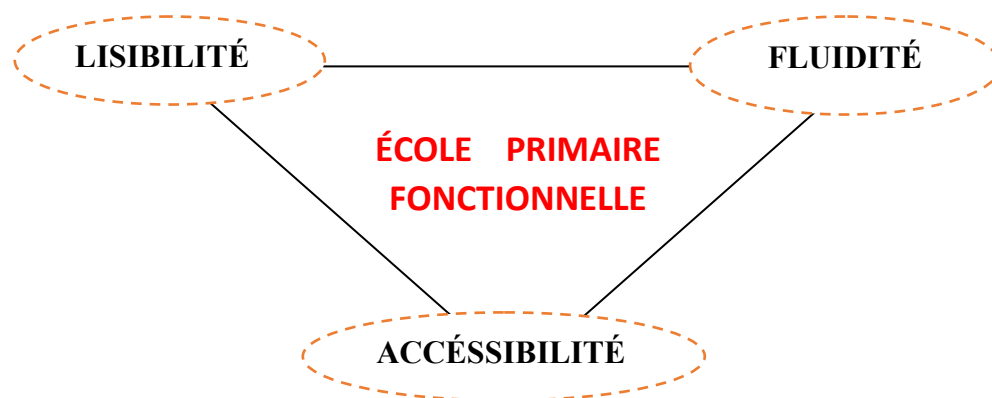


Figure 30: schéma de Trois principes qui rendent l'école fonctionnelle
(source: (Houchot.A,Dontenwille.F, Setec organisation), Concevoir et construire une école primaire: du projet à la réalisation p.212 , Schématiser par l'auteur)

¹Houchot . A , Dontenwille .F et Setec organisation. Concevoir et construire une école primaire: du projet à la réalisation, Le moniteur ,2013,concevoir et construire . (consulté le 05-03-2017 EPAU bibliothèque , cote :08.20.0074-004). ISBN-10: 2281116182 ; ISBN-13: 978-2281116182

8-Analyse des exemples:

Exemple 1: L'école primaire sur le site des charmilles

Fiche technique:

- **Situation** : Tananarive, Madagascar.
- **Surface totale** : 6670m²
- **Programme** : école primaire de 4 classes maternelles et 8 classes élémentaires
- **Nombre d'élèves**: 300 élèves

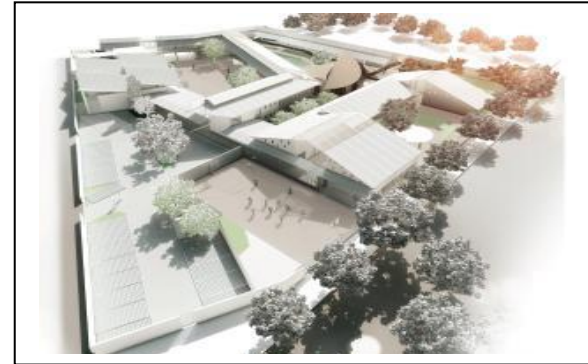


Figure 31: Volumétrie du projet (source: http://www.architropic.com/#/ecole_primaire_d_tananarive)

- Une forme éclatée composée de plusieurs barres, chaque barre représente un pôle.
- La maternelle est située à proximité immédiate de l'accueil.
- La bibliothèque est placée au cœur du projet pour encourager sa fréquentation.
- Le restaurant dispose de son propre accès depuis la rue principale afin de faciliter les livraisons et l'évacuation des déchets.

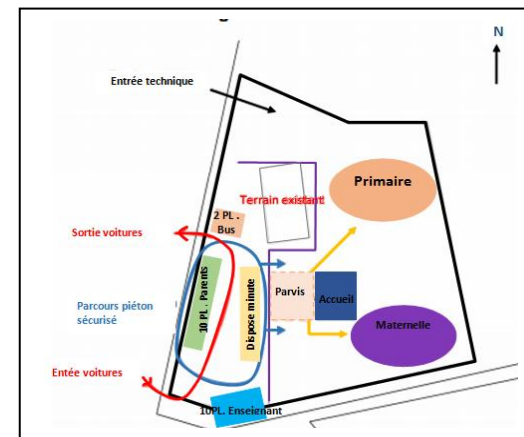


Figure 33: Plan de masse schématisé (source: auteur)

-Aspects bioclimatiques:

- L'architecte a pris en compte l'orientation des vents dominants pour les utiliser à la ventilation naturelle.
- Le site est entouré par des grands arbres majestueux. Le souffle du vent, adouci par les arbres, apporte une fraîcheur naturelle agréable.
- Pour les salles de classe, l'apport de la lumière naturelle sera toujours perpendiculaire au tableau pour éviter les contre-jours. Les ouvertures seront privilégiées au côté jardin et minimisées au côté distribution.

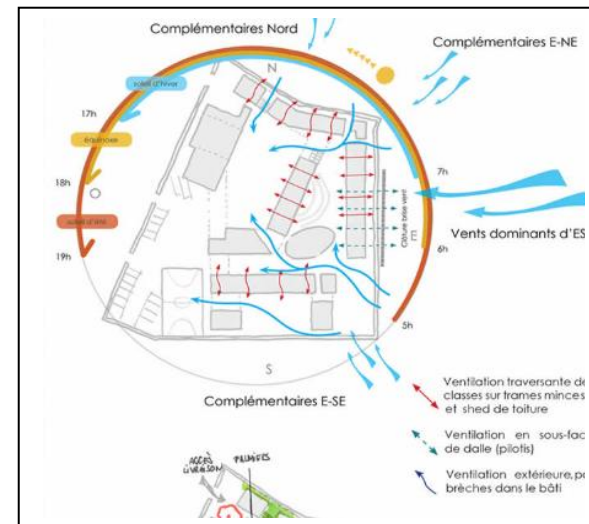


Figure 36: Schéma définit les aspects bioclimatiques (source: http://www.architropic.com/#/ecole_primaire_d_tananarive)

Exemple 2: L'école du centre à pantin (groupe scolaire «Zéro énergie»)

Fiche technique:

- **Situation**: ville de Pantin, Paris, France
- **Surface totale** : 5100 m²
- **Surface utile** : 2600 m²
- **Programme** : création d'une école primaire avec 8 classes élémentaires, 4 classes de maternelle, un restaurant scolaire et les aménagements extérieurs
- **Nombre d'élèves**: 300 élèves

- Le projet se décompose en trois bâtiments disposés parallèlement au canal et perpendiculairement à la rue Delizy, délimitant des jardins thématiques.
- L'étagement des bâtiments résulte d'abord d'une volonté bioclimatique (optimisation des apports solaires et affranchissement de l'effet de masque des bâtiments les uns par rapport aux autres).

-Aspects bioclimatiques:

- L'orientation des locaux nord et sud permet de bénéficier au sud des apports solaires et au nord d'une lumière stable sans risque d'éblouissement dans les classes.
- Réduction des besoins : pas de système de climatisation mais, des enveloppes performantes qui isolent en été et hiver et des ouvrants dans chaque pièce.
- Réduction des besoins : des façades vitrées dans chaque pièce, un nombre de luminaires réduit au minimum pour assurer le confort visuel

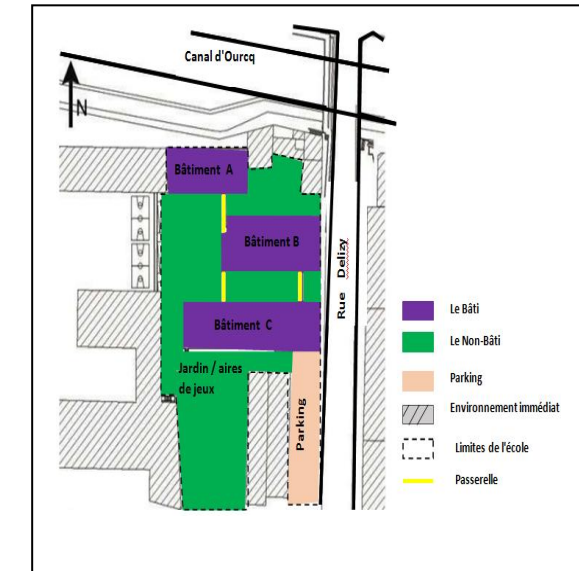


Figure 32: Plan de masse (source: auteur)

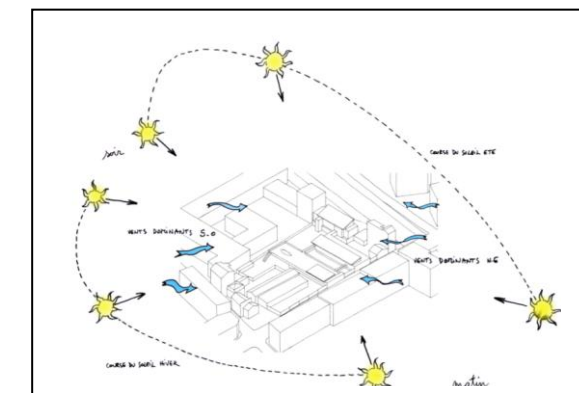


Figure 34: schéma d'ensoleillement et ventilation (source: <https://www.yumpu.com/fr/document/view/16652086/te-lecharger-la-notice-hqe-du-dce-ekopolis>)

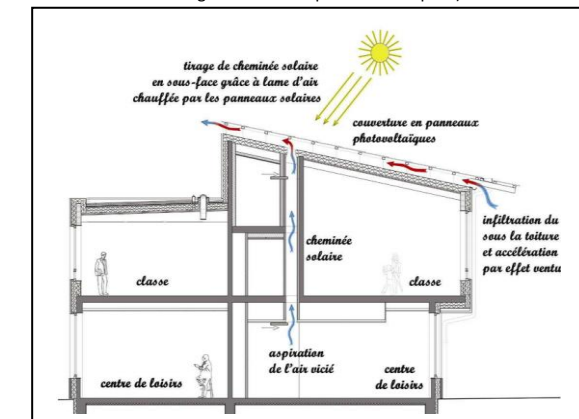


Figure 35: Coupe Schématique d'ensoleillement et ventilation (source: auteur) (source: <https://www.meandre-etc.fr/portfolio/groupe-scolaire-a-pantin/>)

5-CONCLUSION:

-D'après notre recherche thématique et l'analyse de quelques exemples, on peut ressortir les principes à suivre pour élaborer une école primaire au sein d'un éco quartier ,et aussi pouvoir l'inscrire dans une démarche du développement durable tout en ayant recours aux principes de conception bioclimatique. D'abord pour élaborer un éco quartier on propose de :

-valoriser les situations locales par une bonne analyse du site Consiste à prendre en compte toute les contraintes locales afin d'arriver à un plan d'aménagement qui tire profit de ces contraintes et de penser aux implantations futures.

-irriguer le quartier de cheminements doux et de transports en commun Consiste à minimiser l'impact de la voiture sur l'environnement, et de favoriser les déplacements doux propres et peut nuisant.

-associer habitats, services, équipements dans une offre variée Consiste à favoriser la mixité sociale et fonctionnelle en s'appuyant sur la diversité des formes d'habitation et de variée les programmes au sein du,quartier.

-Diversifier les espaces verts et les espaces publiques à l'intérieur du quartier

-Penser à la gestion de l'eau Consiste à recycler les eaux de pluviales, et de les réutiliser pour l'arrosage.

- Préserver le milieu naturel, par le prolongement de la trame verte afin de renforcer la biodiversité

- Penser la gestion des déchets , Le traitement des déchets depuis le tri réalisé individuellement jusqu'au ramassage, et trouver des solutions afin de limité le parcoure des engins de collecte pour diminuer les nuisances.

-bien orienter, bien isoler avant d'envisager le mode de chauffage , Avoir recoure aux démarches de l'architecture bioclimatique, et aux énergies renouvelables.

Pour élaborer une école primaire bioclimatique ,il est préalable de connaitre les caractéristiques d'une architecture éducative « intelligente » qui se résument comme suit:

- Flexibilité
- Utilisation par la communauté
- Cadre symbolique favorisant l'inspiration
- Conception mettant en avant l'apprentissage innovant, adaptée à l'âge des enfants et pouvant accueillir des élèves qui ont des besoins spéciaux
- Durabilité (impact environnemental, économie d'énergie, bio-architecture, confort)
- Sécurité et sûreté de l'environnement

I-INTRODUCTION:

-Afin de créer un projet architectural pertinent qui répond aux exigences sociales autant qu'environnementales, l'architecte doit analyser l'état de l'environnement immédiat de son site d'intervention afin de bien pouvoir implanter son projet. Cela se réalise par une étude approfondie qui nous permet de collecter les différentes données du site, les analyser et tirer les potentialités et les contraintes de ce dernier.

II-CHOIX DU SITE:

Après avoir choisi comme thématique « la conception d'un éco quartier » nous nous sommes mis d'accord sur le choix de notre terrain ; qui devait, se situer dans une zone où le climat ne sera pas très indulgent.

C'est là qu'on a pensé à la région de Médéa. Au vu de nos possibilités de déplacements limitées, Médéa était la ville la plus proche qui pouvait s'aligner avec nos critères de choix. À environ 1 heure de route depuis notre université, cette région située à 900 mètres d'altitude pouvait afficher des températures avoisinant 0° C pendant de très longues heures en hiver.

Une fois que nous avons mené quelques recherches de terrains vierges (secteurs à urbaniser (SAU), on a trouvé la projection d'un pôle urbain au niveau de la daïra de Ouzera (petite agglomération à 10 minutes de route au sud est de Médéa) programmant ainsi 750 logements. C'est là qu'on a décidé d'apporter une touche bioclimatique à travers notre écoquartier qui fera partie intégrante du nouveau pôle urbain de Ouzera.

Cette analyse portera sur les différents aspects du site formulant ainsi une synthèse et des recommandations d'ordre architectural afin d'introduire un schéma de développement primaire.

III-ANALYSE CONTEXTUELLE:

1-SITUATION:

a-À l'échelle du territoire :



Figure 37: Situation de la wilaya de Médéa

(source:

<http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueMEDEA.html>)

b-À l'échelle régionale :

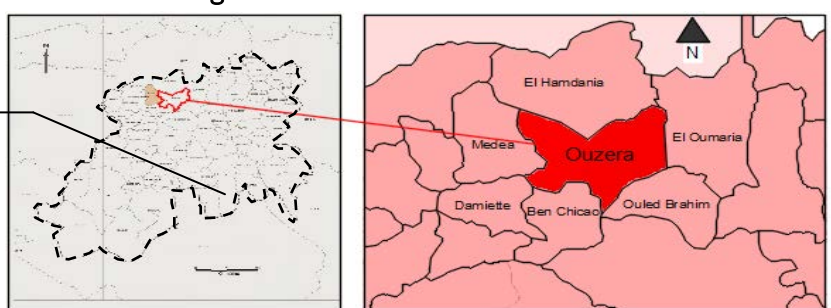


Figure 38: Situation et contexte de la daïra de Ouzera

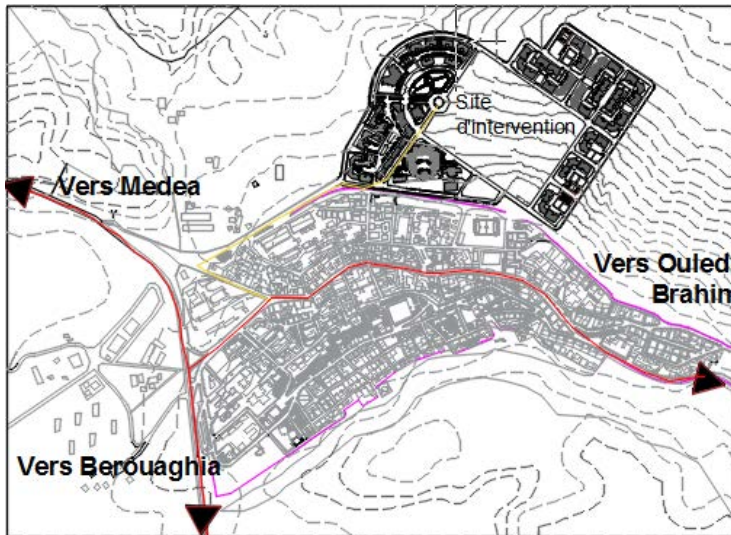
(source: <http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueMEDEA.html>)

-La wilaya de Médéa est située dans le centre du pays au cœur de l'Atlas Tellien ,elle est délimitée par :**Blida** au nord , **Ain defla** et **tissemssilt** à l'ouest ,**Msila** et **Bouira** à l'est et **Djelfa** au sud.

-Ouzera est une daïra située dans la wilaya de Médéa et la région du Titteri , Son chef-lieu est situé sur la commune éponyme d'Ouzera.Elle est délimitée par:

***El hamdania** au nord ***Médéa** et **Damiette** à l'ouest * **Ben Chicao** au sud * **Ouled Brahim** au sud -est et ***El Oumarria** à l'est .

c-À l'échelle de l'agglomération :



— La route nationale 1 (RN 1) — L'accès principale au site — Limites de la ville

Figure 40: Situation à l'échelle de l'agglomération (source :PDAU de Ouzera édité par auteur)

d-Environnement immédiat du site:

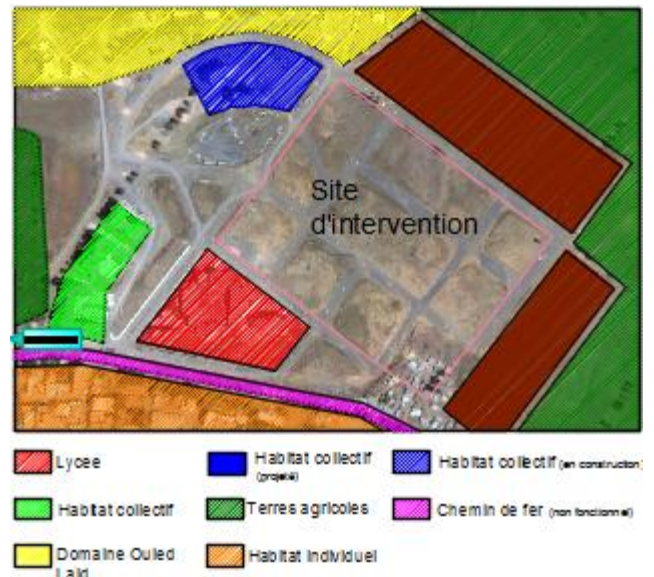


Figure 39: Environnement immédiat du site d'intervention (source :Google earth édité par l'auteur)

2-APERÇU HISTORIQUE :



Figure 41: Les différentes étapes de l'extension de la ville de Ouzera (source :PDAU de Ouzera édité par auteur)

-Ouzera , avant l'indépendance avait une vocation agricole , cette dernière a changée de vocation après l'indépendance vers le secteur tertiaire.

3-ENVIRONNEMENT NATUREL :

3-1-La morphologie du site :

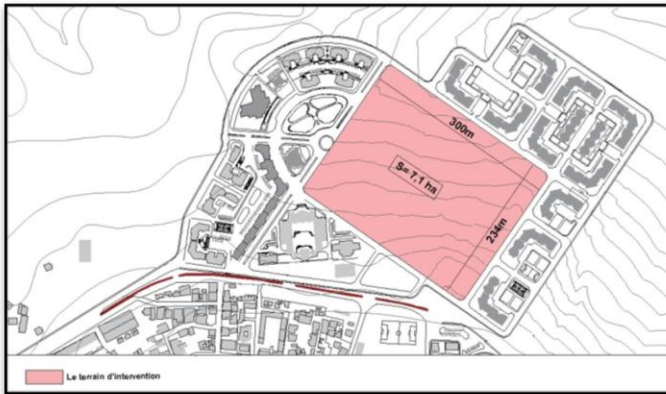


Figure 43: Forme, dimensions et surface du site
(source :PDAU de Ouzera édité par auteur)

Le site est de forme régulière.

3-2-La topographie :

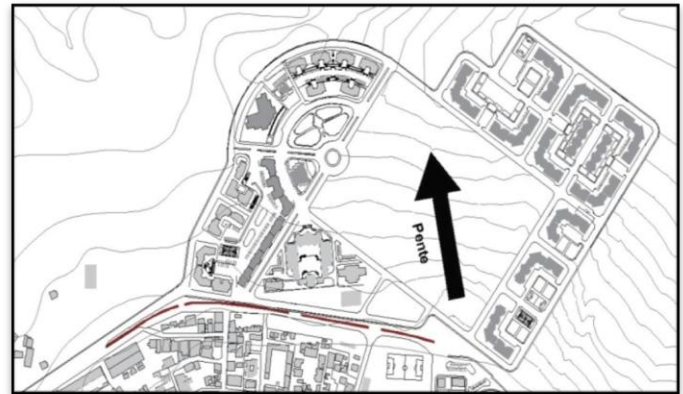


Figure 42: Topographie du site
(source :PDAU de Ouzera édité par auteur)

Le terrain présente une pente de 20 % et des dénivellées qui varient entre 20 m et 50 m.

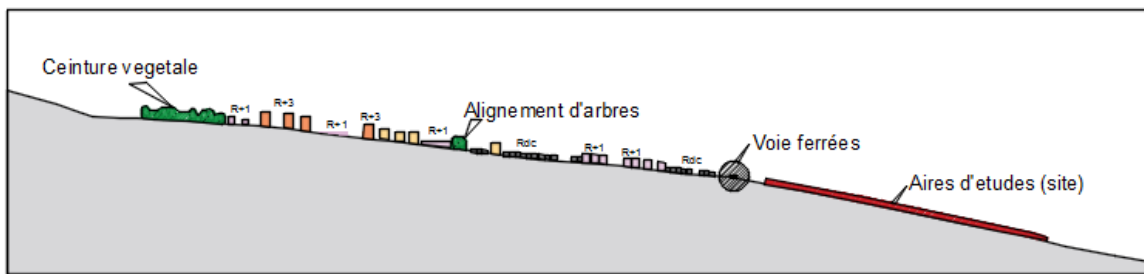


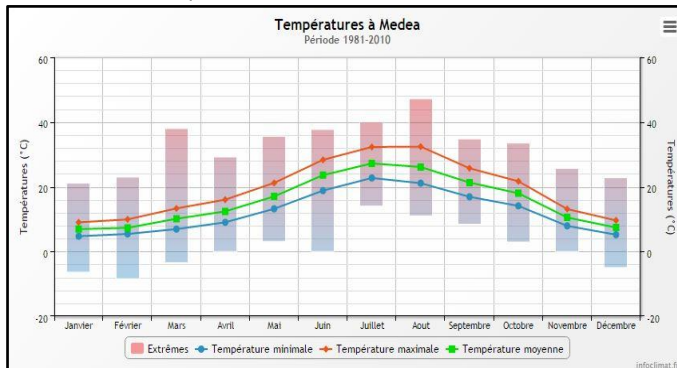
Figure 44: coupe schématique de la ville de Ouzera (source : auteur)

La pente est orientée vers le nord-est.

-Synthèse :
Le relief du site est relativement accidenté marqué par la présence des vallons qui se rejoignent pour former un cours d'eau pluviale.

4-CLIMAT :

4-1-La température :



-En hiver, la température ne dépasse pas les 25°C pendant la journée et ne descend pas en dessous de -10 °C le soir. En été la température peut monter jusqu'à 48°C le jour, et atteindre 0°C la nuit.

Figure 45: Les températures à Médéa (période 1981-2010)
(source : <http://www.infoclimat.fr/climatologie/globale/medea/60437.html#/historic>)

4-2-La pluviométrie :

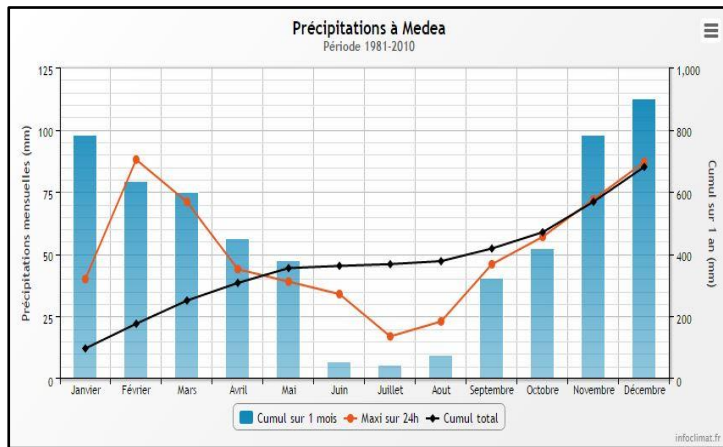


Figure 46: Précipitations à Médéa (période 1981-2010)
 (source : <http://www.infoclimat.fr/climatologie/globale/medea/60437.html#/historic>)

-Les précipitations cumulées sur un an atteignent **680 mm**.
 -Les précipitations sont élevées en hiver, moyennes en printemps et en automne, et faibles en été.

4-3-L'ensoleillement :

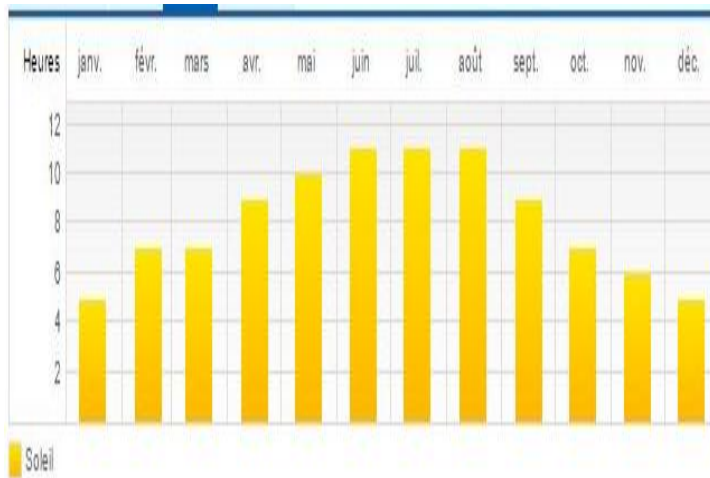


Figure 47: Graphique d'ensoleillement (mensuel)
 (source : <http://www.infoclimat.fr/climatologie/globale/medea/60437.html#/historic>)

4-4-L'hygrométrie :

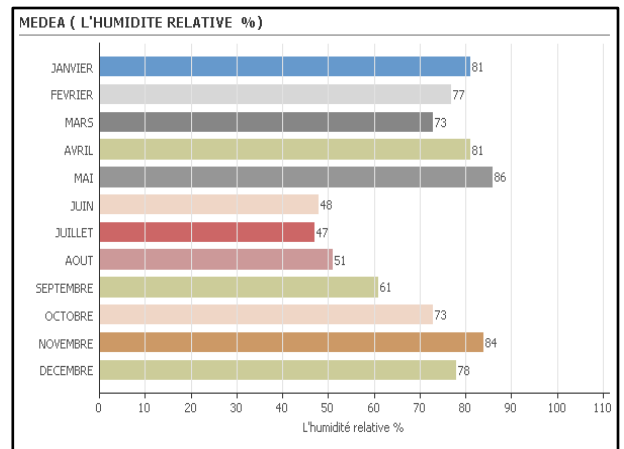


Figure 48: Diagramme d'humidité relative de Médéa (mensuel)
 (source : <http://www.infoclimat.fr/climatologie/globale/medea/60437.html#/historic>)

-L'humidité relative d'une masse d'air varie donc avec la température de l'air.
 Lorsque la température augmente, en été, l'humidité relative diminue (ex: en juillet l'humidité relative = 47%).
 Lorsque la température chute, en hiver, printemps et automne, l'humidité relative augmente (ex: en janvier l'humidité relative = 81%).

4-5-Les vents dominants :



Figure 49 :Répartition des vents dominants sur le terrain
(source : Google earth édité par auteur)

-Les vents dominants sur le terrain sont les vents **froids** et les vents **chauds**. Les vents froids de l'ouest, généralement sont chargés de pluie, soufflent de l'ouest vers l'est pendant presque toute l'année avec des changements de vitesse. Les vents chauds du sud sont des vents secs et chauds qui soufflent du sud vers le nord en été et parfois en printemps.

4-6-Diagramme Bioclimatique de Givoni :

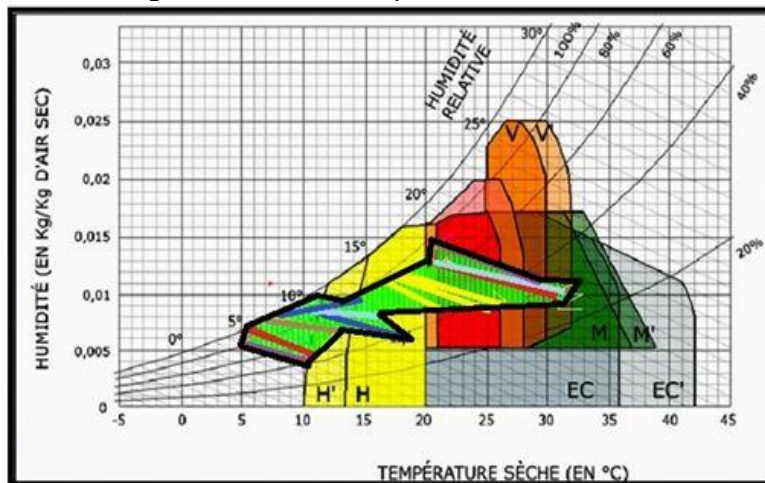


Figure 50: Diagramme bioclimatique de Givoni
(source : auteur)

-Interprétation :

***Zone de confort** : Elle est définie par une T variant entre **20°C** et **25°C** et une H relative entre **30 %** et **80 %** incluant les mois de avril , mai et juin.

***Zone de sous-chauffe**: Elle est définie par une T inférieure à **20 °c** entre **5°C** et **18.7°C** , avec une H relative de **44 %** à **96%** , elle s'étale du fin de septembre au début de juin.

***Zone de surchauffe**: Elle est définie par une T entre **28°C** et **38.5°C**

-Recommandations:

Durant la période de sous-chauffe les recommandations suivantes sont à prendre en considération :

- *Installation **d'une barrière végétale** contre les vents dominants d'ouest et du sud
- *Assurer un rapport solaire optimal avec **des grandes ouvertures** le long des façades et prévoir **une orientation sud** pour les locaux prioritaire en terme d'éclairage et ensoleillement
- *Assurer **une isolation thermique** pour faire face aux longues périodes de froid durant l'hiver
- *Utilisation des matériaux de construction à forte inertie thermique
- *Installation **d'un système de chauffage** efficace pour assurer **le confort thermique** durant les mois les plus froids en hiver (janvier et février)

Durant la période de surchauffe les recommandations suivantes sont à prendre en considération :

- *Installation **d'un système de ventilation naturelle** réduisant le recours à la climatisation et modérer la consommation en énergie en été.

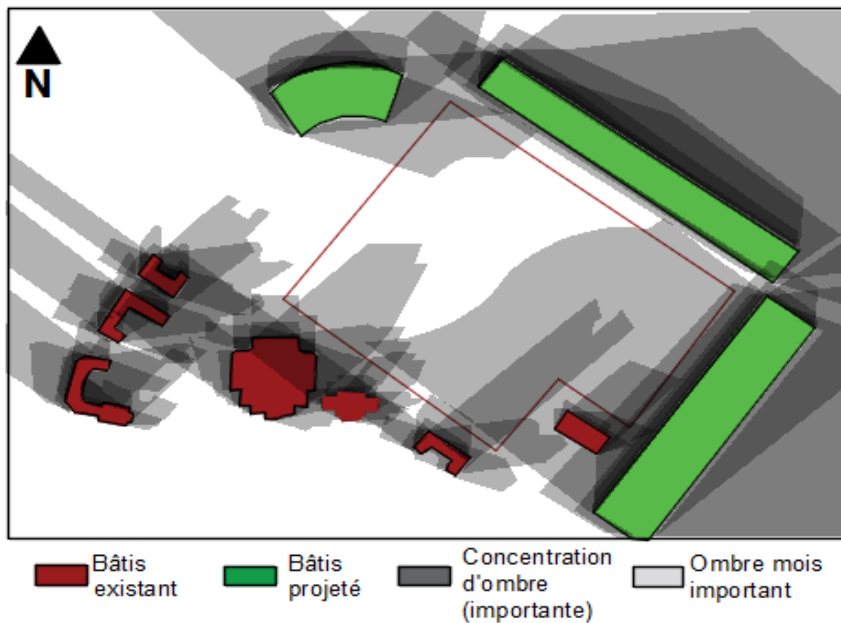


Figure 51: Synthèse des neuf simulations d'ombrage du site
(source : fait avec sketchup par auteur)

-Synthèse :

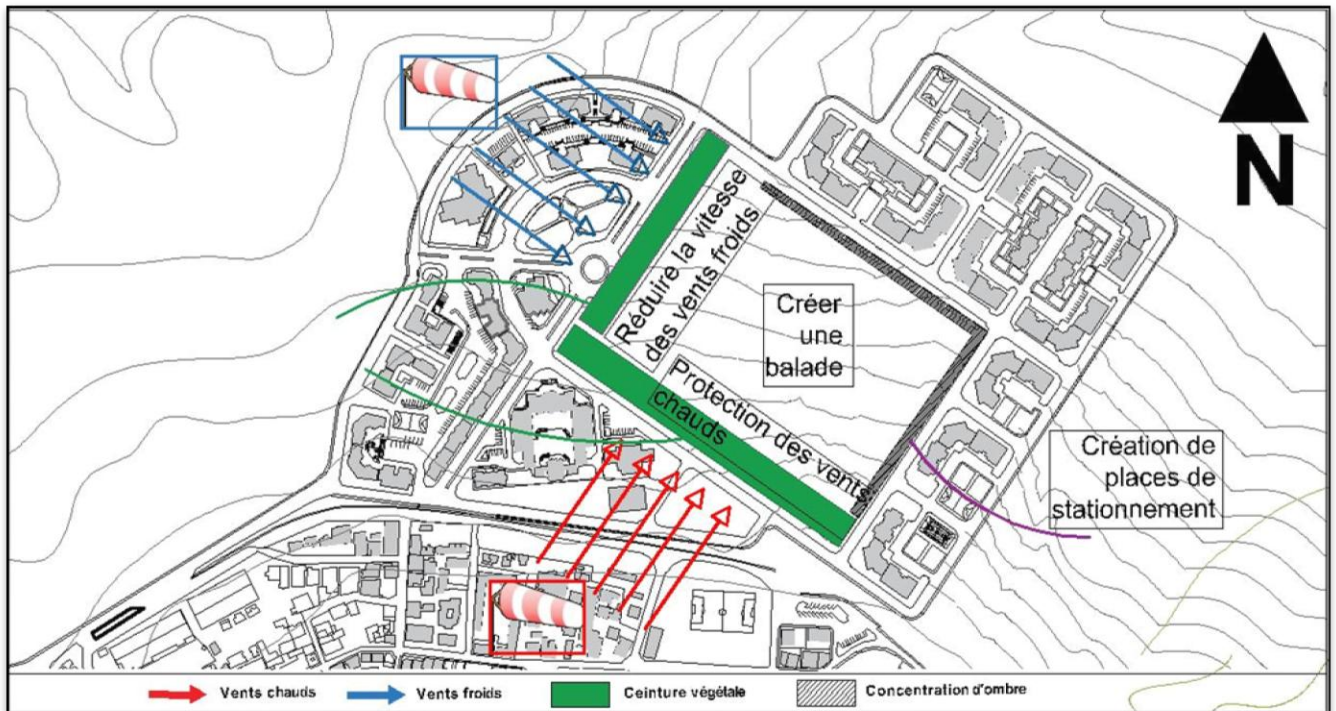


Figure 52: Synthèse de l'environnement naturel (source :PDAU de Ouzera édité par auteur)

Synthèse:

- Le climat est subhumide avec des hivers froids et des étés chauds.
- La présence des sources d'eau dans le terrain et son contexte.
- Il y a de la faune et de la flore qu'on doit les respecter.
- Il y a une possibilité de glissement du terrain (risque géologique).

5-ENVIRONNEMENT CONSTRUIT :

5-1-Système viaire :

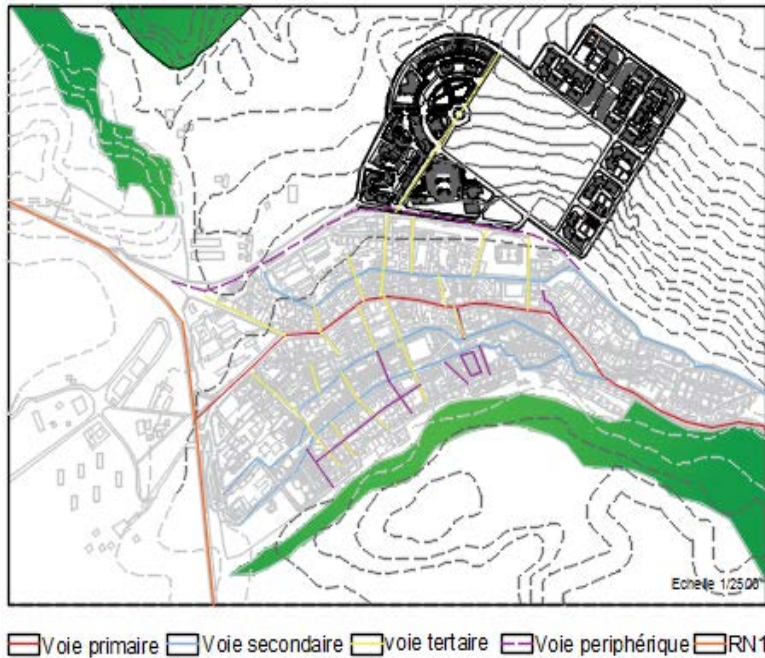


Figure 53: Hiérarchisation des voies (source :PDAU de Ouzera édité par auteur)

-Les Voies principale : ils existent deux boulevards : Le boulevard qui traverse la ville de l'ouest à l'Est et l'autre qui fait partie du nouveau pôle urbain.

- Les Voies secondaire : ce sont des différentes rues qui ont une largeur moyenne.

- Les voies tertiaires : ils sont utilisés pour une circulation au noyau central de la ville, ou pour le stationnement.

Le system viaire dans la ville de Ouzera a une **géométrie arborescente** ; avec des différents dimensions des voies selon le rôle

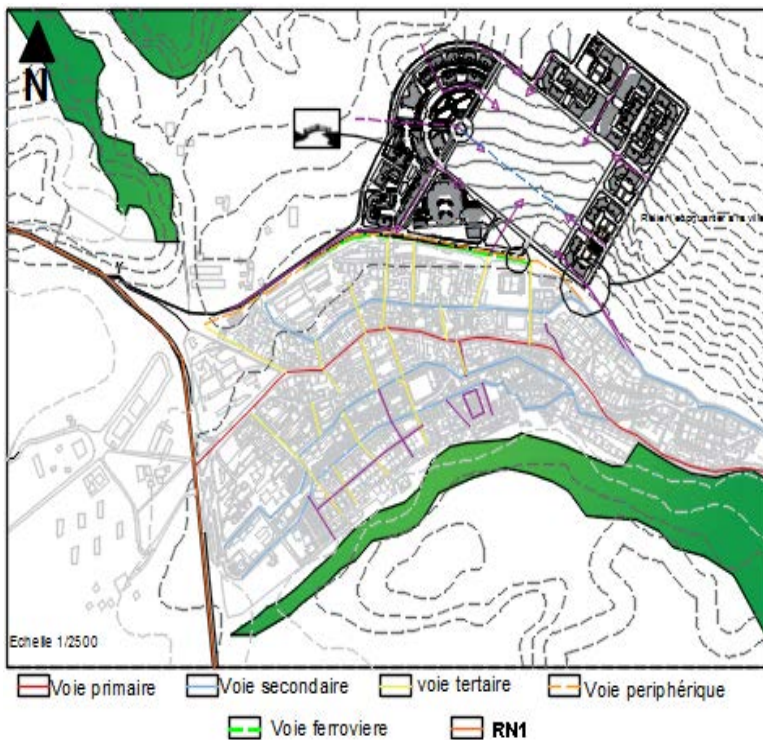
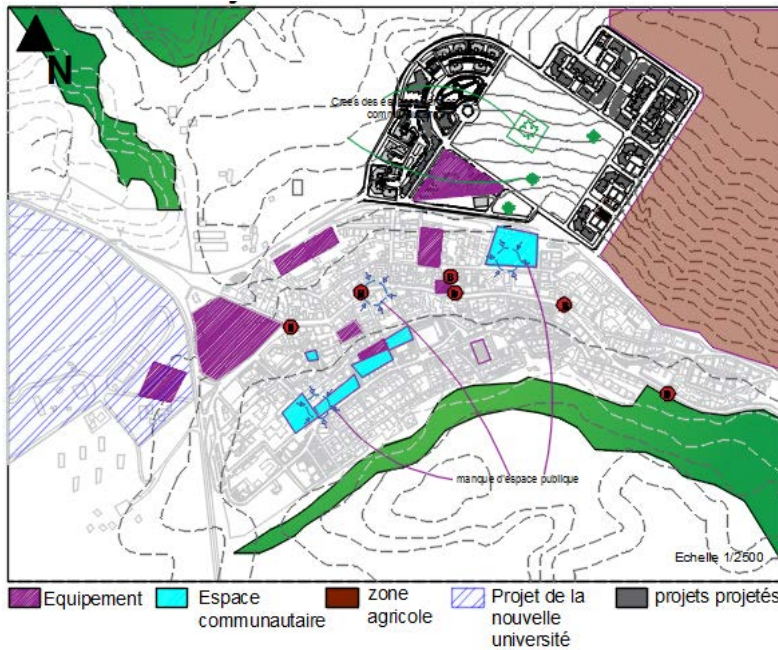


Figure 54: Synthèse 1 de l'environnement construit (source :PDAU de Ouzera édité par auteur)

-on propose la continuité des voies pour relier l'écoquartier à la ville de Ouzera.



Il ya un manque d'espace public dans la ville de Ouzeira donc on va créer des espaces verts communautaires

Figure 55: Suite Synthèse de l'environnement construit (source :PDAU de Ouzeira édité par auteur)

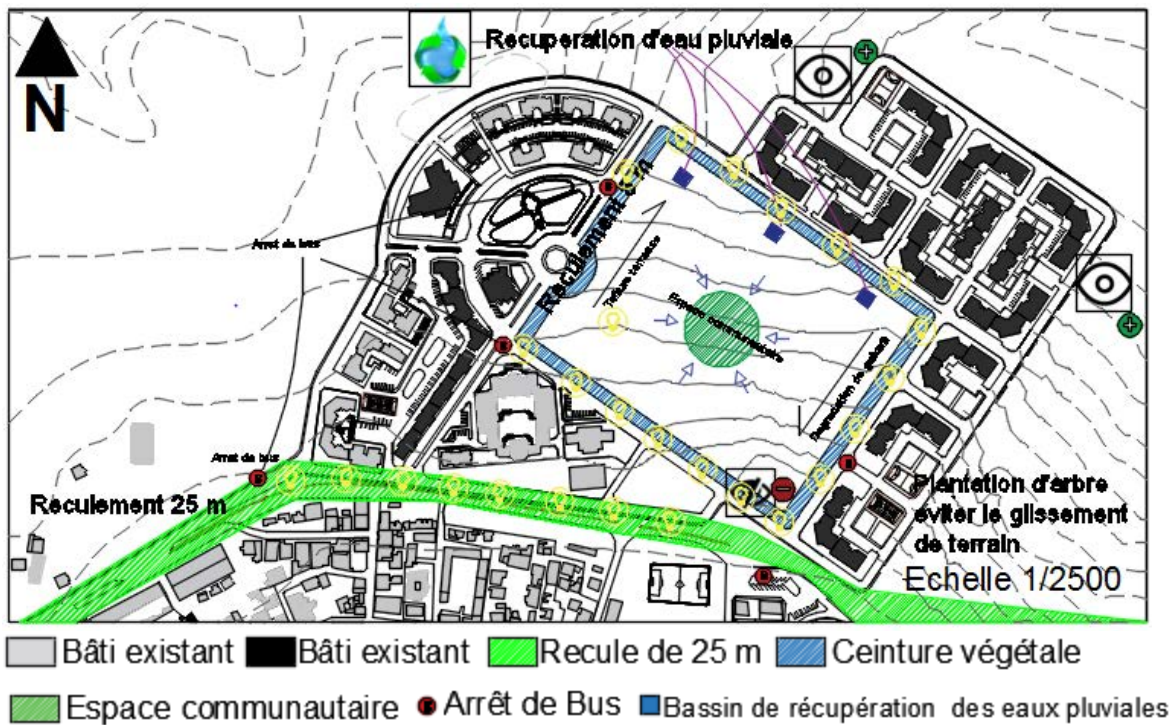
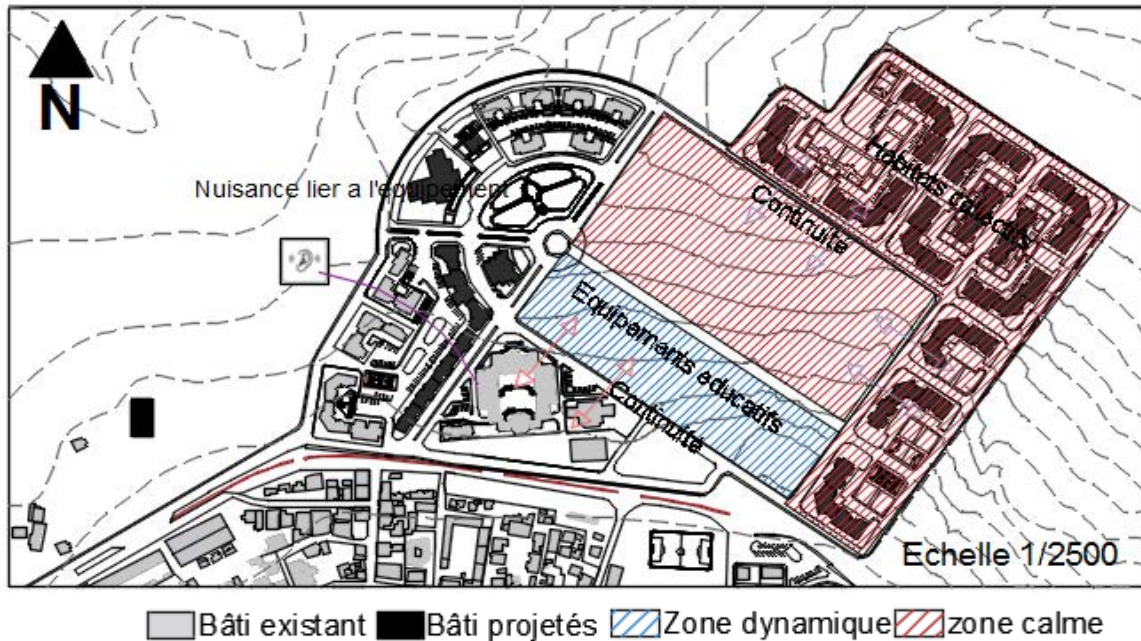


Figure 56: Schéma de recommandations (source :PDAU de Ouzeira édité par auteur)

- prévoir une ceinture végétale utilisée comme un mur de soutènement afin d'éviter les glissements du terrain et aussi pour rafraichir les vents chauds viennent du sud.
- Puisque le terrain a une forte pente orientée vers le nord donc on a proposé que tout petit gabarit sera positionné dans la partie haute du terrain et tout grand gabarit sera positionné dans la partie basse du terrain.
- Créer des plans d'eau qui suivent les talwegs (sources d'eau naturelles) pour rafraichir l'air pendant la saison estivale , et pour récupérer les eaux pluviales en hiver.



-Positionner les équipements éducatifs dans la partie haute du terrain (zone dynamique) ,et l'habitat dans la partie basse du terrain (zone calme).

6-ENVIRONNEMENT RÉGLEMENTAIRE :

6-1-Présentation du PDAU:

-La présente étude est répartie en trois phases. Objet du présent document est consacré à l'élaboration d'un document complémentaire qui contient un règlement général pour toute l'étude de la révision du PDAU de la commune de Ouzera.

6-2-Présentation du POS:

Il s'agit d'une extension du périmètre urbain du noyau central de Ouzera pour répondre aux besoins de la population en matière de logements, d'équipements d'accompagnement et d'emploi.

6-3-Situation du POS :

Le POS se situe sur la partie **Nord-est** du chemin de fer et faisant face au centre urbain de Ouzera. Il constitue le dédoublement de la ville actuelle vers le Nord Est et occupant des EAC.

6-4-Orientation du POS:

a)-**COEFFICIENT D'EMPRISE DU SOL (C.E.S) :** L'emprise au sol des constructions à usage d'habitation collectif selon le programme retenu de la phase II de chaque site :

-La densité moyenne est de **40 logt/ha** pour le semi collectif et **50 logt/ha** pour le collectif.

-L'emprise au sol des constructions à usage d'habitation semi collectif ne pourra excéder **60%**.

-L'emprise au sol des constructions à usage d'habitation collectif ne pourra excéder **60%** pour les bâtiments de rive **et 80%** pour les bâtiments d'angle

b)-Coefficient d'occupation du sol (COS) :

Une majoration du C.O.S de **0.20** peut être accordée pour le règlement du P.O.S dans les cas spéciaux suivants :

-Pour des motifs d'architecture de configuration des parcelles par les constructions édifiée sur des terrains situés à angle de deux voies.

-le dépassement du cos peut être autorisé également pour certaines mesures de constructions d'intérêt collectif (équipements collectifs).

c)-Le statut foncier :est public

d)-Classification de la zone sismique:

D'après la carte des zones sismiques de l'Algérie, la commune est classée en zone **02-A**. On pourra se référer, pour la détermination de l'accélération sismique (**A**) à prendre en compte dans les calculs, les recommandations relatives à l'intervention des charges sismiques et le dimensionnement des éléments structuraux publiés dans le **RPA/2003** par le **C.G.S**.

IV-LES ÉTAPES D'AMÉNAGEMENT DE L'ÉCO QUARTIER :

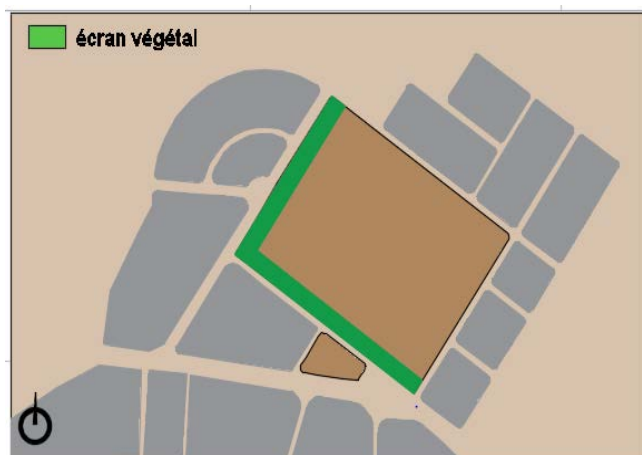


Figure 59: Première étape d'aménagement (source: auteur)

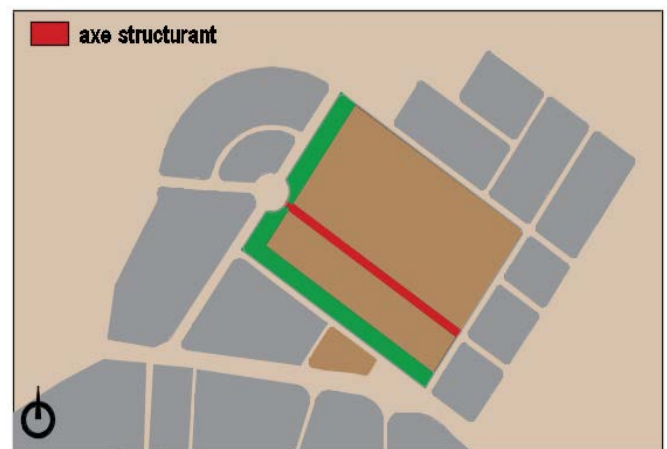


Figure 58: deuxième étape d'aménagement (source: auteur)

1- Prévoir un écran végétal contre les vents.

2- Axe structurant, dans la continuité visuelle ,matérialisé en une voie commerçante.

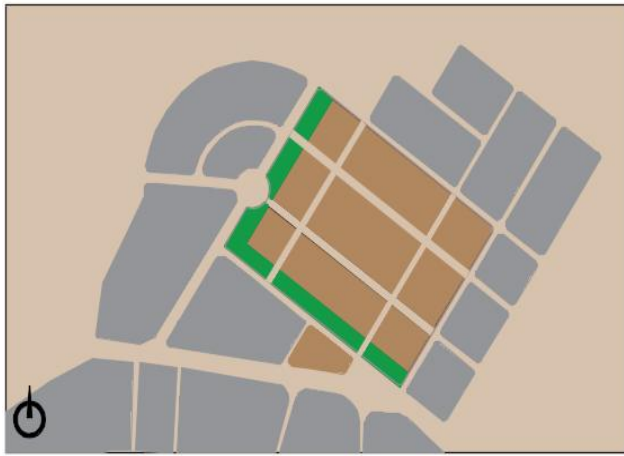


Figure 60: Troisième étape d'aménagement (source : auteur)

3-Continuité des voies existantes (voies principales)



Figure 61: Quatrième étape d'aménagement (source : auteur)

4-Intégration d'une balade (couloir vert) pour rafraîchir les espaces extérieurs en été



Figure 63: Cinquième étape d'aménagement (source : auteur)

5-Aménagement de la partie centrale de l'éco-quartier en un jardin botanique et un espace de rencontre pour les usagers de l'éco-quartier

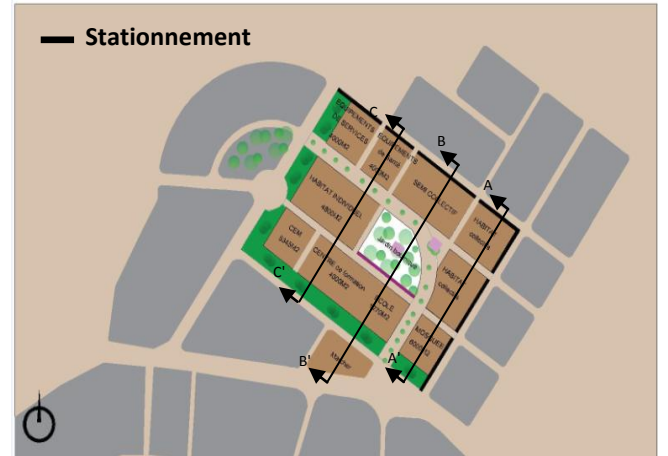


Figure 62: sixième étape d'aménagement (source: auteur)

6-Proposition d'un système parcellaire et système viaire + le positionnement des espaces de stationnement à la périphérie de l'éco-quartier. Afin de garder l'air sain à l'intérieur de l'éco quartier et avoir moins de nuisances des véhicules

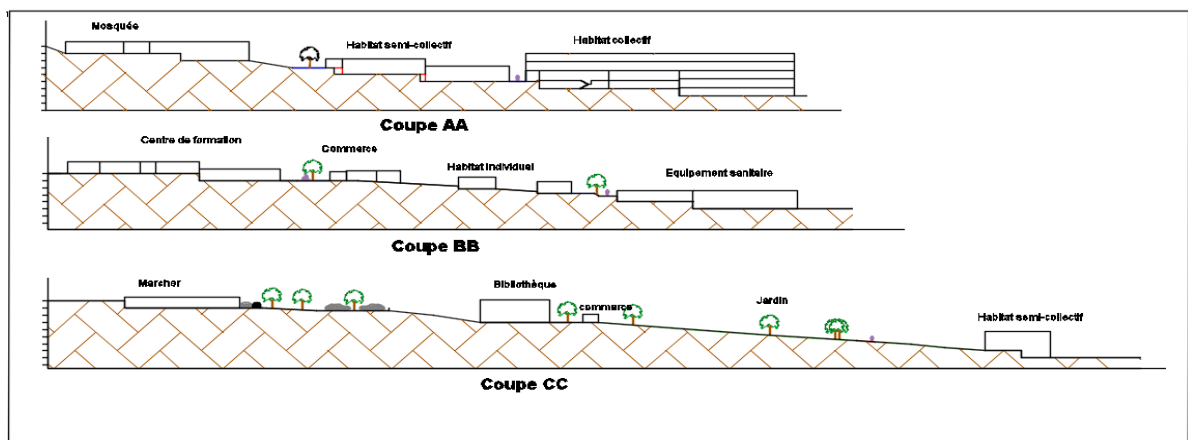


Figure 64: Coupes schématiques passant par le terrain (source : auteur)

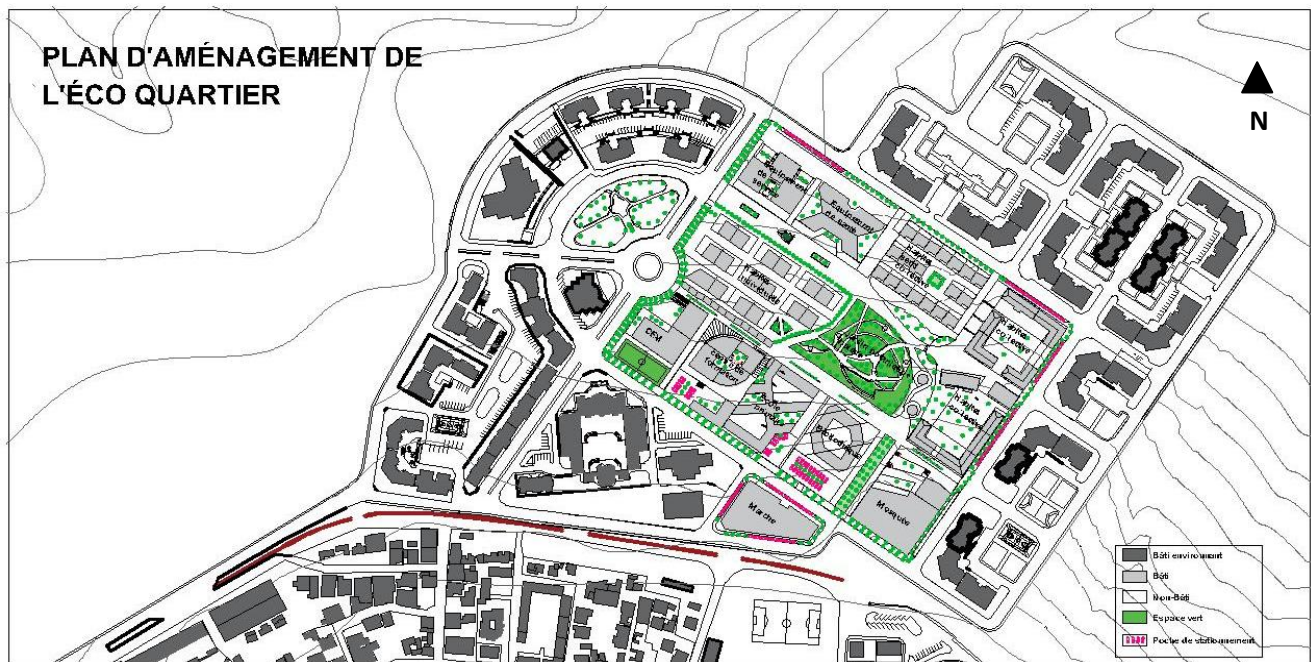


Figure 65: Plan d'aménagement de l'éco quartier (source auteur)

*Pour pouvoir intégrer l'éco quartier à ville nous avons:

- Continuer les voies existantes
- Créer une relation entre la ville et l'éco quartier, concrétisé en **une Balade** (Promenade piétonne) qui passe par le jardin botanique situé au milieu de l'éco quartier, et mène vers un espace de regroupement située à l'ouest de l'éco quartier .
- Positionner les équipements éducatifs et culturels (CEM, centre de formation, École primaire et bibliothèque) au sud, en relation avec la ville et aussi pour assurer la continuité avec le lycée
- positionner l'habitat collectif et semi collectif dans la périphérie de l'éco-quartier, avoisinées par de l'habitat collectif existant au Nord
- Situer l'habitat individuel près du jardin botanique, on peut y accéder par véhicule, les véhicules des habitants vont avoir leur propre garage ou place de stationnement devant chaque maison.
- Implanter **le marché** au sud de l'éco quartier en relation avec la ville , et implanter **la mosquée** sur la partie la plus élevé du terrain (au sud), comme un élément d'appel de l'éco quartier.
- Positionner les équipements de santé et de service au Nord, pour faciliter leur accessibilité par les habitants de l'éco quartier et les habitants de la ville

*Matérialiser la mixité sociale par la diversification de l'habitat , et matérialiser la mixité fonctionnelle par la diversification des équipements (École , Mosquée , centre de formation..)

*La circulation piétonne est favorisée à l'intérieur de l'éco-quartier, les voies piétonnes desservent l'habitat et les équipements, les aires de stationnement sont implantées à la périphérie de l'éco quartier.

-Les voies piétonnes sont de **5%**, présentent une pente agréable pour les piétons et les personnes à mobilité réduite.

V-ANALYSE CONCEPTUELLE:

V-1-PRÉSENTATION DE LA PARCELLE DE L'ÉCOLE:

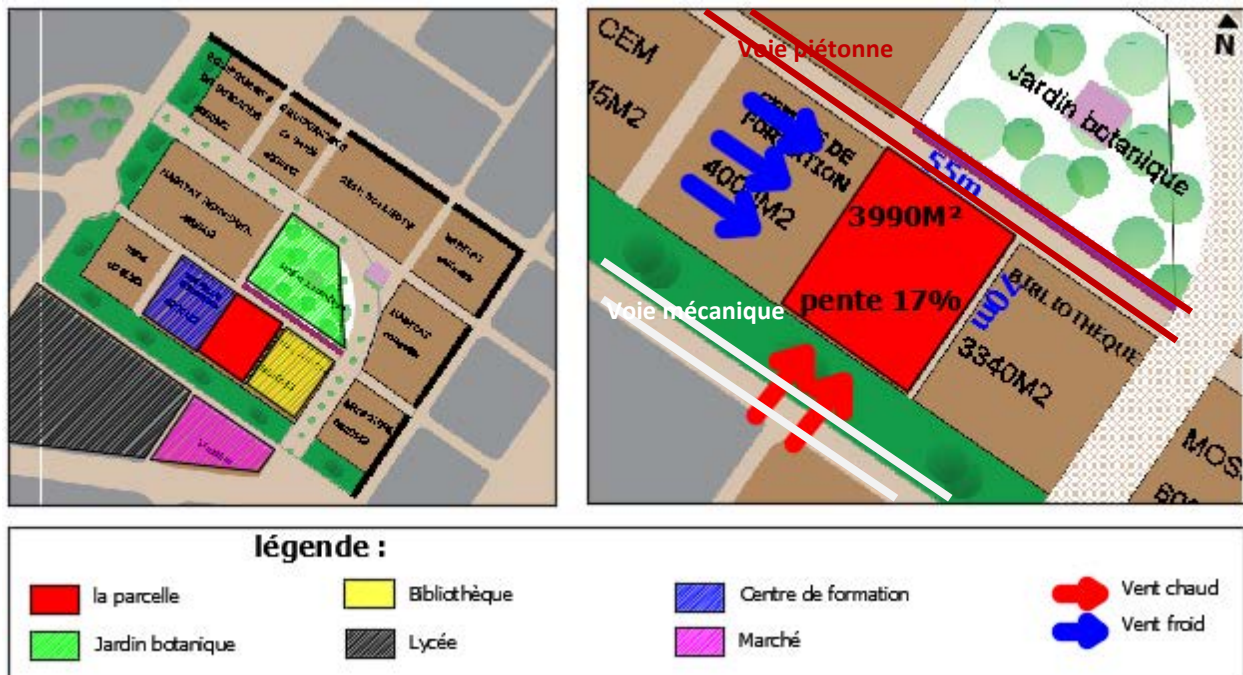


Figure 66: Situation , limites et dimensions de la parcelle (source: auteur)

-Notre parcelle est située au sud de l'éco quartier ,avec une forme rectangulaire , limitée par une voie piétonne et un jardin botanique au nord-est, par une bibliothèque au sud-est , par un marché et un lycée au sud-ouest , et par un centre de formation au nord-ouest.

V-2-ORGANISATION FONCTIONNELLE :

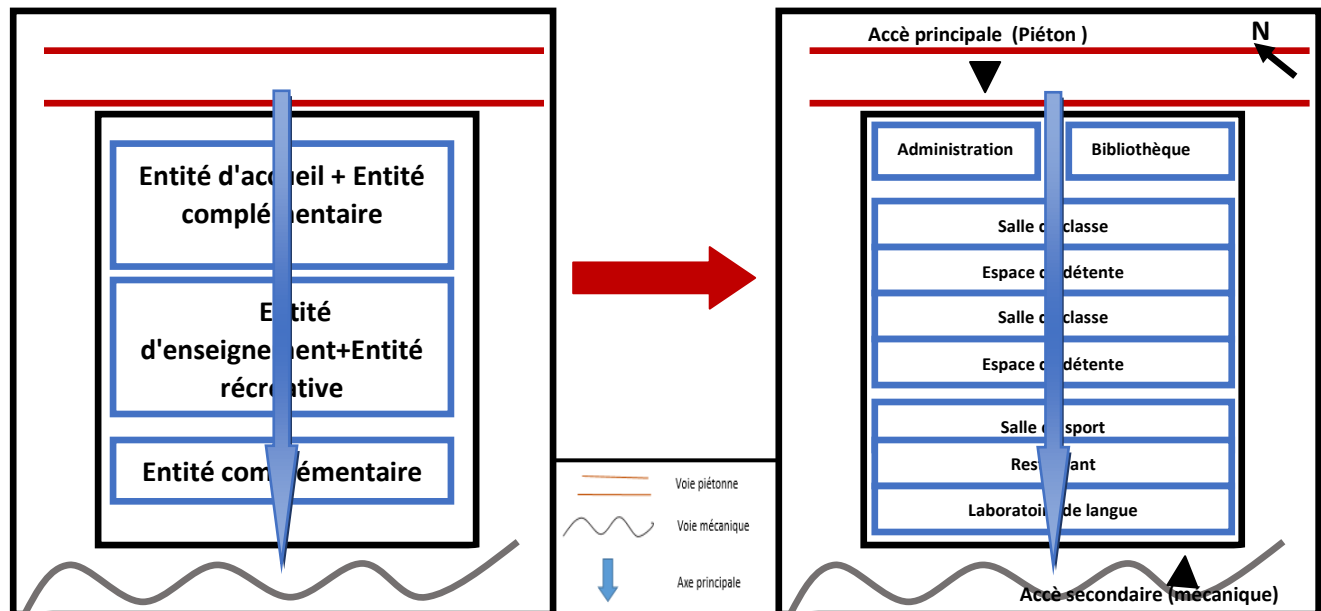


Figure 67: Organisation fonctionnelle de l'école (source : auteur)

-L'école s'organise autour d'un axe structurant, L'organigramme comprend cinq entités, trois entités sont principales (Entité d'enseignement et d'apprentissage , Entité d'accueil , et Entité récréative) et le deux autres sont complémentaires (Entité restauration et Entité sport).L'accueil et la bibliothèque sont facilement et directement accessibles depuis l'entrée principale qui donne sur la voie piétonne. L'enseignement et la récréation sont situés au milieu de la parcelle afin d'éviter les nuisances sonores et olfactives proviennent de la voie piétonne située au nord-est de la parcelle et la voie mécanique située au sud-est de la parcelle .Le sport et la restauration sont positionnés sur la partie sud-est de la parcelle à proximité de l'entrée secondaire(mécanique)et le stationnement, pour faciliter la livraison des produits et des matériels utilisés, aussi pour faciliter l'accès au personnel de service.

V-3-STRATÉGIE D'IMPLANTATION :

-La première étape c'était le positionnement des grandes fonctions selon leurs exigences , puis la création des cinq plates formes qui suivent les courbes de niveaux du terrain ,avec une dénivelée de 3.00 m entre chaque deux plates formes.

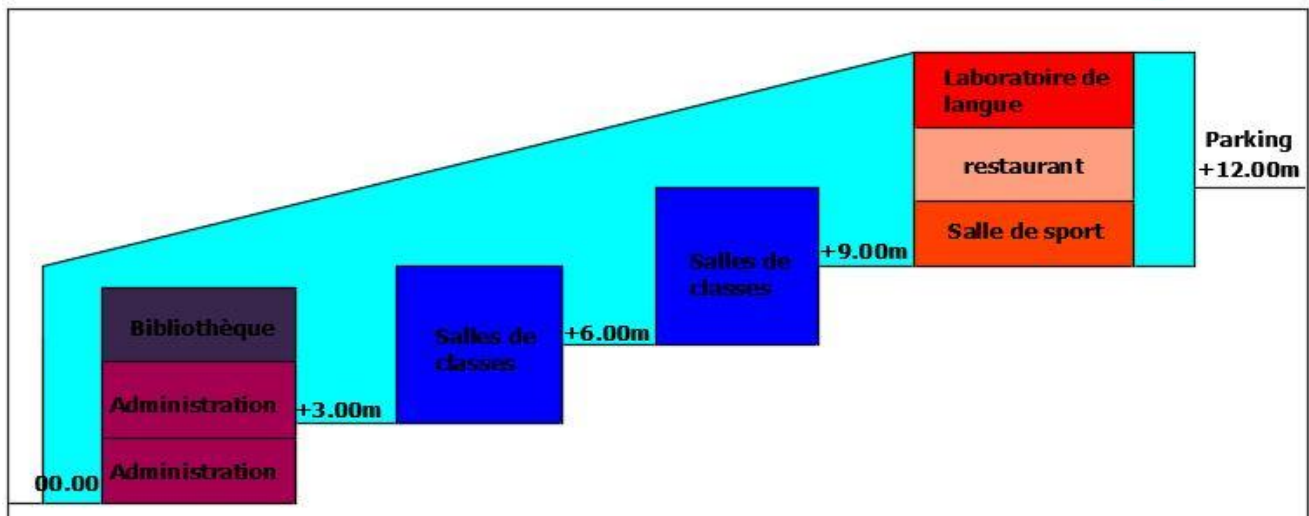
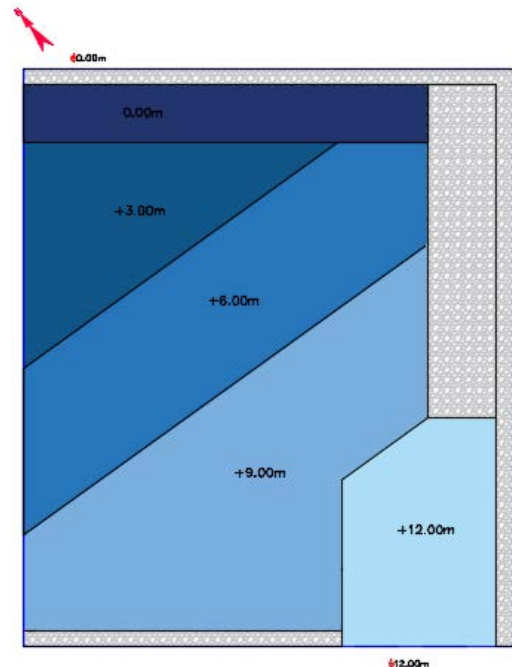
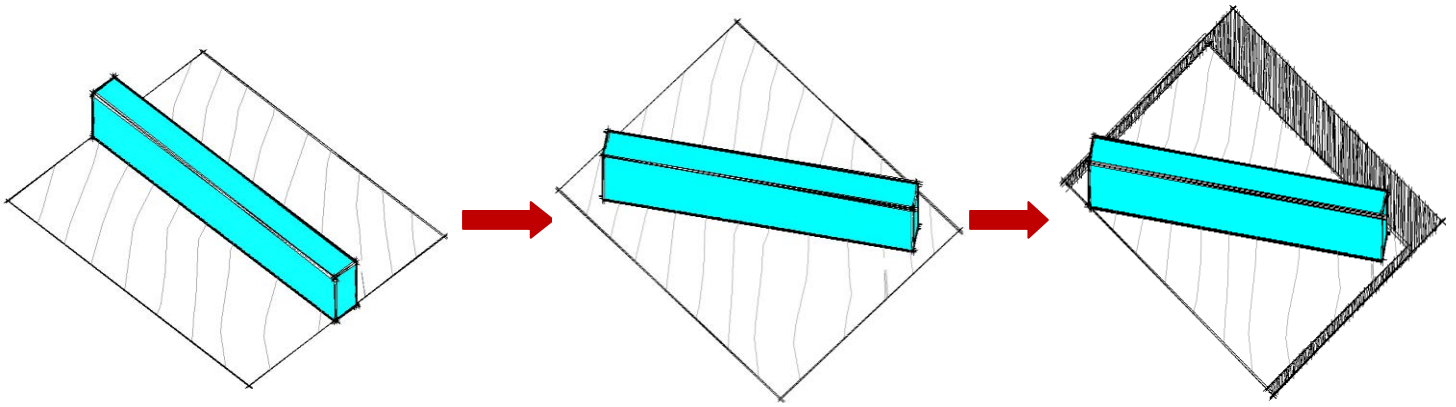


Figure 68:Stratégie d'implantation de l'école primaire (plan des plates formes+coupe schématique)(source : auteur)

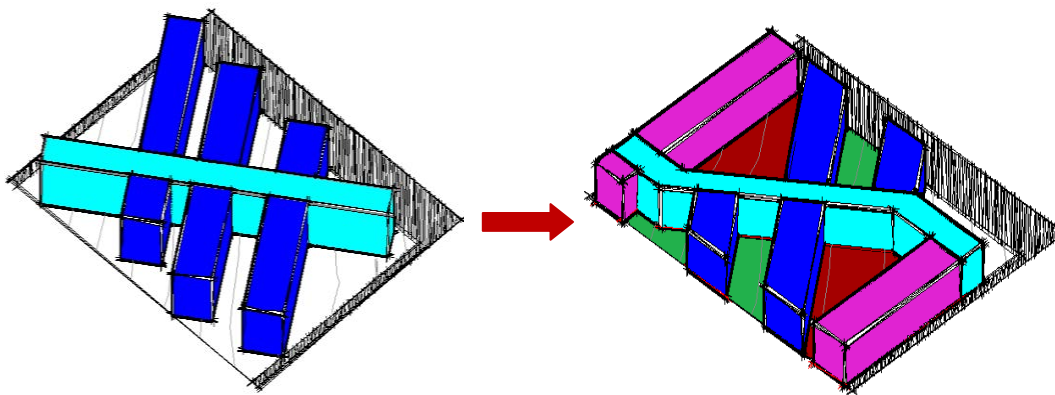
V-4-GENÈSE DE LA FORME :



1-Prévoir un passage central distributeur sur l'axe principale

2-Positionnement du passage perpendiculairement aux courbes de niveau pour s'adapter au relief du terrain

3-Prévoir un recul pour assurer la sécurité et réduire la propagation du bruit



4-Le choix de la disposition des salles de classes perpendiculairement avec le passage centrale a été réfléchi pour avoir une orientation optimale.

5-L'alignement des deux barres en // avec les deux voies mécanique et piétonne pour gagner de l'espace et avoir deux grandes cours et aussi pour créer un effet de sécurité aux élèves.

légende :	
■	Espace commun
■	Espace vert
■	Salles de classes
■	Cour
■	Circulation horizontal

Figure 69: Genèse de la forme de l'école (source: auteur)

V-5-ORGANISATION SPATIALE:

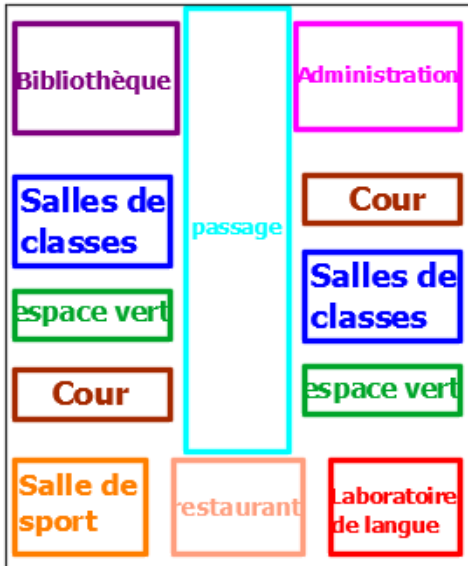


Figure 70: Organisation spatiale de l'école en 2D
(source: auteur)

- L'école se compose de plusieurs entités dont le fonctionnement est divers.
- Les espaces secondaires (restaurant, bibliothèque, salle de sport et laboratoire de langue) sont positionnés dans la zone bruyante (à proximité des deux voies piétonnes et mécanique), par contre les espaces principaux (salles de classe) sont positionnées dans la zone calme.
- Les salles de classes sont mitoyennes et superposées. Elles sont liées directement ou indirectement par l'intermédiaire des passages et la cour.

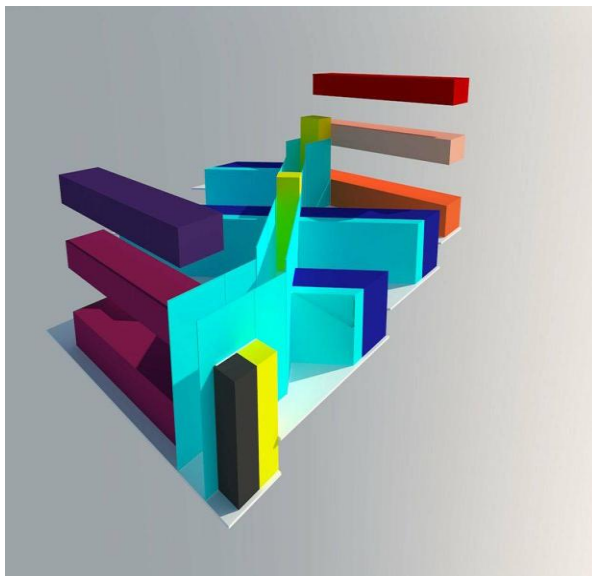


Figure 701: Organisation spatiale de l'école en 3D
(source: auteur)

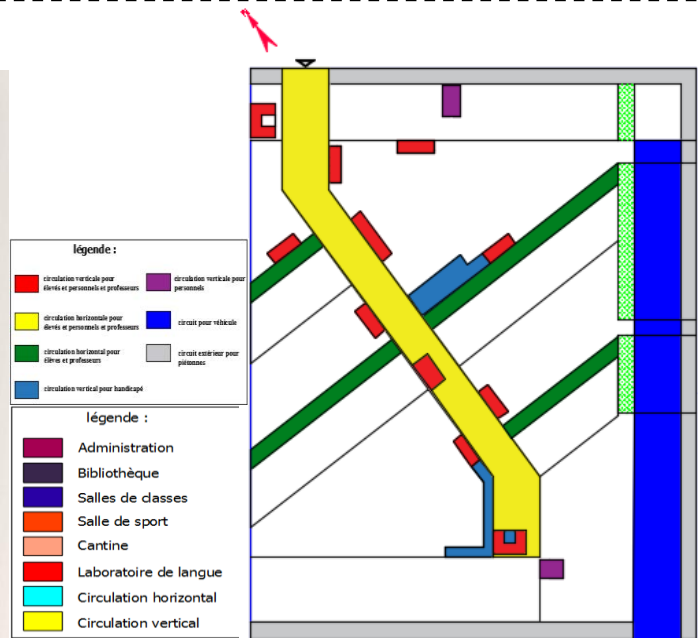


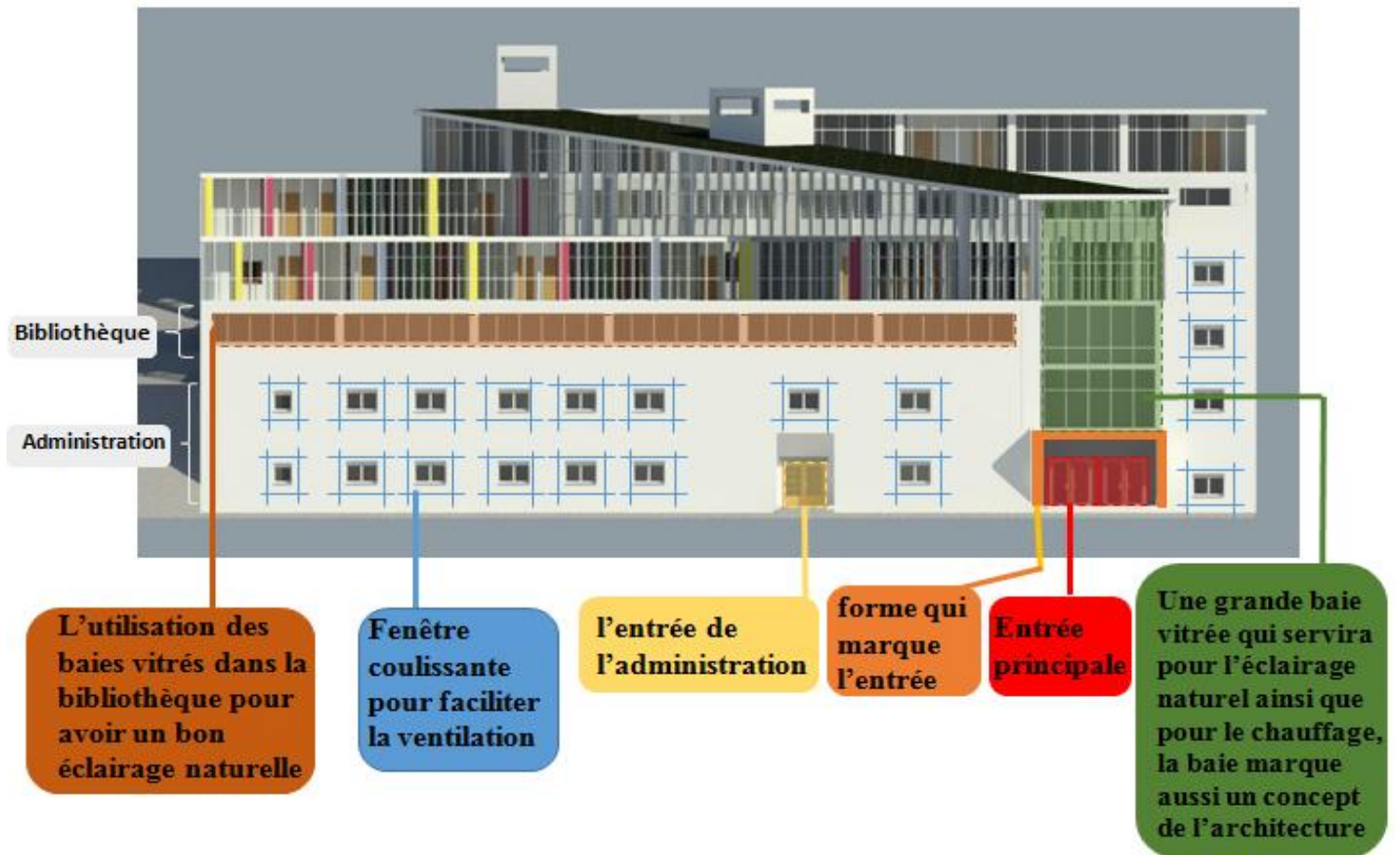
Figure 712: Plan des circuits (source: auteur)

- Les élèves, les enseignants et le personnel qui travaille à l'administration et à la bibliothèque, prennent le même circuit horizontal et vertical.
- Les personnes à mobilité réduite utilisent les rampes pour circuler horizontalement et les ascenseurs pour circuler verticalement.
- Le personnel de la restauration a un circuit différent à celui des élèves, enseignants et autre personnel.
- Une voie d'urgence qui a été créée sur la partie sud-est du terrain pour faciliter l'accessibilité de la protection civile en cas d'incendie.

V-6-TRAITEMENT DES FAÇADES:

-Façade Nord-est :

a- Logique des ouvertures:



b- Matériaux et couleur:

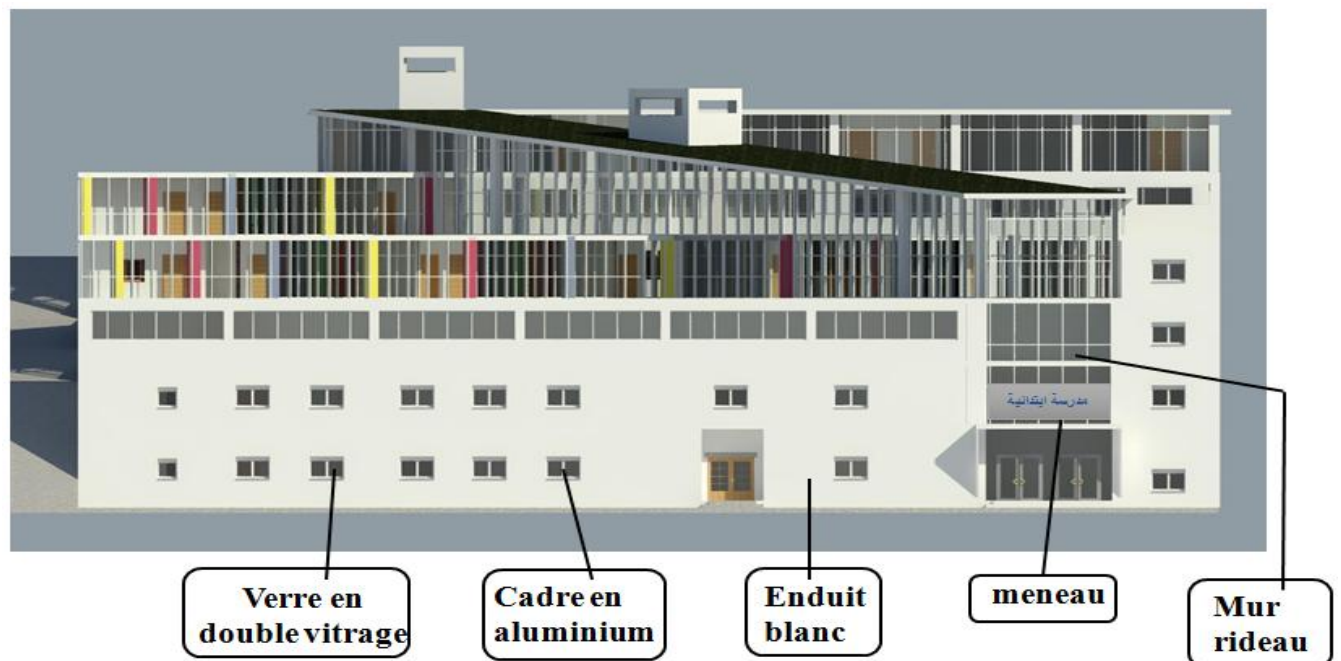
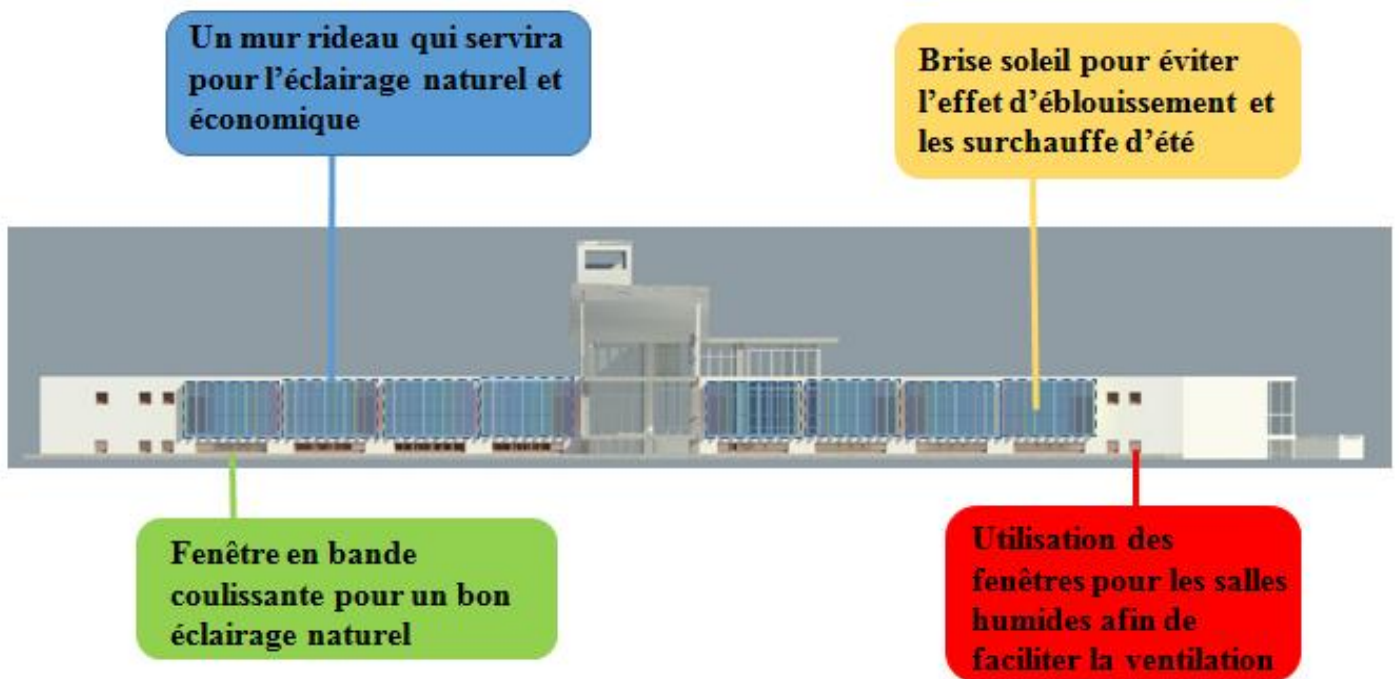


Figure 72: Façade Nord-est (source: auteur)

-Façade Sud :

a- Logique des ouvertures:



b- Matériaux et couleur:

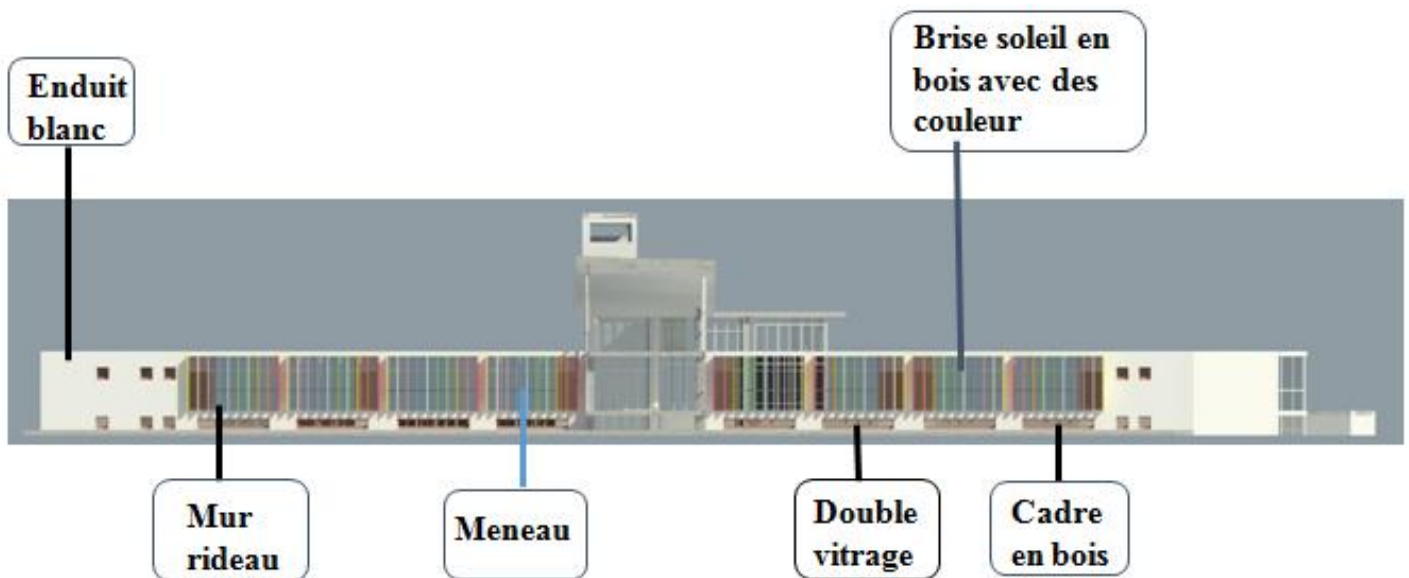
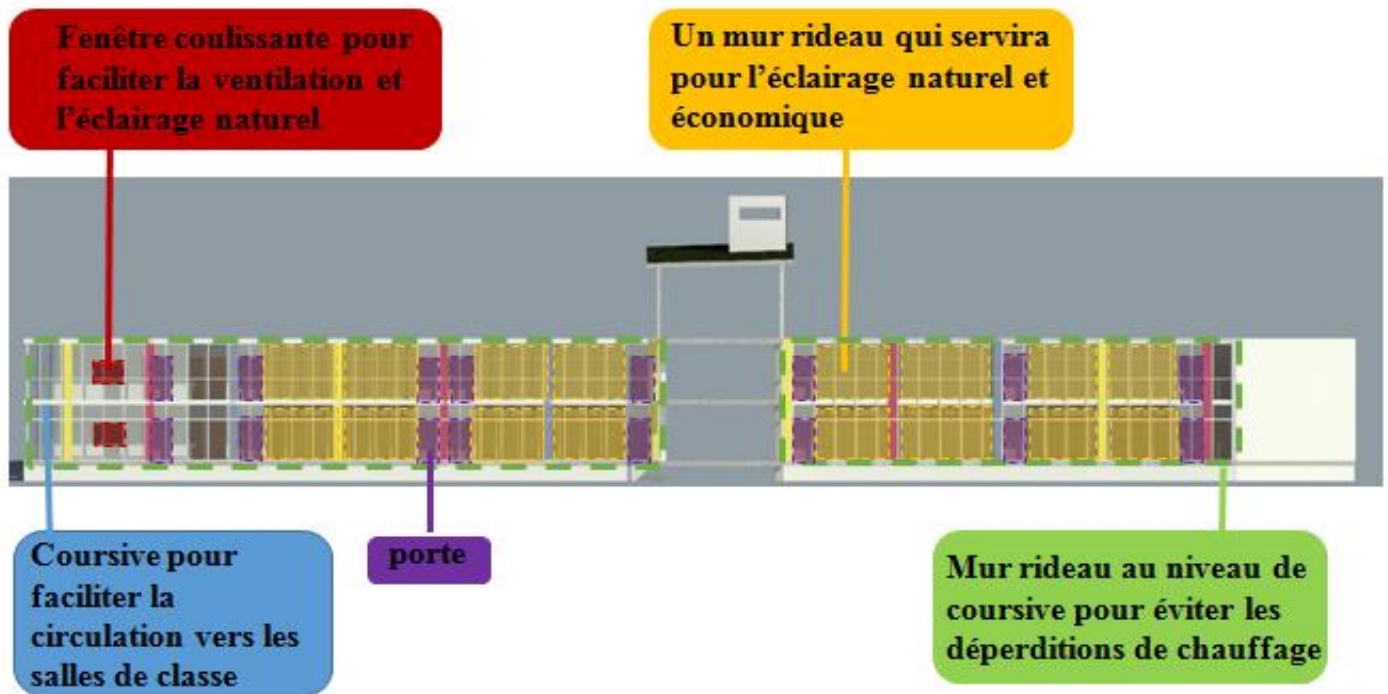


Figure 73: Façade Sud (source: auteur)

-Façade Nord :

a- Logique des ouvertures:



b- Matériaux et couleur:

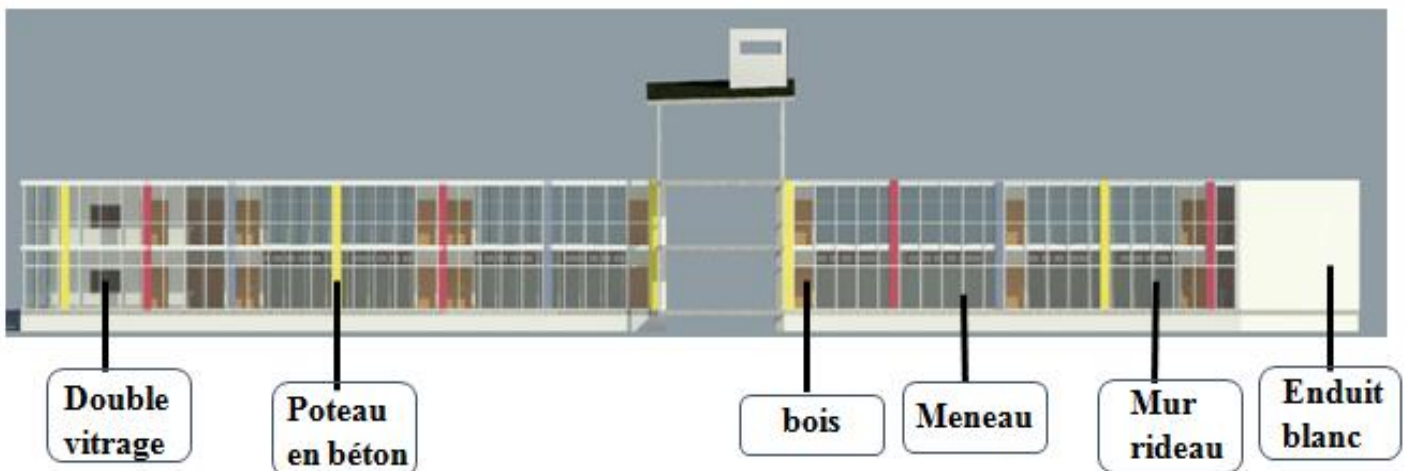


Figure 74: façade Nord (source: auteur)

La démarche de la façade est faite à partir d'une succession asymétrique d'ouvertures. Cette disposition est la plus courante dans les façades des écoles.

V-7-SYSTÈME CONSTRUCTIF:

Notre choix structurel est porté sur une ossature en béton armé

-Caractéristiques:

- *Bonne résistance aux efforts de compression et aux efforts de traction
- * Déformation élastique et fluage
- *Bonne résistance au feu
- *Matériau durable

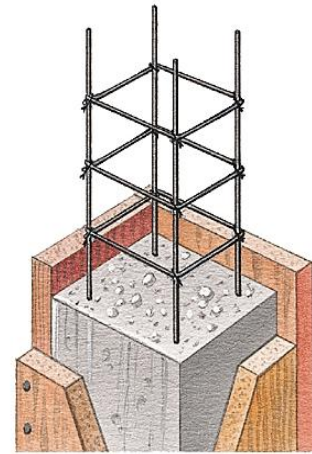


Figure 75: Armature en fer de béton armé
(source: <http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/construction/36516>)

a-La trame structurelle:

La trame structurelle de notre projet se varie entre **2 m** et **7 m**, cette trame nous permet de gérer et matérialiser l'espace architectural en générale et l'unité de base du projet (salle de classe) en particulier.

b-L'infrastructure:

Selon le type de notre projet (équipement éducatif) et la nature du sol de notre terrain d'intervention, on a opté pour des fondations superficielles (semelles isolées et semelles filantes), avec un voile périphérique en béton armé de **12 cm** au sous sol pour soutenir les terres entourant notre bâtiment.

Semelles Dimensions

Semelles	Dimensions
Isolées	120*120*40
Filantes	100*250*35

Tableau 1: Dimensions des semelles (source: auteur)

On a opté pour des voiles de contreventements d'une épaisseur de **20 cm** et d'une longueur de **160 cm**, selon le RPA 99/ version 2003.

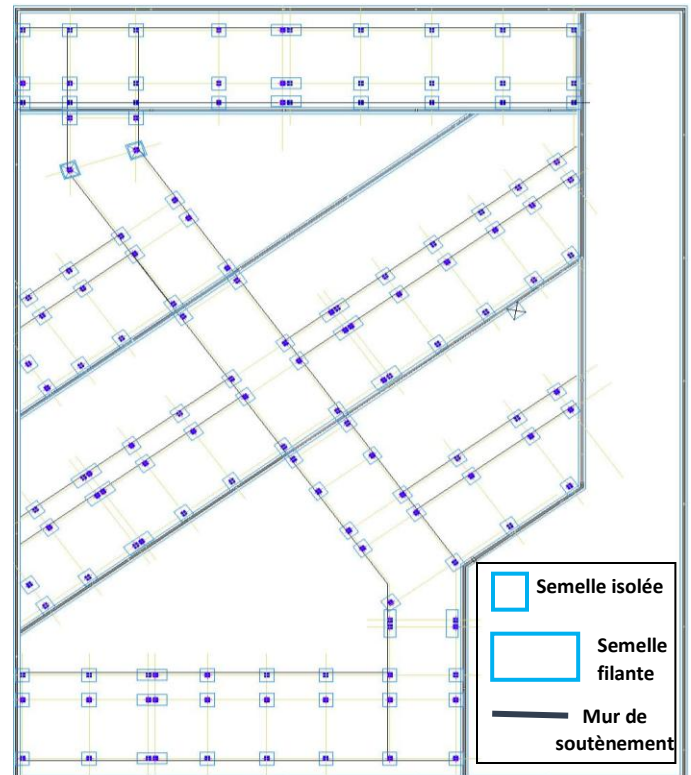


Figure 76 : Plan des fondations + le positionnement des murs de soutènement (source: auteur)

c-La superstructure:

Les poteaux : on a opté pour un dimensionnement de 40x40 cm pour plus de résistance.

Les poutres : Selon la portée on a opté pour un pré dimensionnement de 40x45 cm.

Les joints : la situation de Médéa dans une zone sismique à risque moyen nous a obligé d'utiliser des joints **parasismiques** qui permettent d'absorber les chocs générés par les secousses sismiques, aussi on a prévu des joints de **dilatation** qui sont destinés à absorber les variations de dimensions des matériaux de la structure sous l'effet des variations de température. ces joint se situent exactement au même endroit que les joints parasismiques , sauf que ces derniers doivent impérativement être rectilignes, sans baïonnette, sur toute la hauteur de la construction, contrairement au joint de dilatation.

Dalle de plancher : on a opté pour des planchers à corps creux qui sont composés de 3 éléments principaux , les corps creux ou "entrevous" qui servent de coffrage perdu , les poutrelles en béton armé ou précontraint qui assurent la tenue de l'ensemble, et la dalle de compression armée coulée sur les entrevous qui reprend les efforts de compression.

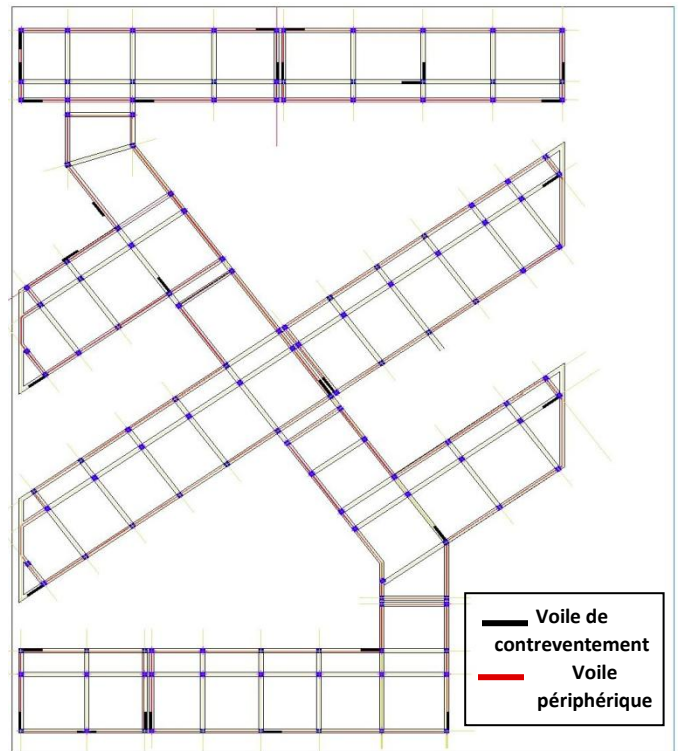


Figure 77 : Structure et positionnement des voiles (source: auteur)

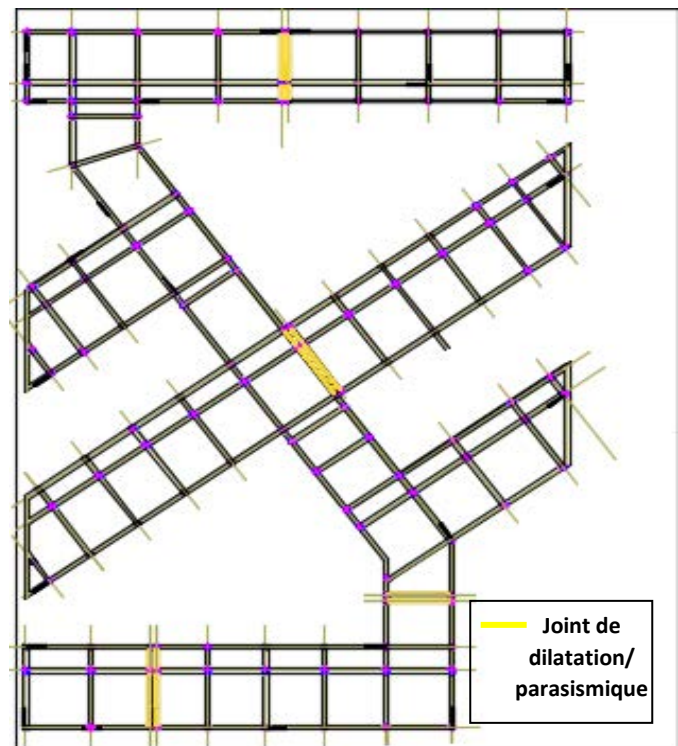


Figure 78 : positionnement des joints de dilatation (source: auteur)

Dalle de Toiture : on a opté pour une toiture végétale dite extensive (de 4 à 15 cm), elle fait le même poids qu'une toiture traditionnelle, la végétation est composée de plantes grasses, elle nécessite peu d'entretien.

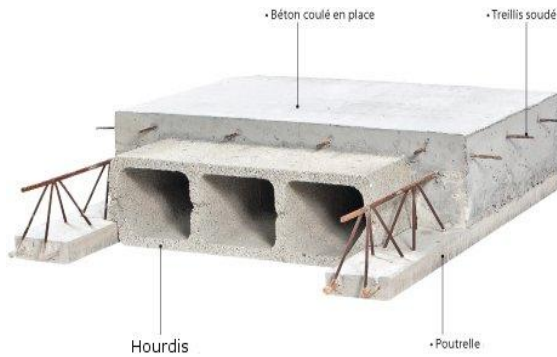


Figure 80: Plancher à corps creux (16+4) (source: <http://newbeams.blogspot.com/2012/11/plancher-16-4.html>)

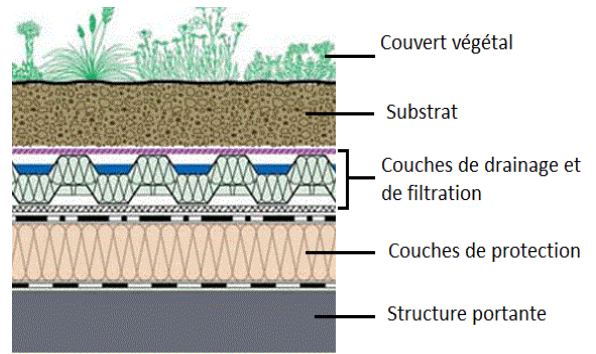


Figure 81: toiture végétale extensive (source: <http://web04.univ-lorraine.fr/ENSAIA/marie/web/ntic/pages/2010/Astie.html>)

d-Les matériaux de construction :

Cloison extérieure : ¹

La brique creuse est une brique ayant des perforations verticales ou plus couramment horizontales. Ces briques permettent de monter des murs intérieurs et extérieurs, porteurs ou non porteurs. Généralement en terre cuite, elles sont isolantes et légères, comparées aux briques pleines. Elles peuvent être enduites ou non selon la catégorie de brique utilisée. Certaines briques creuses dispensent de poser un isolant supplémentaire.



Figure 79: La brique creuse

(sburce: <http://lebonmacon.pro/construction-de-murs-en-brique/>)

Caractéristiques :

- une excellente **isolation thermique** : l'air renfermé dans les briques creuses permet une protection contre les déperditions thermiques
- la pose est facilitée car cela demande peu de joints : ainsi les ponts thermiques sont réduits au minimum et la construction est homogène et compacte
- une **isolation phonique** impeccable : avec un enduit sur les deux côtés du mur en brique creuse, l'isolation phonique est assurée car l'air et le son sont emprisonnés
- un **confort extérieur** : en assurant une bonne isolation thermique, l'occupant est assuré d'avoir un réel **confort intérieur**, les différences de températures sont limitées et les factures de chauffage diminuent de 10% en moyenne
- enfin, les propriétés hygrométriques de la brique creuse évitent toute formation d'humidité à l'extérieur et empêchent celle-ci de pénétrer à l'intérieur de l'habitat. La brique creuse ne moisit pas et garde toutes ses qualités.

¹GUIDEPLATRE ,Guide complet pour vos travaux, [en ligne], consulté le 05-10-2017

(<http://www.guideplatre.com/guide/mur-en-brique-creuse.htm>)

Cloison intérieure :

Les cloisons de carreaux briques solides et résistantes, les carreaux de terre cuite permettent de monter des cloisons intérieures légères présentant de bonnes qualités d'isolation phonique et thermique, et une excellente résistance au feu



Figure 80: Brique creuse pour cloison
(source: <http://www.archiexpo.fr/prod/ceramica-escandella/product-2785-205885.html>)

Revêtement du sol :

Un sol en pierre blanche est très agréable : conducteur de chaleur, il ne présente pas les inconvénients des matériaux froids au toucher. Il se décline en plusieurs teintes suivant la composition de la pierre calcaire.

Inconvénients: Le sol en pierre blanche est plutôt sensible à l'humidité et aux tâches. Il faut donc traiter la matière dès la pose.



Figure 81: Dalle de sol en pierre calcaire blanche
(source: <http://www.pierreesol.com/Pages/Vente/Carrelage%20dalle%20pierre%20blanche.htm>)



Figure 83: Sol enrobé noir
(source: <http://www.espace-et-jardin.com/?catid=0&id=13>)



Figure 82: Dalle amortissante (source: <http://www.hellopro.fr/revetements-pour-aires-de-jeux-2013081-fr-1-feuille.html>)

-Le **sol enrobé noir** utilisé pour la cour primaire, il est résistant et plus ou moins rugueux. Il a de très bonnes qualités d'adhérence. Il est de couleur noire puis devient gris au fil du temps.

-La **dalle amortissante** utilisée pour la cour préscolaire, issu du recyclage des pneus de poids lourd. Elle répond aux normes européennes EN-1177 relatives aux aires de jeux et contribue en parallèle au développement durable.

l'école est équipée de fenêtres en double vitrage, Les caractéristiques d'un double vitrage sont exprimées par une suite de trois chiffres qui représentent l'épaisseur des trois couches qui le composent. Par exemple, un double vitrage classique de type 4-16-4 est constitué d'une vitre extérieure de 4 mm, d'une couche d'air ou de gaz de 16 mm, puis, d'une vitre intérieure de 4mm. Il se caractérise aussi par :

- une **très bonne isolation thermique et acoustique** (très efficace qu'un simple vitrage)
- permet de faire des économies sur la facture énergétique

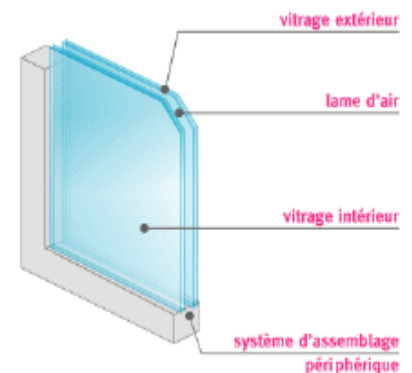


Figure 84: Schéma d'un double vitrage classique
(source: <http://www.linternaute.com/bricolage/amenagement-interieur/1032565-bien-choisir-son-double-vitrage/1032567-caracteristiques>)

Protections solaires :

On a opté pour l'utilisation **des brises soleils verticaux** au sud, qui offrent une bonne protection solaire, assurent un certain confort visuel ,et aussi ils apportent une touche esthétique aux façades. On a opté aussi pour **les rideaux anti froid** qui nous permettent de lutter contre la chaleur en été et contre le froid en hiver, Ils nous isolent du froid en retenant la chaleur et en évitant sa déperdition. L'été, ils reflètent jusqu'à 85% des rayons du soleil, préservant ainsi une certaine fraîcheur au sein de notre bâtiment éducatif.



Figure 86: Façade équipée de brises soleils verticaux
(source:<http://www.archiexpo.fr/prod/sab-international/product-72509-676824.html>)



Figure 85 : Rideau occultant anti froid
(source: https://www.cdiseout.com/photo-numerique/r-rideaux+anti+froid.html#_his_)

-CONCLUSION :

Notre projet sera implanté dans une nouvelle extension urbaine, dense et considérée comme une zone multifonctionnelle. Le POS sur lequel s'inscrit notre terrain est réglementé par des instructions qu'on doit prendre en charge lors de la conception de notre projet. Nous devons prendre en mesure les exigences sociales de la famille Algérienne et proposé une multitude de choix et de fonction pour garder sa composition et son organisation.

La partie technique du projet est très importante, une bonne étude garantit une durabilité et stabilité durant le temps et l'espace , et la meilleur solution afin d'assurer une stabilité du bâtiment ,il faut respecter les règlements techniques et parasismiques, et en tant que des étudiantes en architecture , en essayant de correspondre et confondre la conception architecturale avec la conception structurelle.

CH 3 : ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE ET ÉNERGÉTIQUE

I-INTRODUCTION :

L'évaluation environnementale est une démarche visant à intégrer l'environnement dès le début et tout au long du processus d'élaboration et de décision d'un projet. Elle consiste à appréhender l'environnement dans sa globalité, à rendre compte des effets prévisibles du projet et à proposer des mesures permettant d'éviter, réduire ou compenser ces impacts potentiels.¹

L'évaluation énergétique d'un bâtiment nécessite l'usage de méthodes rigoureuses afin de donner un sens et de fixer des limites aux résultats obtenus. Elle nous permet de connaître avec précision la quantité d'énergie totale nécessaire et consommé par notre projet.

Dans ce chapitre nous allons aborder l'évaluation environnementale et énergétique qui nous aide à prendre certaines décisions et nous donne des orientations dans la phase de conception de notre projet.

II-ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE:

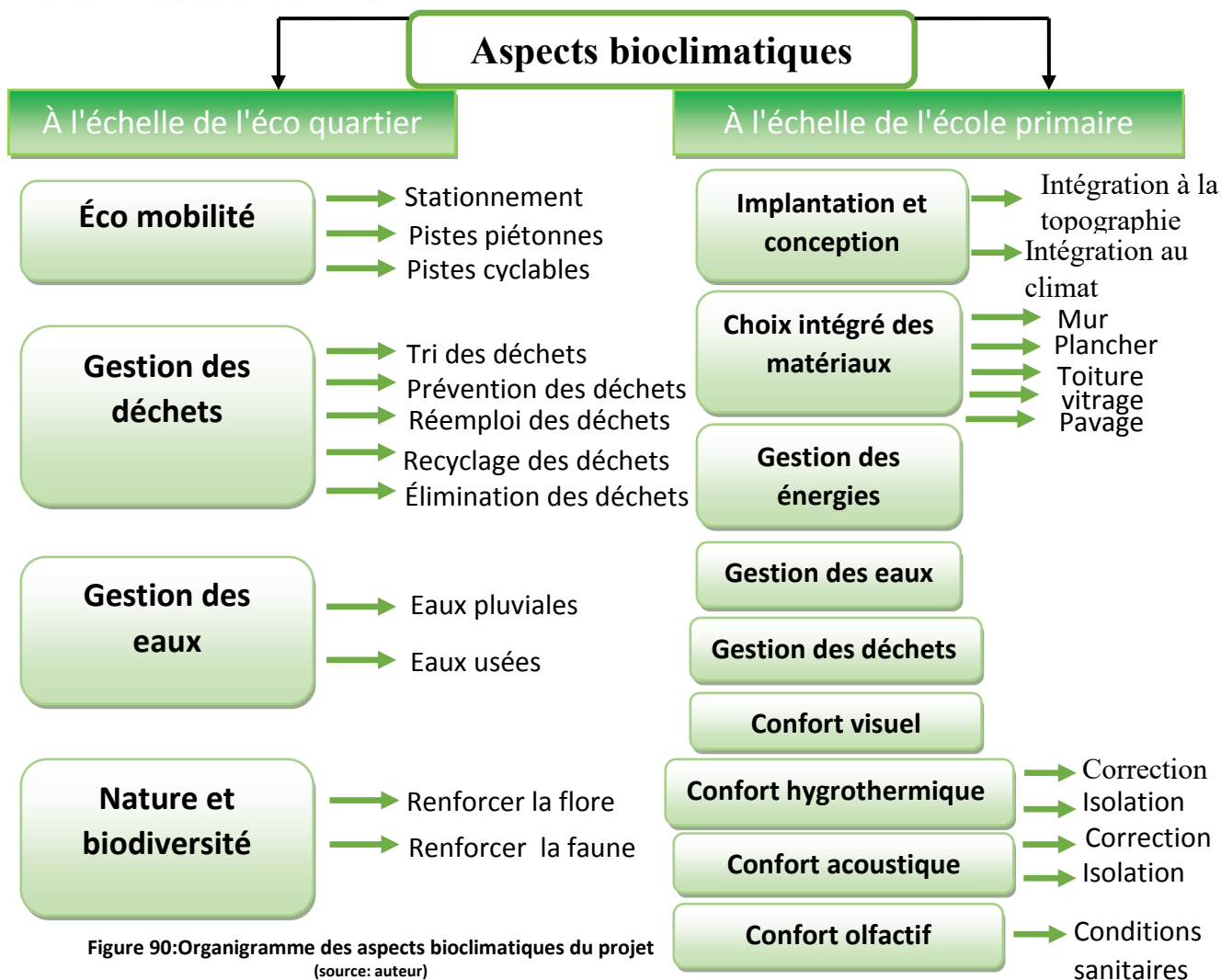


Figure 90: Organigramme des aspects bioclimatiques du projet
(source: auteur)

1 (Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie , Développement durable et évaluation environnementale , [En ligne] , consulté le 13-09-2017, (<http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/l-evaluation-environnementale-des-projets-r214.html>))

III-1-À L'ÉCHELLE DE L'ÉCO QUARTIER:










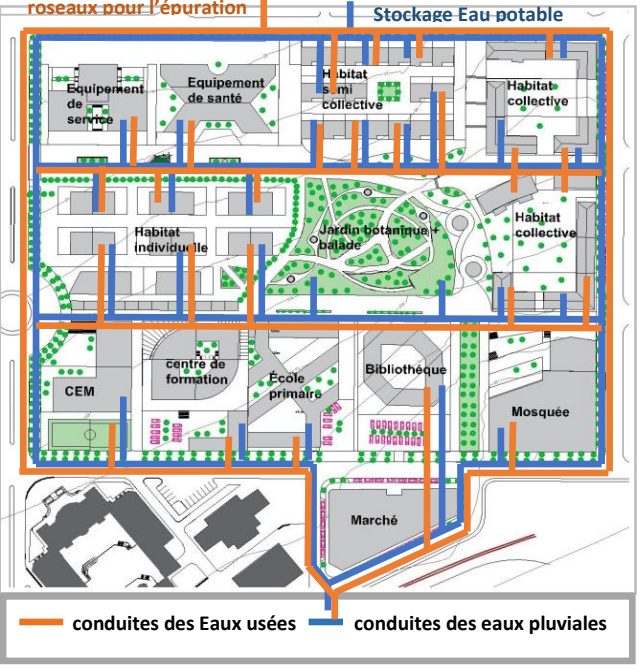
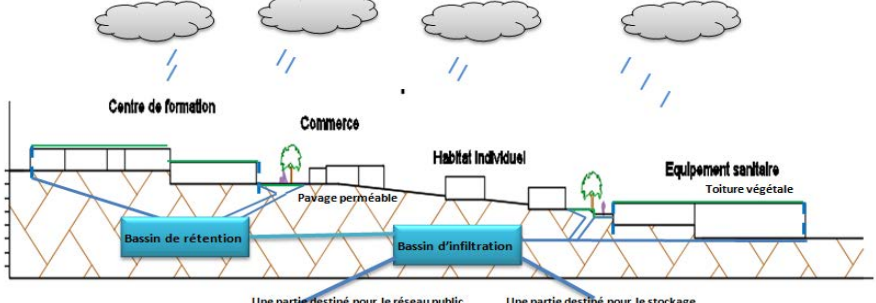


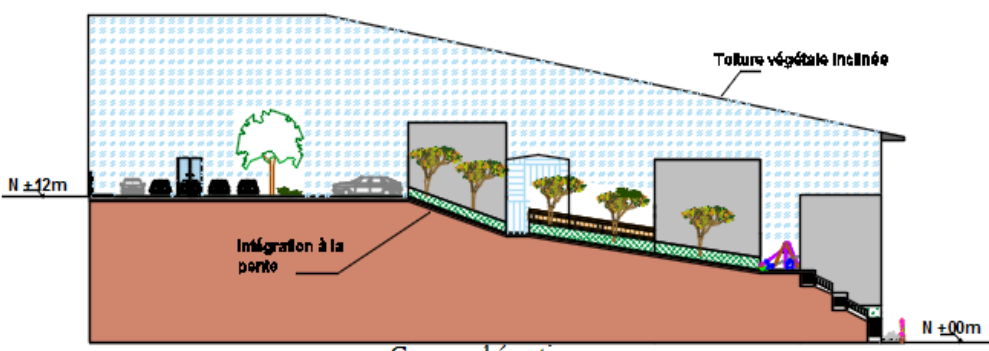
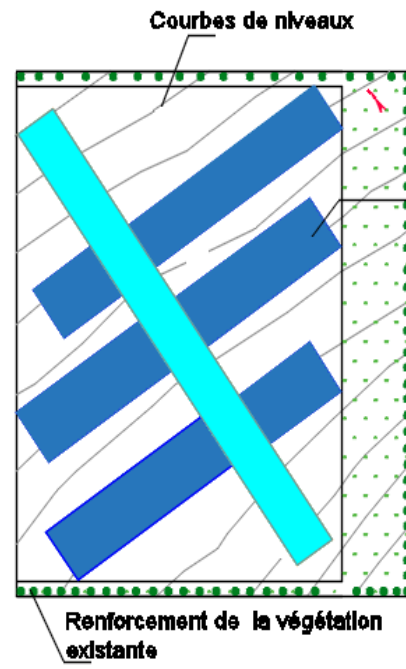

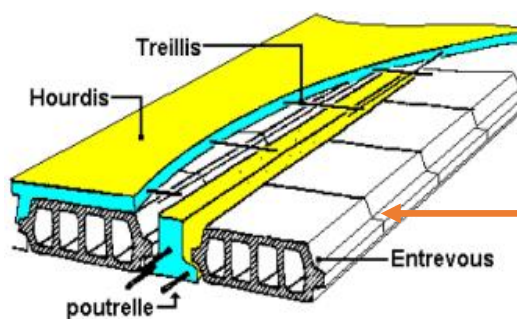


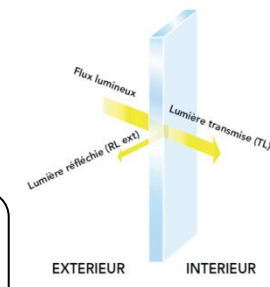
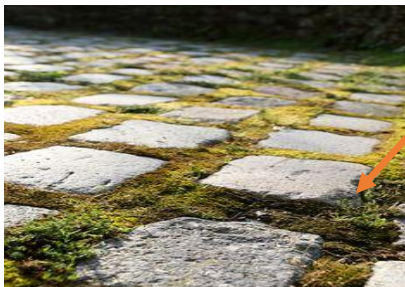
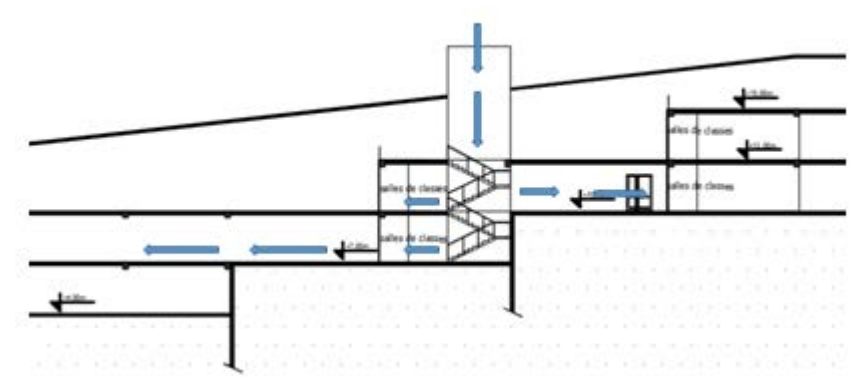
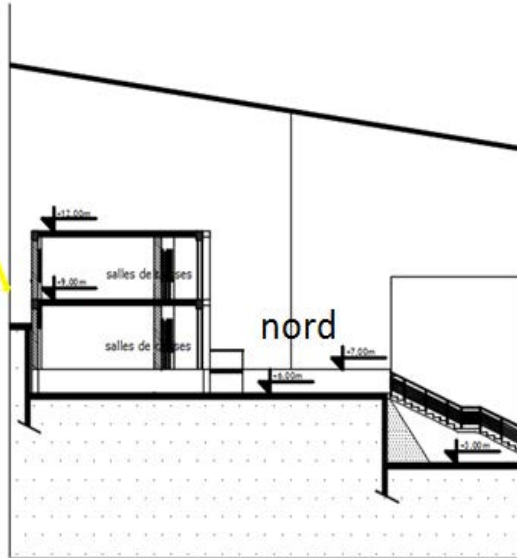
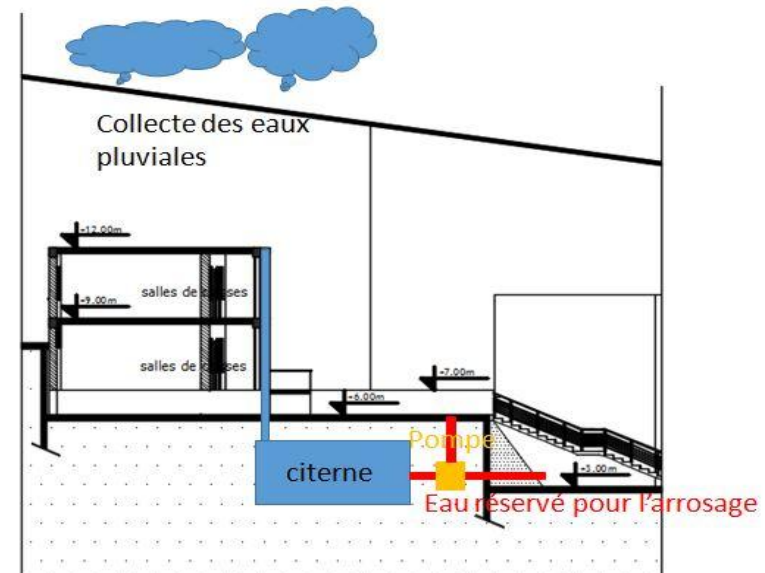
Éco mobilité	<p>-Stationnement:</p>  <p>Figure 91: Parking perméable (source :fr.pinterest.com)</p> <p>On a crée des poches de stationnements, un parking pour vélo et un parking souterrain</p> 	<p>-Voie piétonne</p>  <p>Figure 92: Voie piétonne (source: atelier-frederique-gamier.fr)</p>	<p>-Piste cyclable</p>  <p>Figure 93: Piste cyclable (source:Lapresse.ca)</p> <p>On a Aménagé des passages pour piétons et vélos afin de faciliter les déplacements dans l'éco quartier</p>
Gestion des déchets	<p>1-Le tri sélectif des déchets</p>  <p>Figure 94: les bacs de tri sélectif des déchets (source: http://www.compostcitoyen.com/eco_quartier.htm)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ bac pour déchets à réutiliser ■ bac pour déchets à recycler ■ bac pour déchets à éliminer ■ bac pour déchets à composter 	<p>2-La prévention des déchets:</p>  <p>Figure 95: Batterie de boîtes à compost (source: http://www.compostcitoyen.com/eco_quartier.htm)</p> <p>'une solution collective et fédératrice' La batterie de boîtes à compost</p>	<p>3-Le réemploi des déchets</p> <p>4-Le recyclage des déchets</p> <p>5-L'élimination des déchets ultimes</p>
Gestion des eaux	<p>1-Pavage perméable</p>  <p>Figure 96: Pavage perméable (source: www.jesuispauvre.com)</p> <p>2-noues engazonnées</p>  <p>Figure 97: Noues engazonnées (source: http://www.guidibatimentdurable.brussels/fr/s-inspirer.html?IDC=9032)</p> 	<p>3-Jardin de pluie:</p>  <p>Figure 98: Jardin de pluie (source: http://www.voirvert.ca/projets/projet-etude/le-jardin-pluie-universite-sherbrooke)</p> <p>La gestion des eaux se fait par des bassins de rétention et d'infiltration enterrés qui permettent de compenser les surfaces imperméabilisées.</p>	
Nature et Biodiversité	<p>-Renforcer la biodiversité par l'implantation d'une série d'arbres persistants (chêne vert) qui joue le rôle d'un écran végétale contre les vents</p>  <p>Figure 99: Le chêne vert (source: http://www.jardiner-malin.fr/fiche/chene-vert.html)</p> 	<p>Figure 100: Arbre à haute tige (source: https://www.neuillysurseine.fr/environnement-proprete)</p> <p>Figure 101: Cerisier (source: http://www.radioalgerie.dz/news/fr/article/20141008/15981.html)</p> <p>Figure 102: Arbuste persistant (source: https://www.rustica.fr/articles-jardin/)</p> <p>-Les aires de stationnement en surface comportent des arbres de haute tige</p> <p>-Implanter des arbres fruitiers (cerisier et pommier) dans le jardin de l'éco quartier</p> <p>-Implanter aussi des Arbustes persistants Et des fleurs (Sedum acre...), pour attirer les abeilles, les papillons... Pour contribuer à leur sauvegarde</p>	

Tableau 2: Les aspects bioclimatiques appliqués à l'échelle de l'éco quartier (source: auteur)

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Implantation et conception</p>	 <p>Coupe schématique</p> <p>Intégration au climat du site par: -La toiture végétale inclinée -Le renforcement de la végétation existante, pour se protéger des vents dominants défavorables</p>  <p>Intégration à la topographie du site par: -La création des plates formes qui suivent les courbes de niveaux -L'implantation de bâti // aux courbes de niveaux</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Choix intégré des matériaux de construction</p>	<p>Mur : en brique creuse</p>  <p>Plancher : à corps creux</p>  <p>Toiture : toiture végétale</p>  <p>-Régule l'hygrométrie -Augmente l'inertie thermique</p> <p>On a opté pour des dalles à corps creux avec hourdis en béton</p> <p>Vitrage: réfléchissant</p>  <p>Vitrage: Plat clair</p>  <p>-Transmission lumineuse élevée : bon éclairage naturel des espaces intérieurs</p> <p>Pavage perméable</p>  <p>L'infiltration naturelle des eaux pluviales -La préservation de la biodiversité</p> <p>-Économie d'énergie, diminution des coûts de chauffage -Meilleur confort visuel et solaire.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Gestion des énergies</p>	 <p>Conception architecturale permettant de minimiser l'usage de climatisation par la création des tours à vent au niveau des escaliers</p>  <p>L'orientation des salles de classe nord - sud permet de diminué la consommation de la lumière artificielle</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Gestion des eaux</p>	 <p>1-Récupération des eaux pluviales</p> <p>2-Assainissement des eaux usées</p>


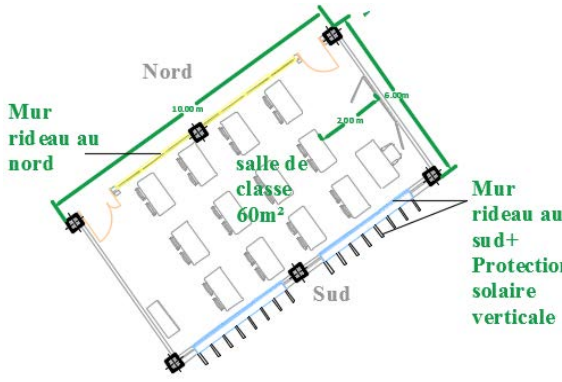
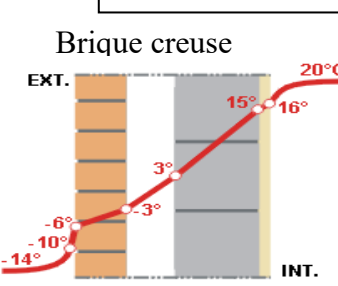
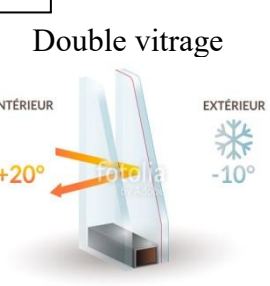

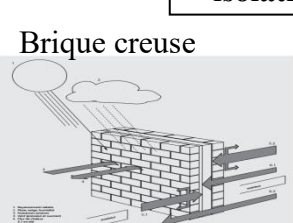


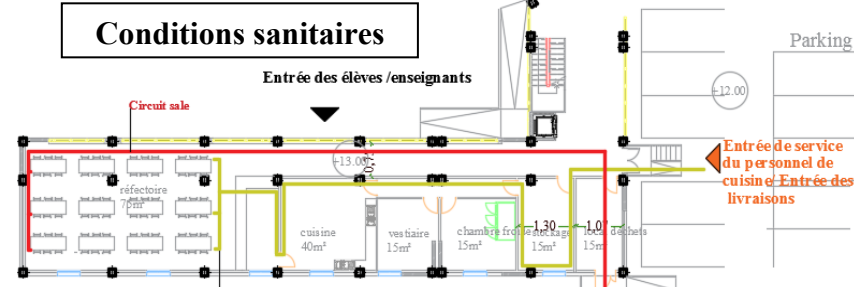
Gestion des déchets	 <p style="text-align: center;"> — Déchet à recycler — Déchet à composter — Déchet à éliminer </p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>-Favoriser la collecte sélective : par la bonne programmation , la sensibilisation et l'organisation de la collecte</p> </div>
Confort visuel	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>- Des murs rideaux au nord et au sud pour se profiter de la lumière naturelle du jour. -L'utilisations des protections solaires au Sud afin d'éviter l'éblouissement et les surchauffes .</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>-La dimension de la salle de classe ne dépasse pas 9 m en longueur et 8 m en largeur ($s < 72 \text{ m}^2$) -Les tableaux installés à 2m (maximum du tableau)</p> </div>
Confort hygrothermique	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>isolation thermique</p>  <p>EXT. INT.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>correction thermique</p>  <p>INTÉRIEUR EXTERIEUR</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>correction thermique</p>  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>-Climat ambiant confortable -Écologie de la construction</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>-La toiture végétale augmente l'inertie thermique du bâtiment et régule l'hygrométrie</p> </div>
Confort acoustique	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>isolation acoustique</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>correction acoustique</p>  </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>-une isolation phonique impeccable , avec un enduit sur les deux côtés du mur en brique creuse -Ceinture végétale comme un écran antibruit extérieur</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>-Plafond équipé de panneaux acoustiques dans la salle polyvalente -Séparation entre les zones calmes et les zones dynamiques</p> </div>
Confort olfactif	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>-L'utilisation de la végétation pour purifier l'air -Salles de classe éloignées par rapport à la voie mécanique (source de pollution d'air) -Le positionnement des entrées d'air à proximité des espaces verts</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>Conditions sanitaires</p>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>-Prévoir un système de ventilation adéquat et suffisant -Des flux bien identifiés et non mélangés -Des matériels et équipements de cuisine constitués de matériaux lisses ,couleurs claires , et imputrescibles</p> </div>

Tableau 3: Aspects bioclimatiques appliqués à l'échelle de l'école primaire (source: auteur)

- On a appliqué la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) , ainsi que d'autres procédés bioclimatiques afin d'adapter notre projet au climat et de créer les meilleures conditions de confort (hygrothermique,visuel,acoustique et olfactif) pour les usagers.
- Nous allons développer par la suite l'évaluation du confort visuel dans une salle d'apprentissage .

III-ÉVALUATION ÉNERGÉTIQUE :

La simulation numérique est un outil d'aide à la décision , permettant de réaliser des études de conception ou d'analyse pour les bâtiments.

A-Évaluation de l'éclairage naturel:

La simulation de l'éclairage naturel est un outil d'aide à la décision incontournable , il contribue à la fois à l'amélioration du confort visuel et à l'économie d'énergie .¹

A-1-Partie Théorique :

I-Introduction:

La lumière naturelle est l'un des éléments les plus importants dans la conception d'un objet architectural. La valorisation de l'éclairage naturel dans les bâtiments répond à un double objectif : le premier est la recherche du confort visuel à travers une lumière basée sur la lumière du jour vu que cette dernière est la plus adaptée à la physiologie de l'homme ; le deuxième objectif est la recherche d'efficacité énergétique et de maîtrise de consommation d'énergie. Les stratégies de l'éclairage naturel peuvent contribuer à réduire la consommation énergétique dans les bâtiments ainsi que les émissions de gaz à effet de serre par la réduction des besoins de leur éclairage électrique et de refroidissement.²

I-1-Problématique opérationnelle :

Construire une école primaire aujourd'hui, c'est chercher à offrir les locaux les mieux adaptés afin de permettre aux élèves de conquérir et maîtriser les apprentissages attendus et aux professeurs de bien enseigner. Et puisque la classe c'est la salle où se donne l'enseignement , elle doit être conçue en fonction des besoins des élèves et des enseignants , et elle doit répondre aux différentes normes de confort et parmi eux "le confort visuel ".

¹ Maachi. I , cours master 2 Architecture bioclimatique, Éclairage Naturel , université Saad Dahlab Blida ,année 20016/2017

² Scartezini et Al. 1993, 1994, [en ligne] , consulté le 08-07-2017, (https://www.researchgate.net/profile/Jean-Louis_Scartezini/publication/223833396_On-site_performance_of_electrochromic_glazings_coupled_to_an_anidolic_daylighting_system/links/00b7d52cd803b97beb000000.pdf)

Le confort visuel, est une condition très importante pour un établissement d'enseignement, est à prendre en compte dès l'amont du projet, son principal objectif est de fournir des conditions d'éclairage suffisantes pour exercer les activités scolaires, tout en offrant un environnement lumineux confortable, stimulant et attrayant.

Bien que l'éclairage naturel procure une meilleure qualité de lumière, tant au niveau physiologique que psychologique, qu'un éclairage artificiel, l'utilisation de la lumière naturelle combinée à un éclairage artificiel performant sont les bases pour une utilisation rationnelle de l'énergie électrique. L'éclairage artificiel doit donc être considéré comme le complément de la lumière naturelle.

comment assurer le confort visuel dans une salle d'apprentissage tout en minimisant la consommation d'énergie?

I-2-Hypothèses:

- Adapter le dimensionnement des ouvertures à l'orientation
- Utiliser un type de vitrage spécifique

I-3-Objectifs:

- Améliorer le confort visuel dans une salle d'apprentissage
- minimiser le maximum l'éclairage artificiel et utiliser l'éclairage naturel
- Garantie un niveau minimum d'éclairage naturel sur le plan de travail et sur le tableau

II-Thématique spécifique:

II-1 définition des concepts:

II-1-1 La lumière naturelle:

est la partie visible du rayonnement électromagnétique provenant du soleil. Les longueurs d'onde de son spectre s'étendent de 380 à 780 nanomètres pour la vision diurne.¹

II-1-2 L'éclairage naturel: est l'éclairage provenant du soleil, ainsi que la voûte céleste, par le jeu de la diffusion de la lumière dans l'atmosphère.²

¹ Pascale.G, Pascale Céron. A , l'éclairage naturel , p11 , [en ligne], consulté le 08-07-2017, (http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf)

² (Bouvier.F, Courret .G, Paule.B . Éclairage naturel ;[En ligne];Article / réf : C3315; V2 ; consulté le 09-07-2017 ; (<http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/electronique-photonique-th13/optique-instrumentale-42449210/eclairage-naturel-c3315/>)

II-1-3 La luminance :

est la grandeur qui correspond le mieux à la sensation visuelle de luminosité d'une surface .La luminance est le rapport entre l'intensité lumineuse d'une source et sa surface apparente : $L = I / S_{app}$.¹

II-1-4 Le confort visuel :

-est une impression subjective liée à la quantité, à la distribution et à la qualité de la lumière.²

- la sensation de bien-être ressentie par le personnel contribue d'une certaine façon à un meilleur niveau de productivité et à une meilleure qualité de travail .³

-Comme le décrit MUDRI, 2002 « le terme de confort visuel est pris pour indiquer l'absence de gêne qui pourrait provoquer une difficulté, une peine et une tension psychologique, quel que soit le degré de cette tension ».

II-2 Les critères du confort visuel: ⁴

Un bon éclairage doit permettre d'accomplir les activités diverses avec un maximum de confort et de sécurité .Généralement 6 critères de base contribuent à ce confort visuel:

- Éclairage suffisant
- Éclairage uniforme
- Absence d'éblouissement
- Absence d'ombre
- Absence de réflexion
- Rendu de couleurs

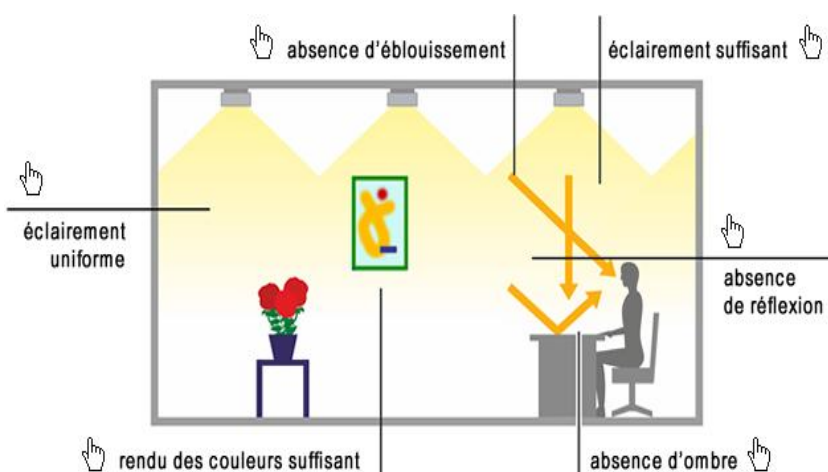


Figure 103 :Les critères du confort visuel(source: <https://www.environnementbienetre.com/eclairage-habitat-sante-confort-visuel/>)

¹Liebard .A et De Herde .A .Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques , concevoir , édifier et aménager avec le développement durable ; 6 ; 3 e édition , le moniteur , 2005.P (19-135). ISBN: 2-913620-37X

²Bodart. M. Bâtiment et environnement, 43 ,2008. p 44

³ Pascale.G, Pascale Céron. A , l'éclairage naturel , p11 , [en ligne], consulté le 08-07-2017, (http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_l_eclairage_naturel1.pdf)

⁴ (Louis.J ; Éclairage et habitat santé, confort visuel , Article 21 septembre 2013, [En ligne],consulté le 09-07-2017,(<https://www.environnementbienetre.com/eclairage-habitat-sante-confort-visuel/>)

II-2-1-Éclairage suffisant:

Le niveau d'éclairage à prévoir devrait être adapté à un local , et aux activités qui auront lieu dans ce local. En fonction de ces activités , un nombre de lux est nécessaire pour leur pratique . Les valeurs recommandées par type de local ou d'activité sont reprises dans divers règlements ou normes. Il y a plusieurs moyens pour générer ce nombre de lux qui dépend directement du nombre de luminaires , et de la puissance lumineuse de chacun d'eux. À titre d'exemple l'éclairage suffisant d'un plan de travail devrait être entre **300 lux** et **800 lux**.

II-2-2-Éclairage uniforme:

Un éclairage uniforme dans toute la zone d'activité propre va éviter aux yeux de devoir sans cesse s'adapter aux variations d'éclairage , et donc de les fatiguer inutilement. Pour ce critère , il faut tenir compte non seulement de l'uniformité d'éclairage en lux , mais aussi de l'uniformité de couleur de cet éclairage , et entre le travail , zone de travail ,et l'environnement immédiat.

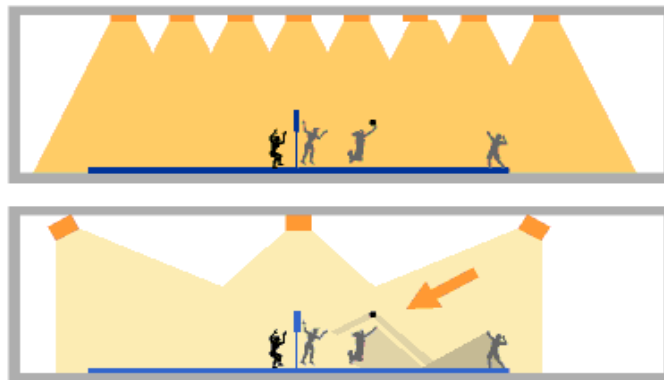


Figure 104: Cas d'uniformité améliorée dans un terrain de volleyball
(source: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10723>)

II-2-3-Absence d'éblouissement :

Il semble évident que l'éblouissement est à éviter , pourtant cette caractéristique est bien souvent négligée , et il est fréquent dans nos maisons de subir cet inconfort . Celui-ci dépend beaucoup du type de luminaire utilisé et de son orientation .Une ampoule nue dans son champ de vision par exemple est particulièrement critique à cet égard. l'éclairage dit "indirect" est généralement bien adapté pour réduire les risques d'éblouissement . D'autres sources potentielles d'éblouissement sont les matériaux utilisés , et les ouvertures sur l'extérieur comme les fenêtres ou portes .

II-2-4-Absence d'ombre :

La présence d'ombre peut être très gênante dans certaines activités , tout particulièrement quand elle se met du "mauvais" côté , pour la lecture , l'écriture ou toute tâche de précision. Évitez donc pour ces situations un éclairage de dos , du mauvais côté de la main , ou trop focalisé.



Figure 105 :Objet avec ou sans ombres selon le type d'éclairage et sa direction
(source: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10475#c16504+c623>)

II-2-5-Absence de réflexion :

On a certainement déjà été incommodé par des réflexions sur notre écran , ces réflexions sont désagréables , et empêchent de voir correctement et précisément , nous forçant souvent à ajuster notre position , voire à nous mettre dans une position inconfortable . Elles doivent donc être évitées autant que possible.

-Un cas concret pour les écoles: ¹

Des problèmes risquent d'apparaître si le tableau est brillant (tableau blanc) et si les luminaires de l'éclairage général présentent une luminance importante , ou si le tableau est brillant et que les luminaires spécifiques au tableau sont trop éloignés de ce dernier .

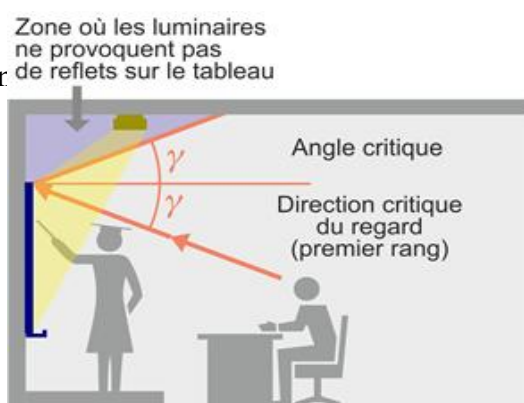


Figure 106: cas de réflexion dans une salle de classe
(source: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10476#c16503+c2470>)

-Un cas concret pour les bureaux:

pour un écran incliné de plus ou moins 15°, le risque de reflet gênant dans l'écran devient important lorsque la luminance , sous un angle d'élévation de plus de 65°, est par exemple supérieure à 1000 cd/m² pour des luminances d'écran inférieures à 200 cd/m².

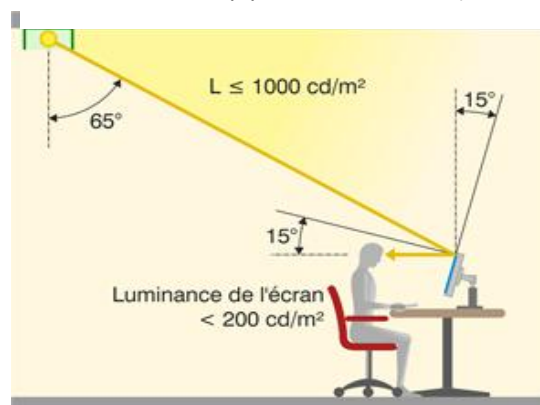


Figure 107 :cas de réflexion dans un bureaux
(source : <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10476#c16503+c2470>)

En plaçant un miroir sur un plan de travail, au niveau d'un tableau ou encore d'un écran d'ordinateur, si un luminaire est visible dans le miroir, il provoquera inmanquable une réflexion dans le champ visuel et donc une situation d'inconfort. Pour remédier à une situation d'inconfort :

-Remplacer complètement les luminaires

¹(Architecture et climat , Université Catholique de Louvain, Département de l'Énergie du Bâtiment Durable; Évaluer la présence de réflexions)(en ligne : <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10476#c16503> , consulté le 10-07-2017)

-Modifier l'emplacement des luminaires ou des postes de travail

-Remplacer uniquement les optiques

II-2-6-Rendu de couleurs :

Ce critère dépend très fortement du type de lampes et de luminaires utilisés , ainsi que des couleurs,des objets,murs,plafonds et sols environnants.

Suivant le type d'éclairage utilisé , l'objet regardé peut sembler avoir des couleurs différentes . En général , le but est d'avoir un rendu de couleur le plus proche possible de celui visible en lumière naturelle. Les teintes chaudes (+/- 3000K) sont généralement recommandées pour l'éclairage de séjours ou lieux de détente... , les teintes froides (+/- 5000 K) quant à elles sont privilégiées pour les éclairages ou les performances visuelles sont élevées , alors que les teintes intermédiaires (+/- 4000 K) concernant plutôt les travaux techniques.



Figure 108 :Lumière froide et lumière chaude
(source: <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10477#c16505+c3472>)

II-3Réglementation de l'éclairage:

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

-D'une manière générale, pour un environnement lumineux adéquat à l'apprentissage, la lumière doit être fournie en quantité suffisante pour aider la perception et améliorer la performance visuelle. Elle doit également être de bonne qualité, ce qui implique l'uniformité, la direction de la lumière et la continuité spectrale. Toutes ces caractéristiques contribuent à l'amélioration de la performance des tâches et du comportement des élèves d'une manière directe ou indirecte sans oublier bien sûr la présence d'une ambiance lumineuse confortable et soignée.¹

¹ Matallah .Z; Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme de Magistère , Étude des effets de l'orientation sur le confort visuel dans les salles de cours avec Éclairage naturel latéral, Cas des salles de classe de l'université de Laghouat , Université Mohamed kheider .Biskra , p 73 ,[En ligne], consulté le 10-07-2017 ,(http://thesis.univ-biskra.dz/2572/1/M%C3%A9moire_25_2016.pdf)

A-2-Partie Pratique :

A-2-1-Présentation du logiciel:¹

Le logiciel 3DS Max (3D Studio Max), développé par Autodesk , est une référence dans le domaine de l'infographie tant au niveau de la modélisation que de l'animation 3D. Depuis 2009, Autodesk propose le logiciel 3ds Max Design , les deux versions partagent la même technologie et les mêmes fonctionnalités clés. 3ds Max est surtout utilisé par les développeurs de jeux et de films d'animations , 3ds Max Design est plus adapté aux architectes , concepteurs , ingénieurs et spécialistes de la visualisation . Cette version intègre de nouvelles fonctionnalités pour la simulation et l'analyse de la lumière naturelle ou de l'éclairage artificiel. La technologie employée dans 3ds Max Design produit non seulement des résultats de simulation comme des images de rendus mais également des données numériques exportables sous forme de fichier CSV et exportable notamment sur Excel. Les résultats de simulation exportés dans Excel sont les valeurs d'éclairement pour chacun des capteurs.

A-2-2-Analyse et interprétation des résultats:

La simulation numérique :

a- Les données de la simulation :

-Localisation du projet : Médéa (Ouzera)

-Coordonnées géographiques Ouzera : Latitude : **36.25** , Longitude : **2.85°**

-La superficie de la salle de classe : **60 m²**

-L'orientation : **Nord-Sud**

-Nature et couleurs de revêtements muraux intérieurs : peinture blanche , degré de réflexion **0 %** , brillance et réflexion plastique **0 %**

-Type de vitrage : double vitrage (avec un vitrage réfléchissant)

-La date et l'heure : * Le **21 Mars** à 08H00 , à 13H00 et à 16H00

*Le **21 Juin** à 08H00 , à 13H00 et à 16H00

*Le **21 Décembre** à 08H00 , à 13H00 et à 16H00

-Le type de ciel : **ciel couvert**

¹ Cours 3ds Max , Modélisation et simulation de l'éclairage naturel au moyen de 3DS Max Design , [En ligne] , consulté le 13-07-2017 , (<https://www.cours-gratuit.com/cours-3ds-max/modelisation-et-simulation-de-l-eclairage-naturel-au-moyen-de-3ds-max-design>)

b- Présentation de cas d'étude :

Dans notre cas d'étude y a deux salles de classe à simuler , le **1er cas** c'est le cas le plus **défavorable** « **salle de classe semi-enterrée**», et le **2 ème cas** c'est un cas **favorable** « **salle de classe à l'étage**». pour chaque cas on a plusieurs indicateurs à étudier (la taille des ouvertures , le type de vitrage , l'espacement entre les brises soleils ...).

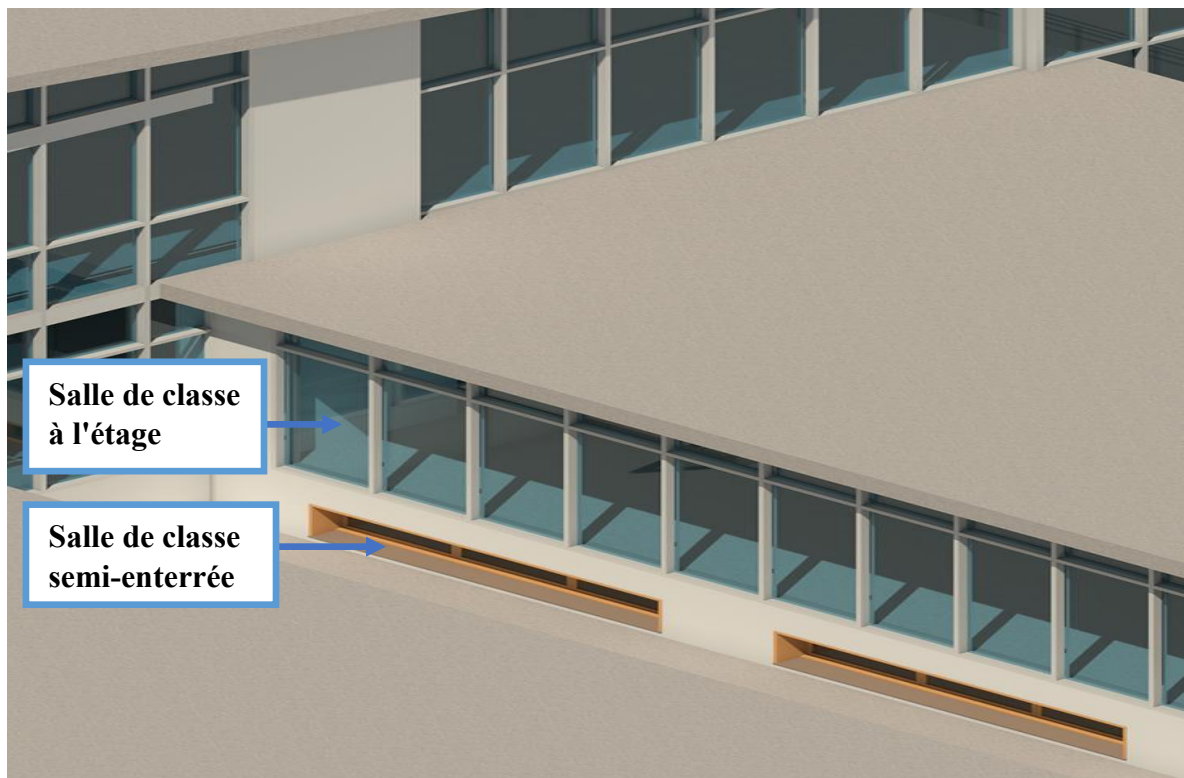


Figure 109: les deux salles de classe à simuler (source: auteur)

c-Méthodologie du travail:

-Notre choix des indicateurs s'est porté sur : les dimensions des ouvertures , le type de vitrage , et l'espacement entre les brises soleils ...car la pénétration de la lumière dans un bâtiment produit des effets de lumière très différents en fonction de ces indicateurs ,et aussi parce qu'ils jouent un rôle majeur dans le confort visuel et l'équilibre thermique des bâtiments.

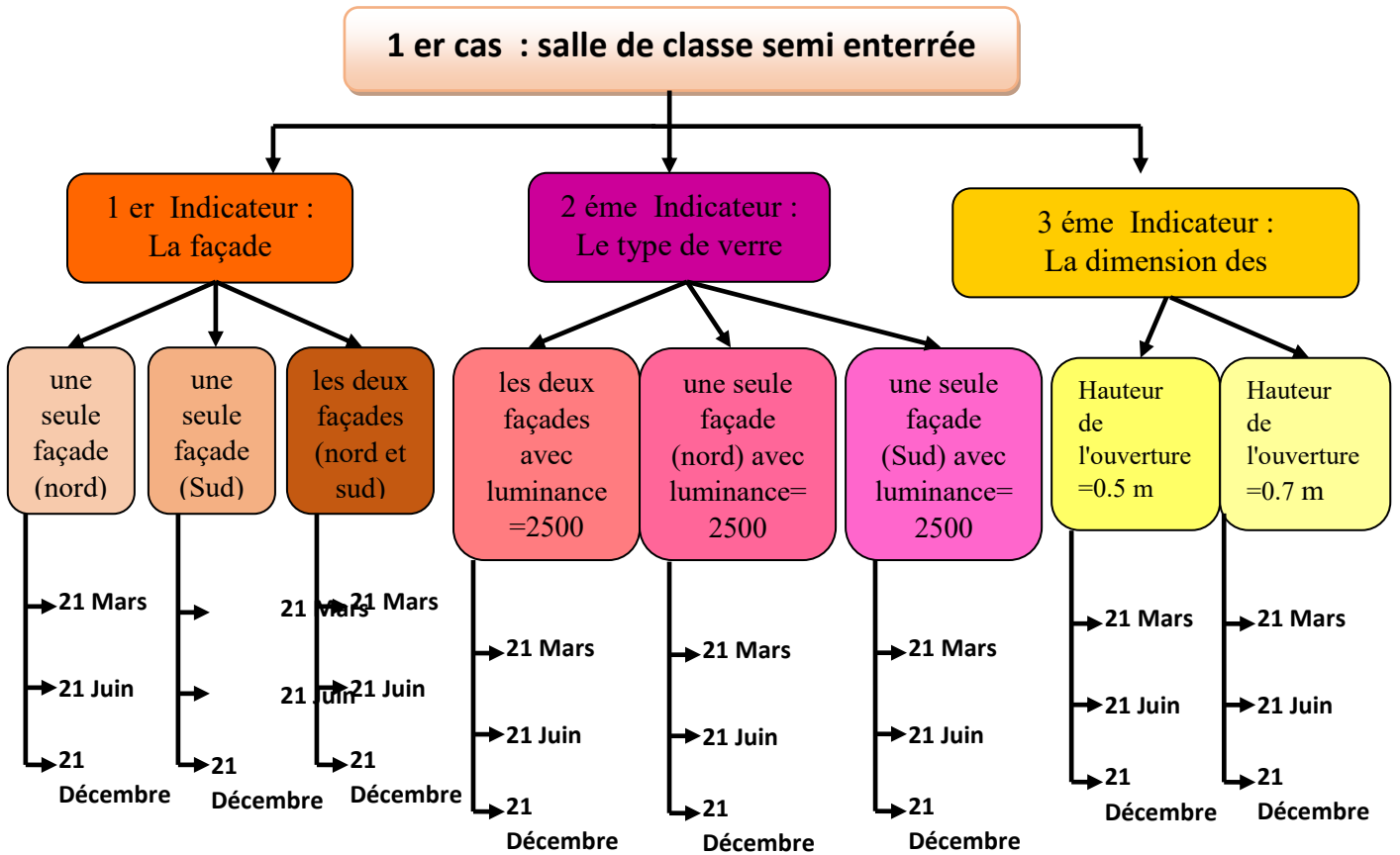


Figure 110: Le cas d'une salle de classe semi-enterrée (source: auteur)

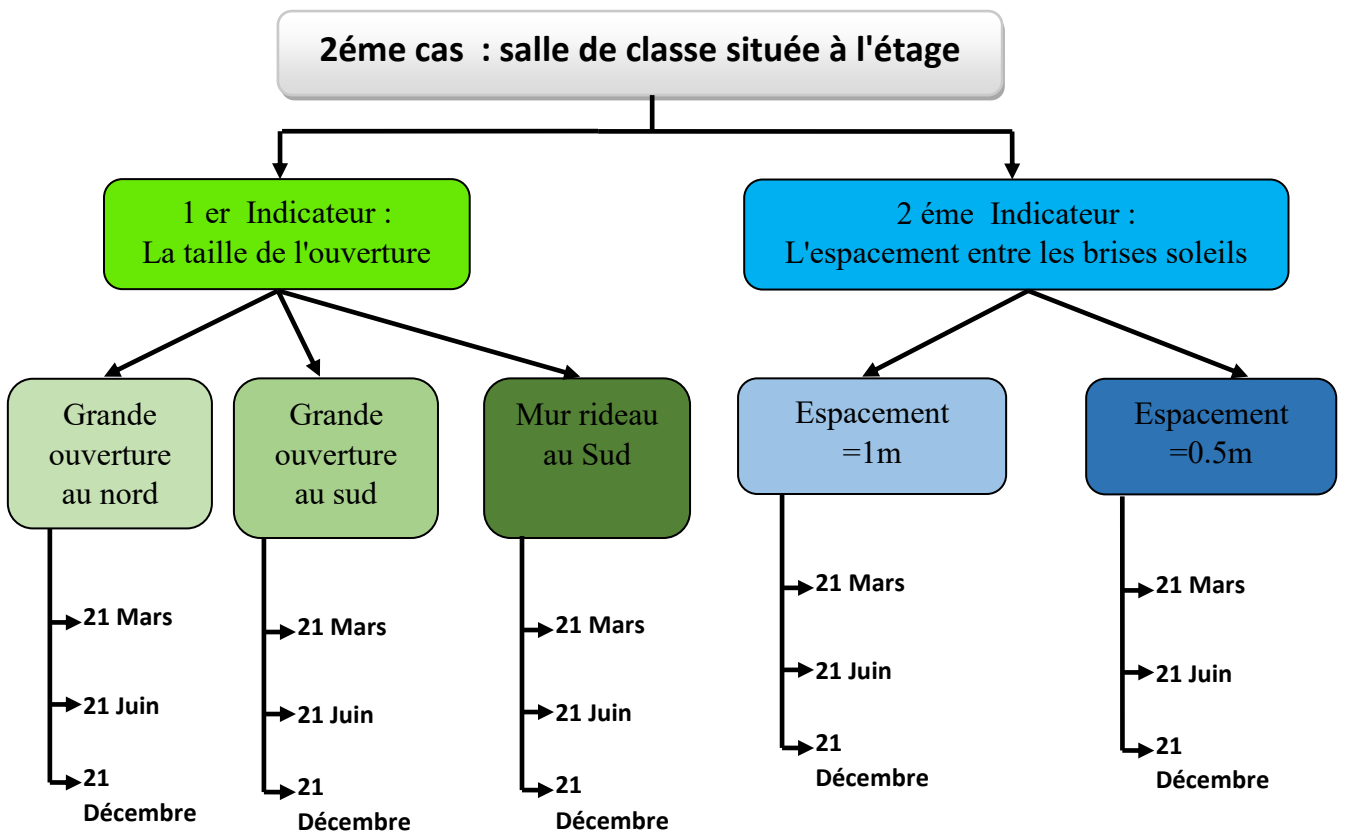
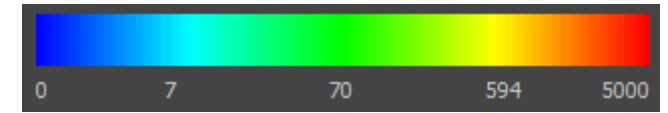
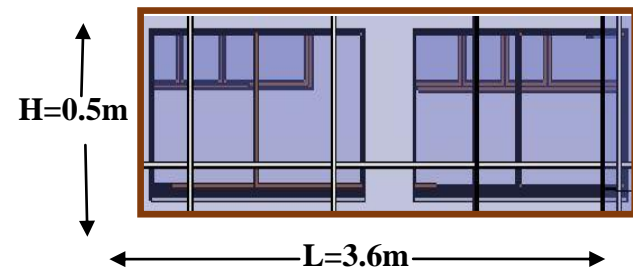


Figure 111: Le cas d'une salle de classe située à l'étage (source: auteur)

1 er cas : salle de classe semi enterrée

1 er Indicateur : La façade

1ère variable une seule façade: nord (mur rideau)



Le 21 Mars

à 8H00 à 13H00 à 16H00

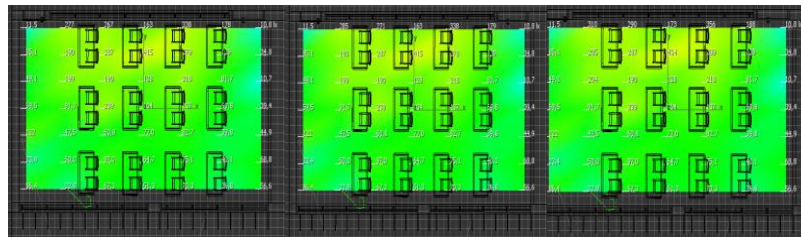
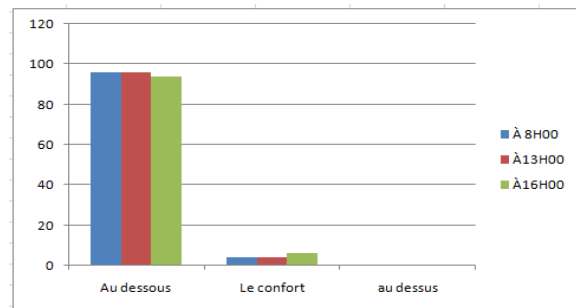


Figure 112: Variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (1) le 21mars) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	95.91%	4.08%	0%
À 13H00	95.91%	4.08%	0%
À 16H00	93.87%	6.12%	0%

Tableau 4:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (1) le 21mars) (source: auteur)



Équation 1: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur1 (1) le 21mars) (source: auteur)

Le 21 Juin

à 8H00 à 13H00 à 16H00

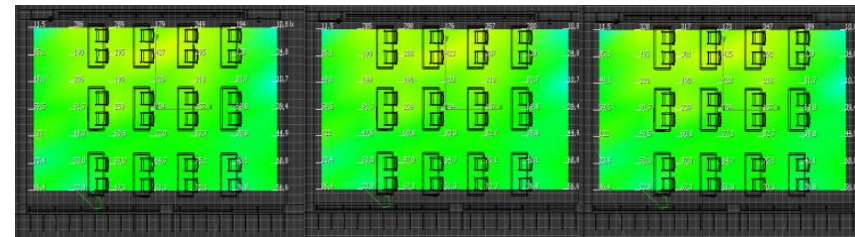
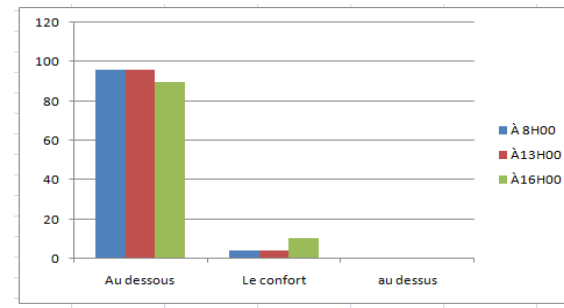


Figure 113: Variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (1) le 21juin) (source: auteur)

Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	95.91%	4.08%	0%
À 13H00	95.91%	4.08%	0%
À 16H00	89.79%	10.2%	0%

Tableau 5:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (1) le 21juin) (source: auteur)



Équation 2: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (1) le 21Juin) (source: auteur)

Le 21 Décembre

à 8H00 à 13H00 à 16H00

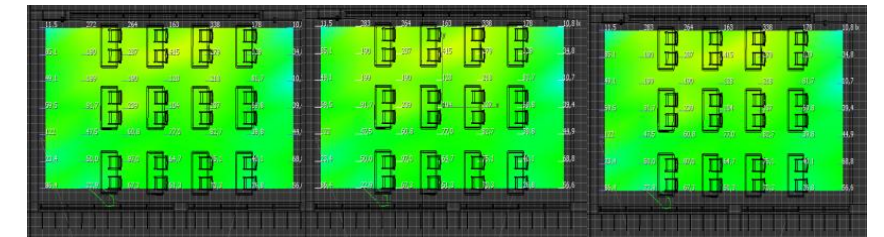
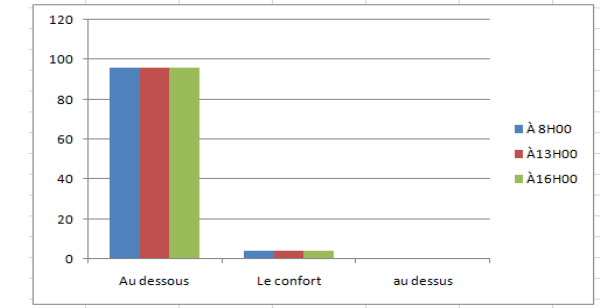


Figure 114: Variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (1) le 21décembre) (source: auteur)

Le 21 décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	95.91%	4.08%	0%
À 13H00	95.91%	4.08%	0%
À 16H00	95.91%	4.08%	0%

Tableau 6:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (1) le 21décembre) (source: auteur)



Équation 3: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (1) le 21décembre) (source: auteur)

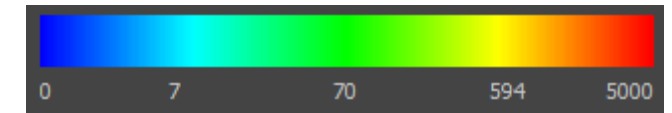
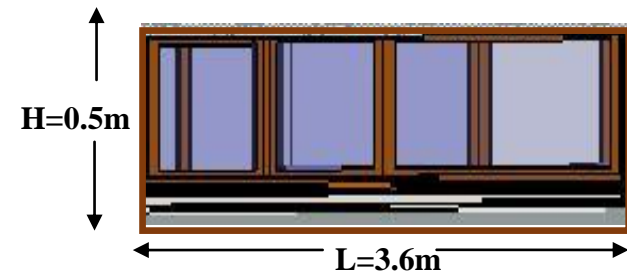
-Pour ce cas on a obtenu les résultats suivantes: une valeur maximale de dessous du confort (**95.91%**),une valeur minimale du confort (**4.08%**), un éclairement insuffisant pendant toute la journée du mois de **mars** et **juin**, comme le montre les deux graphiques ci dessus .

-Les mêmes résultats obtenu pour le mois de **décembre** ,ce qui résulte que pendant toute l'année ,on aura un taux d'éclairage qui est faible (en dessous du confort) donc une **situation d'inconfort**.

1 er cas : salle de classe semi enterrée

1 er Indicateur : La façade

2 éme variable une seule façade: Sud (ouvertures)



Le 21 Mars

à 8H00 à 13H00 à 16H00

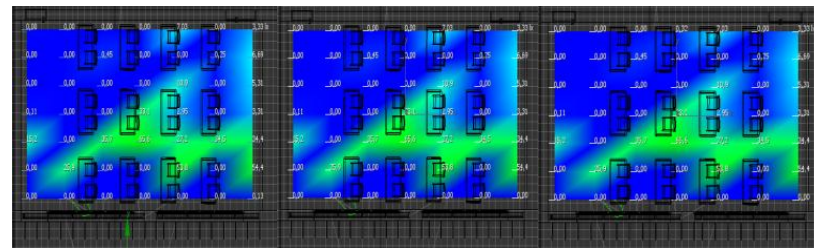
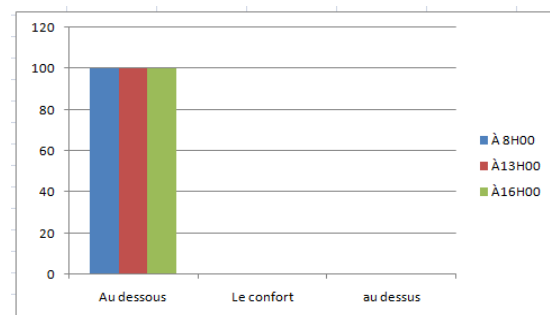


Figure 115: Variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (2) le 21mars) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	100%	0%	0%
À 13H00	100%	0%	0%
À 16H00	100%	0%	0%

Tableau 7:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (2) le 21mars) (source: auteur)



Équation 4: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (2) le 21mars) (source: auteur)

Le 21 Juin

à 8H00 à 13H00 à 16H00

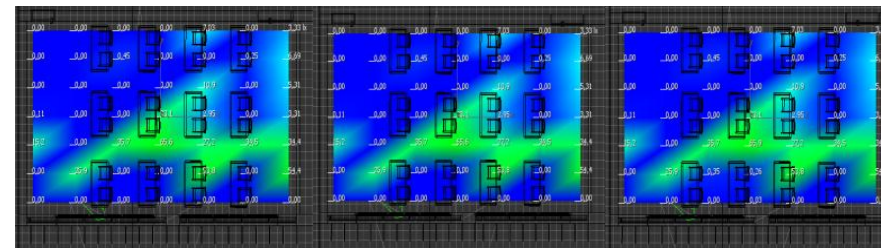
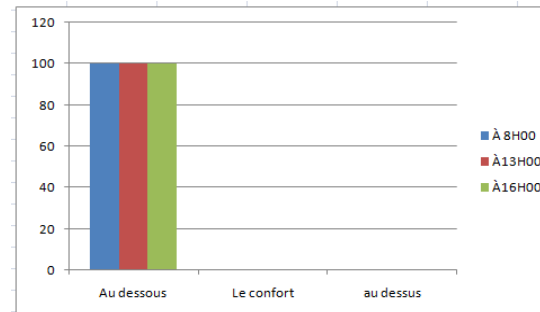


Figure 116: Variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (2) le 21juin) (source: auteur)

Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	100%	0%	0%
À 13H00	100%	0%	0%
À 16H00	100%	0%	0%

Tableau 8:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (2) le 21juin) (source: auteur)



Équation 5: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (2) le 21juin) (source: auteur)

Le 21 Décembre

à 8H00 à 13H00 à 16H00

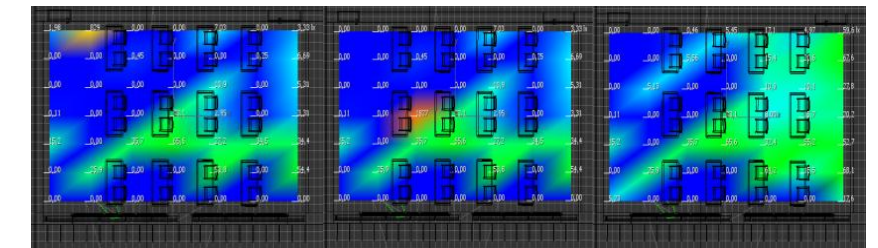
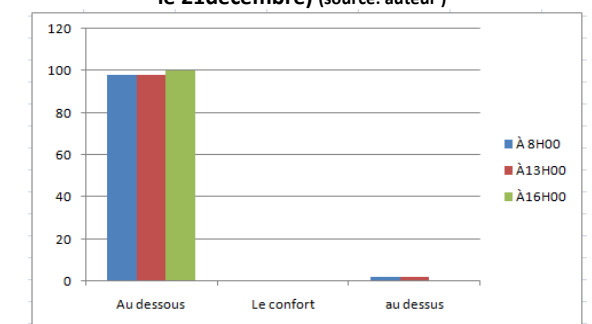


Figure 117: Variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (2) le 21décembre) (source: auteur)

Le 21 Décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	97.95%	0%	2.04%
À 13H00	97.95%	0%	2.04%
À 16H00	100%	0%	0%

Tableau 9:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (2) le 21décembre) (source: auteur)



Équation 6: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (2) le 21décembre) (source: auteur)

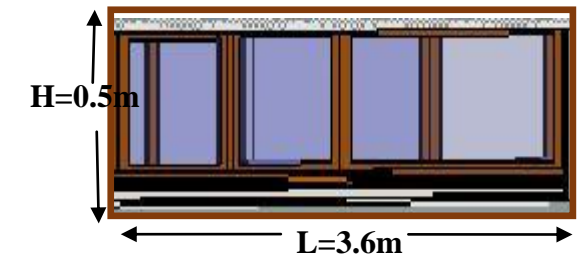
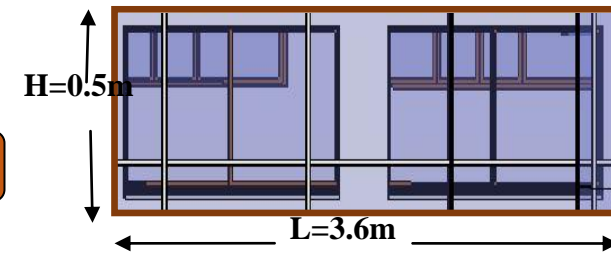
- Dans ce cas , on remarque que les niveaux d'éclairements atteignent leur valeur maximale en dessous du confort (**100%**), avec l'absence du confort pendant les trois moments de la journée du mois **mars et juin**.

-Pour la journée du mois de **décembre** ,on observe une valeur maximale de dessous du confort arrive jusqu'à (**100%**) , avec l'absence du confort .

1 er cas : salle de classe semi enterrée

1 er Indicateur : La façade

3 ème variable les deux façades nord(mur rideau) et sud (ouvertures)



Le 21 Mars

Le 21 Juin

Le 21 Décembre

à 8H00 à 13H00 à 16H00

à 8H00 à 13H00 à 16H00

à 8H00 à 13H00 à 16H00

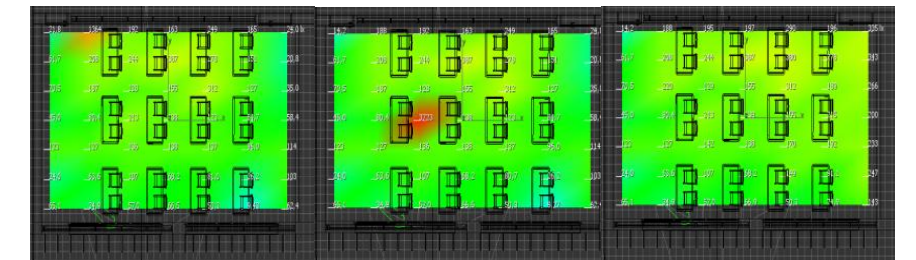
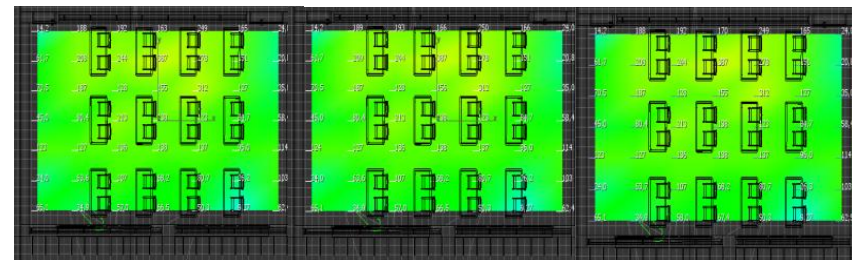
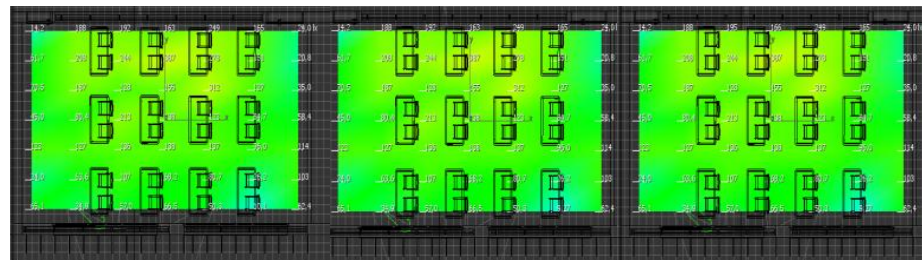


Figure 118: Variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (3) le 21mars) (source: auteur)

Figure 119: Variations des éclairements (cas1 indicateur 1 (3) le 21juin) (source: auteur)

Figure 120: Variations des éclairements (cas1 indicateur1 (3) le 21décembre) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	95.91%	4.08%	0%
À 13H00	95.91%	4.08%	0%
À 16H00	95.91%	4.08%	0%

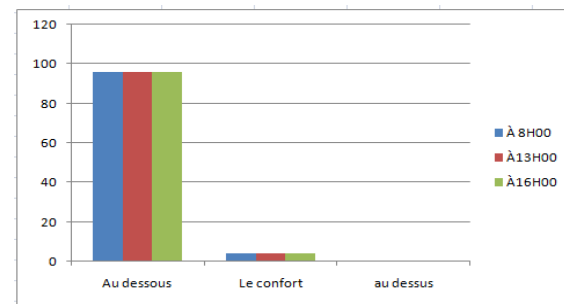
Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	95.91%	4.08%	0%
À 13H00	95.91%	4.08%	0%
À 16H00	95.91%	4.08%	0%

Le 21 Décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	93.87%	4.08%	2.04%
À 13H00	93.87%	4.08%	2.04%
À 16H00	93.87%	6.12%	0%

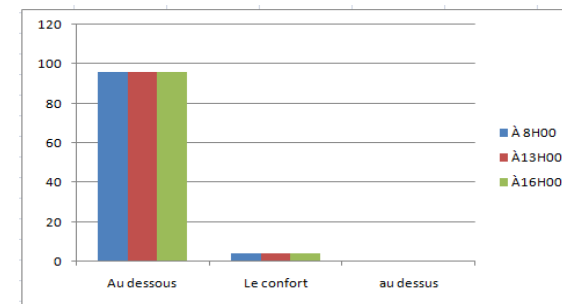
Tableau 10:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (3) le 21Mars) (source: auteur)

Tableau 11:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 1 (3) le 21juin) (source: auteur)

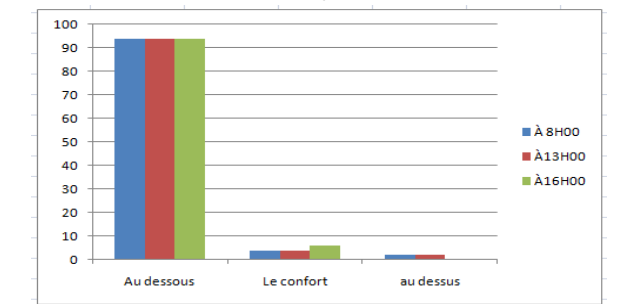
Tableau 12:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur1 (3) le 21décembre) (source: auteur)



Équation 7: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 1 (3) le 21mars) (source: auteur)



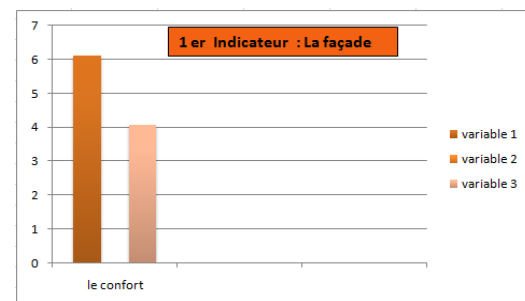
Équation 8: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur1 (3) le 21Juin) (source: auteur)



Équation 9: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur1 (3) le 21décembre) (source: auteur)

- On remarque que les niveaux d'éclairements atteignent leur valeur maximale en dessous du confort (95.91%) , avec un pourcentage du confort qui est très faible (4.08%) ,donc une situation d'inconfort au mois de **Mars** et **Juin** pendant toute la journée, comme le montre les deux graphiques ci dessus.

-on remarque toujours un pourcentage de dessous du confort qui est très élevé, avec un pourcentage du confort qui est très faible pendant les trois moment de la journée du mois de **décembre**.



Synthèse :

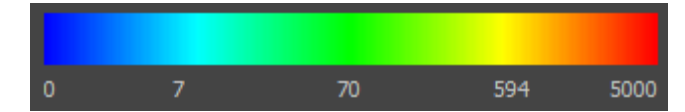
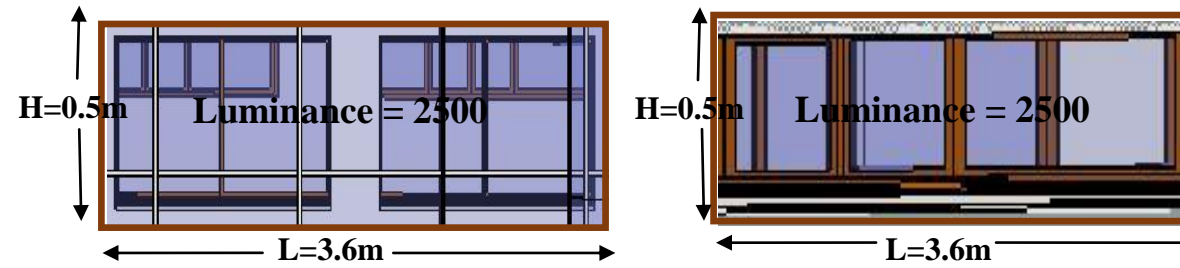
Pour cet indicateur on a obtenu plus de confort dans la 1 ère variable (mur rideau au nord).

Équation 10 : Synthèse du 1 er indicateur (1 er cas) (source : auteur)

1 er cas : salle de classe semi enterrée

2 éme Indicateur : Le type de verre

1 ère variable: les deux façades Nord et Sud avec luminance de verre =2500



Le 21 Mars

Le 21 Juin

Le 21 Décembre

à 8H00 à 13H00 à 16H00

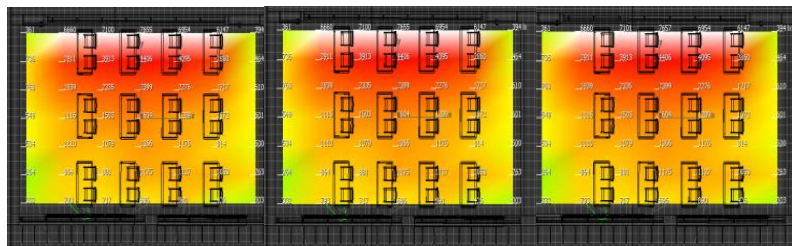
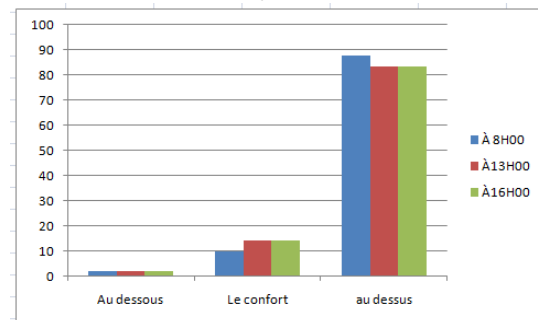


Figure 121: Variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (1) le 21mars) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	2.04%	10.2%	87.75%
À 13H00	2.04%	14.28%	83.67%
À 16H00	2.04%	14.28%	83.67%

Tableau 12:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 2 (1) le 21mars) (source: auteur)



Équation 11: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (1) le 21mars) (source: auteur)

à 8H00 à 13H00 à 16H00

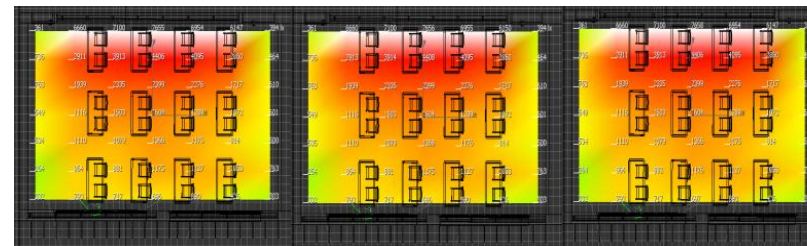
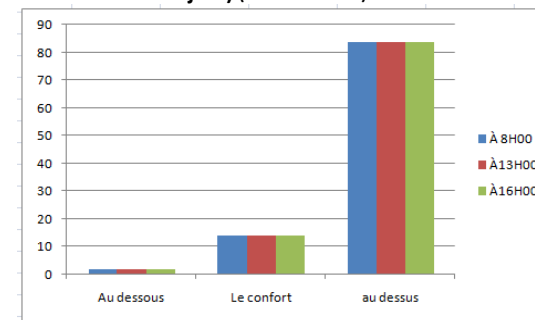


Figure 122: Variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (1) le 21juin) (source: auteur)

Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	2.04%	14.28%	83.67%
À 13H00	2.04%	14.28%	83.67%
À 16H00	2.04%	14.28%	83.67%

Tableau 13:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (1) le 21juin) (source: auteur)



Équation 12: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (1) le 21Juin) (source: auteur)

à 8H00 à 13H00 à 16H00

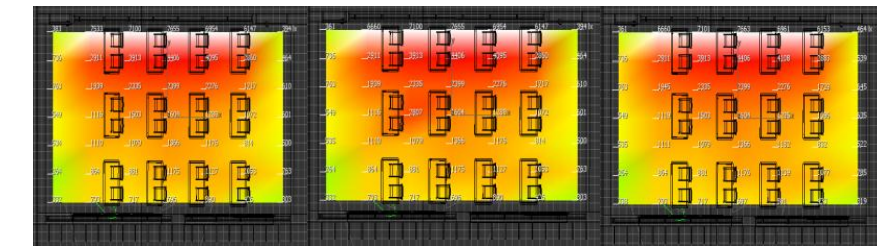
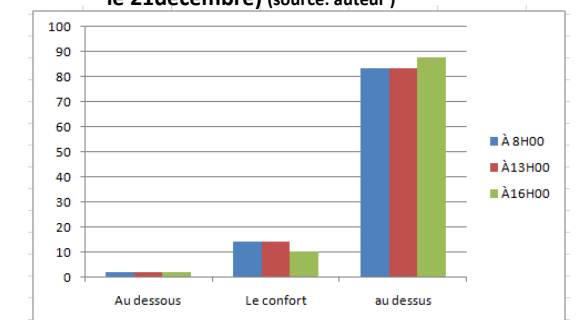


Figure 123: Variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (1) le 21décembre) (source: auteur)

Le 21 Décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	2.04%	14.28%	83.67%
À 13H00	2.04%	14.28 %	83.67%
À 16H00	2.04%	10.28%	87.75%

Tableau 14:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 2 (1) le 21décembre) (source: auteur)



Équation 13: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2(1) le 21décembre) (source: auteur)

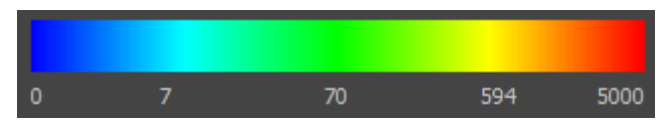
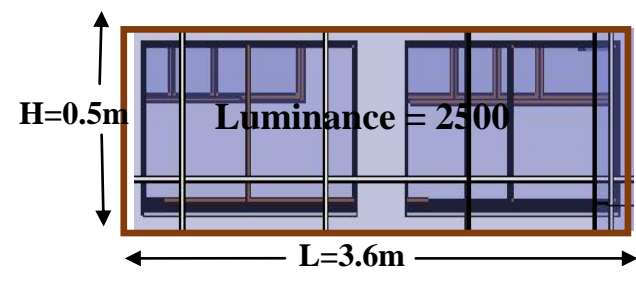
- D'après les résultats obtenus , on constate que le pourcentage du confort est faible avec une valeur moyenne de **(14.28%)** pendant toute la journée du mois de **Mars** et **Juin** , aussi la présence d'éblouissement avec un pourcentage élevé **(83.67%)** comme le montre les deux graphiques ci dessus.

-Pour les trois moments de la journées du mois de **décembre** , on remarque la présence d'éblouissement avec un pourcentage qui est très élevé , et le confort avec un pourcentage faible comme le montre l'histogramme à droite .

1 er cas : salle de classe semi enterrée

2 éme Indicateur : Le type de verre

2 éme variable :une seule façade (nord) avec luminance de verre =2500



Le 21 Mars

Le 21 Juin

Le 21 Décembre

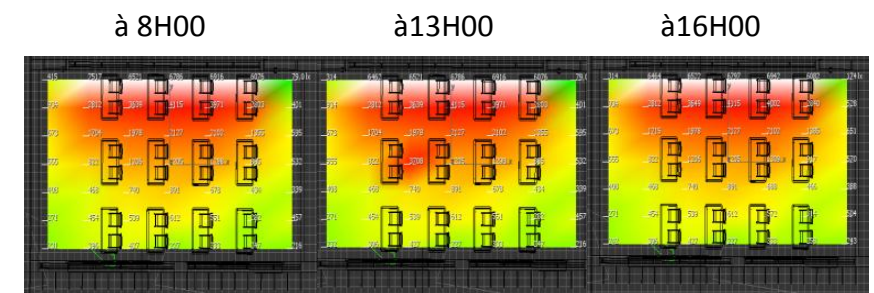
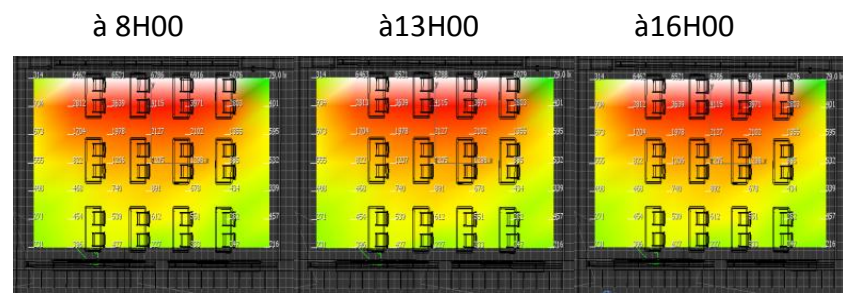
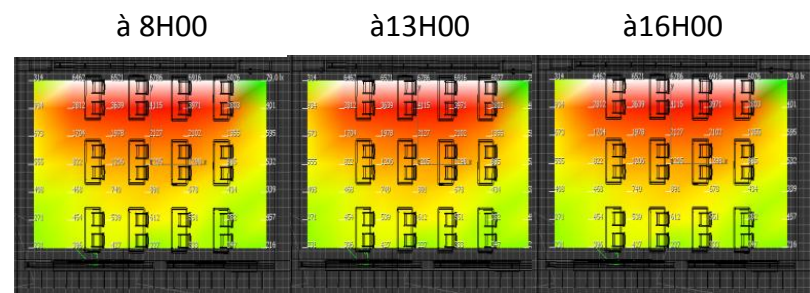


Figure 124: Variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (2) le 21 mars) (source: auteur)

Figure 125: Variations des éclairements (cas1 indicateur2 (2) le 21 juin) (source: auteur)

Figure 126: Variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (2) le 21 décembre) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	12.24%	24.48%	63.26%
À 13H00	14.28%	22.44%	63.26%
À 16H00	14.28%	22.44%	63.26%

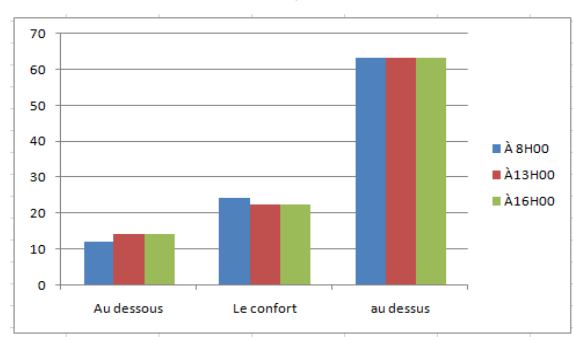
Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	14.28%	22.44%	63.26%
À 13H00	14.28%	22.44%	63.26%
À 16H00	14.28%	22.44%	63.26%

Le 21 Décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	14.28%	22.44%	63.26%
À 13H00	14.28%	22.44 %	63.26%
À 16H00	12.24%	20.4%	67.34%

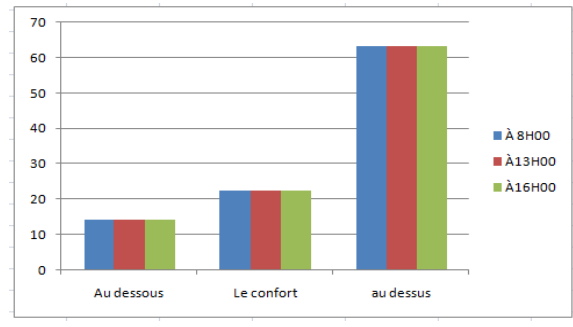
Tableau 16:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (2) le 21mars) (source: auteur)

Tableau 17:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 2 (2) le 21juin) (source: auteur)

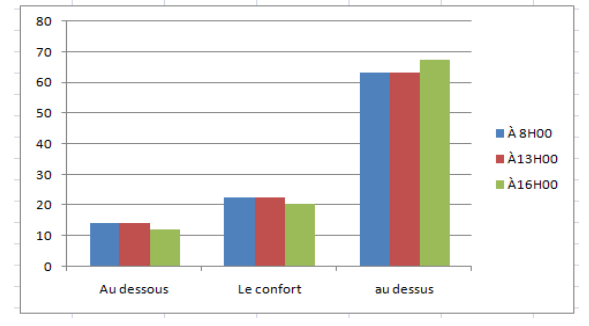
Tableau 18:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (2) le 21 décembre) (source: auteur)



Équation 14: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (2) le 21mars) (source: auteur)



Équation 15: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (2) le 21Juin) (source: auteur)



Équation 16: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2(2) le 21décembre) (source: auteur)

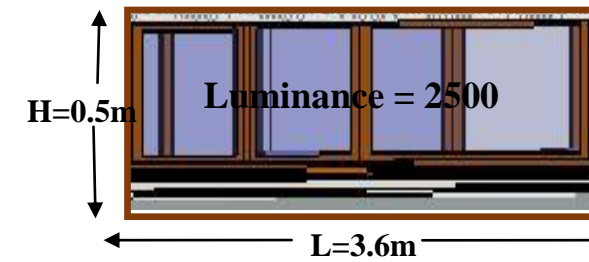
-Dans ce cas, on constate une petite augmentation au niveau du confort , une diminution au niveau d'éblouissement, mais il reste toujours avec un pourcentage élevé (**63.26%**) pendant les trois moments de la journée du mois de **mars** et **juin**, comme le montre les deux graphiques ci dessus.

-Les mêmes résultats obtenus pour les trois moments de la journée du mois de **décembre** , ce qui résulte **une situation d'inconfort** pendant toute l'année .

1 er cas : salle de classe semi enterrée

2 ème Indicateur : Le type de verre

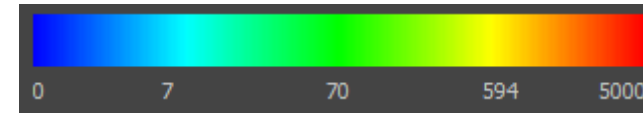
3 ème variable : une seule façade (Sud) avec luminance de verre=2500



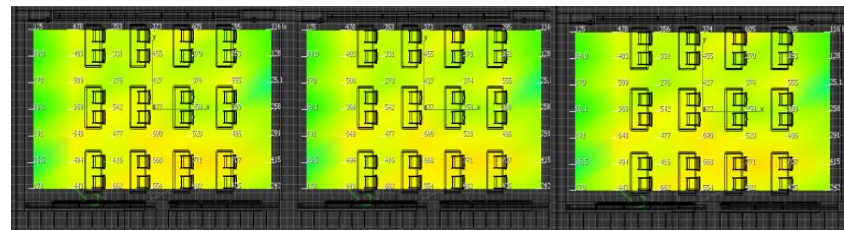
Le 21 Mars

Le 21 Juin

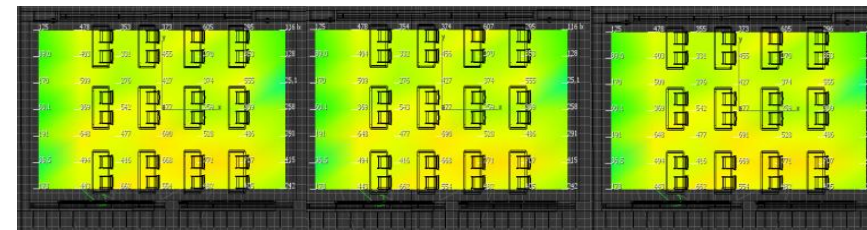
Le 21 Décembre



à 8H00 à 13H00 à 16H00



à 8H00 à 13H00 à 16H00



à 8H00 à 13H00 à 16H00

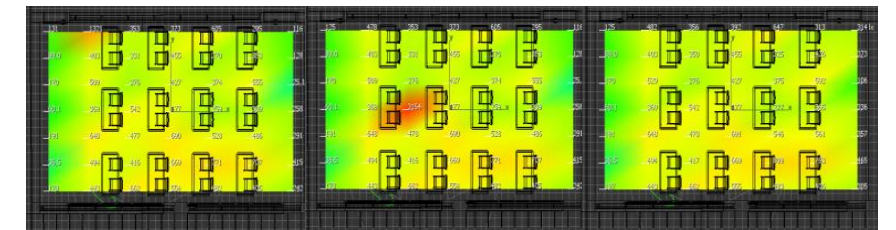


Figure 127: Variations des éclairements (cas1 indicateur2 (3) le 21 mars) (source: auteur)

Figure 128: Variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (3) le 21 juin) (source: auteur)

Figure 129: Variations des éclairements (cas1 indicateur 2 (3) le 21 décembre) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	34.69%	40.81%	24.48%
À 13H00	34.69%	40.81%	24.48%
À 16H00	34.69%	40.81%	24.48%

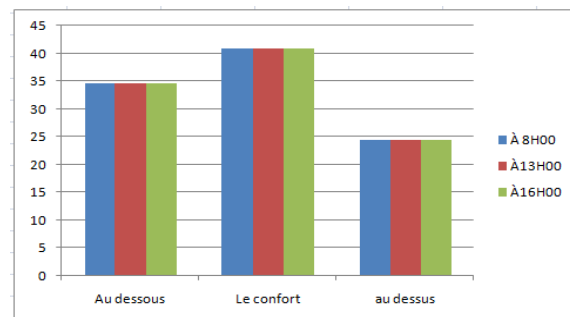
Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	34.69%	40.81%	24.48%
À 13H00	34.69%	40.81%	24.48%
À 16H00	34.69%	40.81%	24.48%

Le 21 décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	34.69%	38.77%	26.53%
À 13H00	34.69%	40.81%	24.48%
À 16H00	20.4%	55.1%	24.48%

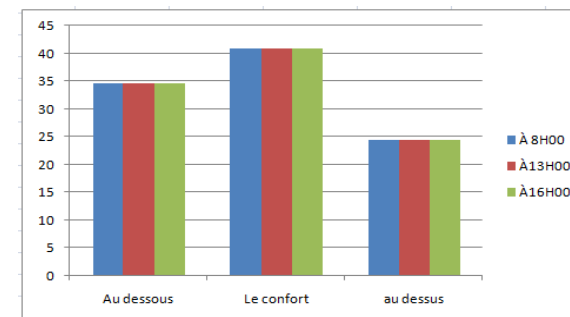
Tableau 19:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (3) le 21 mars) (source: auteur)

Tableau 20:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur2 (3) le 21 juin) (source: auteur)

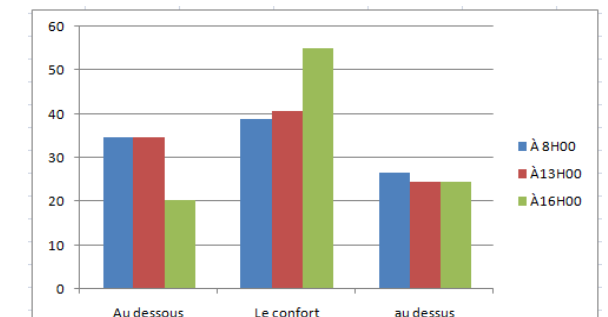
Tableau 21:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 2 (3) le 21 décembre) (source: auteur)



Équation 17: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (3) le 21mars) (source: auteur)



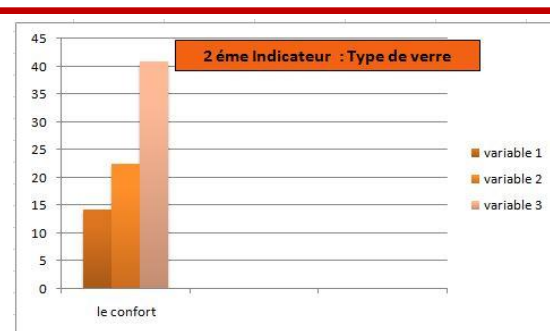
Équation 18: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2 (3) le 21Juin) (source: auteur)



Équation 19: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 2(3) le 21décembre) (source: auteur)

- on a obtenu au mois de **mars** et **juin** un pourcentage de confort qui est moyen (satisfaisant) (**40.81%**) pendant les trois moments de la journée , avec un pourcentage de dessous du confort (**34,69%**) .

-Pour le moi de **décembre** , on remarque que le confort s'est élevé jusqu'à (**55.1%**) , et le dessous du confort s'est diminué jusqu'à (**20,4%**) pendant le dernier moment de la journée (à 16H00).



Synthèse :

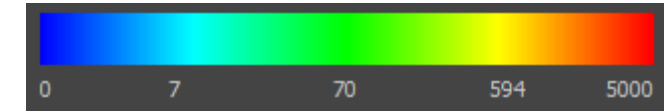
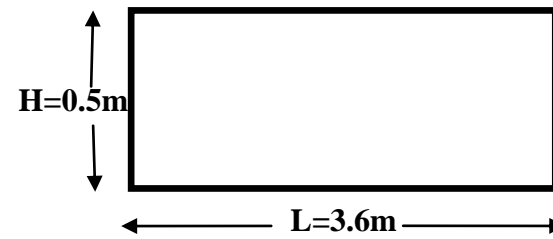
Pour cet indicateur on a obtenu plus de confort dans la 3 ème variable (Façade Sud avec une luminance de verre = 2500).

Équation 20 : Synthèse du 2 ème indicateur (1 er cas) (source : auteur)

1 er cas : salle de classe semi enterrée

3 ème Indicateur : La dimension des ouvertures au Sud

1 ère variable :Hauteur de l'ouverture=0.5 m

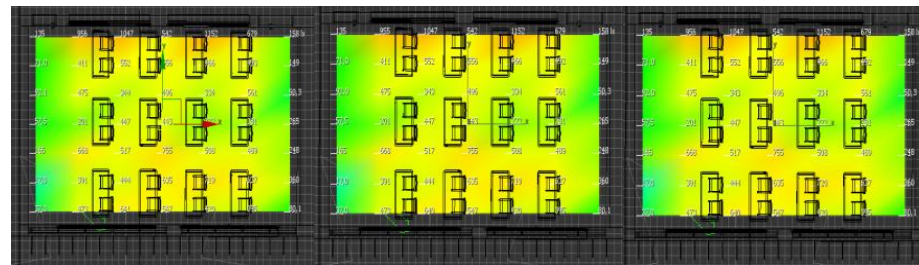


Le 21 Mars

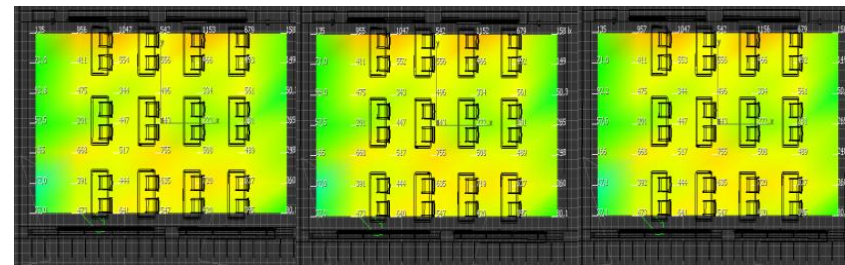
Le 21 Juin

Le 21 Décembre

à 8H00 à 13H00 à 16H00



à 8H00 à 13H00 à 16H00



à 8H00 à 13H00 à 16H00

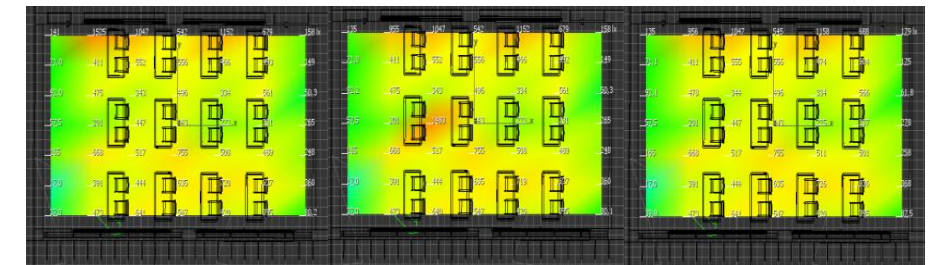


Figure130:Variations des éclairements (cas1 indicateur3 (1) le 21mars) (source: auteur)

Figure 131:Variations des éclairements (cas1 indicateur3 (1) le 21juin) (source: auteur)

Figure 132: Variations des éclairements (cas1 indicateur3 (1) le 21décembre) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	34.69%	32.65%	32.65%
À 13H00	34.69%	30.61%	34.69%
À 16H00	34.69%	30.61%	34.69%

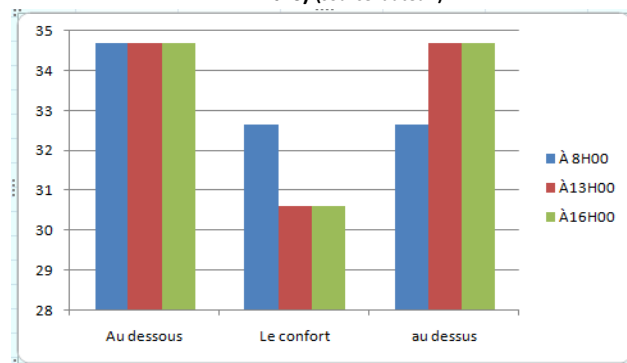
Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	34.69%	30.61%	34.69%
À 13H00	34.69%	30.61%	34.69%
À 16H00	34.69%	30.61%	34.69%

Le 21 Décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	34.69%	30.61%	34.69%
À 13H00	34.69%	28.57%	36.73%
À 16H00	34.69%	26.53 %	38.77%

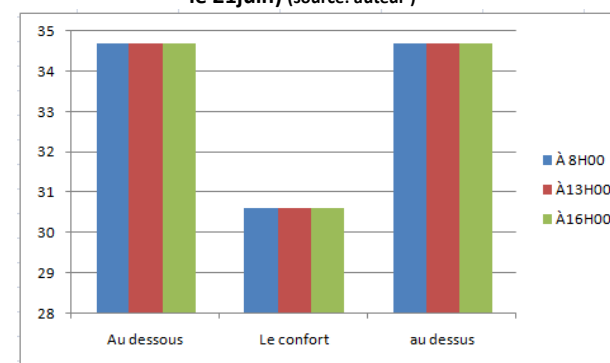
Tableau22:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (1) le 21mars) (source: auteur)

Tableau23:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (1) le 21juin) (source: auteur)

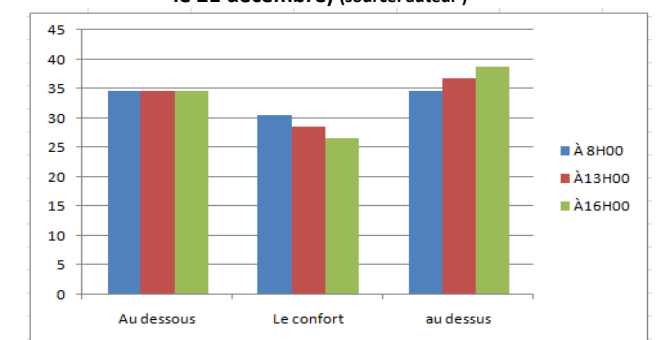
Tableau 24:Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur 3 (1) le 21 décembre) (source: auteur)



Équation 21: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (1) le 21mars) (source: auteur)



Équation 22 : Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (1) le 21juin) (source: auteur)



Équation 23: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur 3 (1) le 21 décembre) (source: auteur)

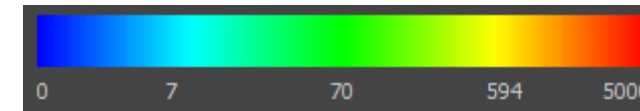
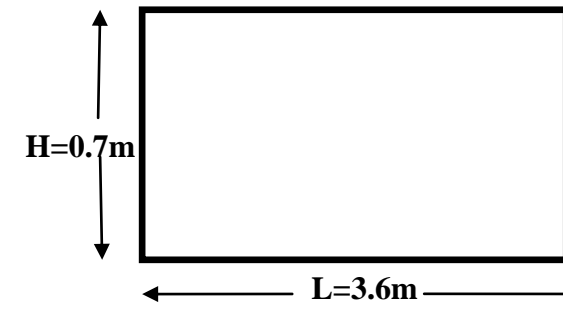
-On remarque que les niveaux d'éclairements atteignent leur valeur maximale en dessous du confort ,avec un pourcentage moyen de confort (30.61%) au différent moment de la journée , avec un éblouissement très élevé au mois de **Mars** et **Juin** pendant toute la journée comme le montre les deux graphiques ci dessus.

-On remarque que le **confort** est diminué en mois de décembre ,avec un dessous du confort qui est resté constant (34.69%), par contre l'**éblouissement** est augmenté au deux moments de la journée (à 13h et à 16h).

1 er cas : salle de classe semi enterrée

3 ème Indicateur : La dimension des ouvertures au Sud

2 ème variable: Hauteur de l'ouverture=0.7 m



Le 21 Mars

Le 21 Juin

Le 21 Décembre

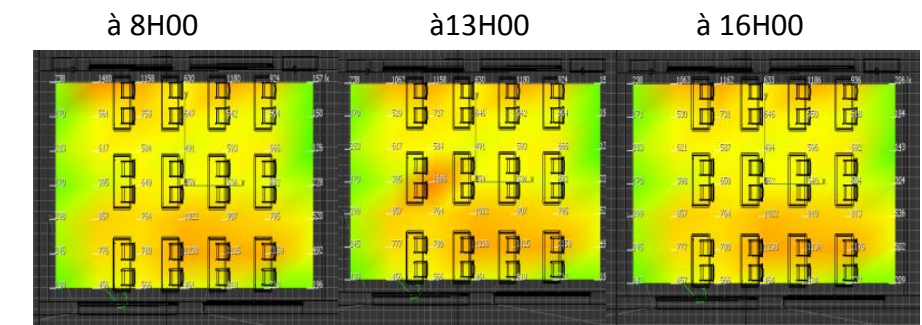
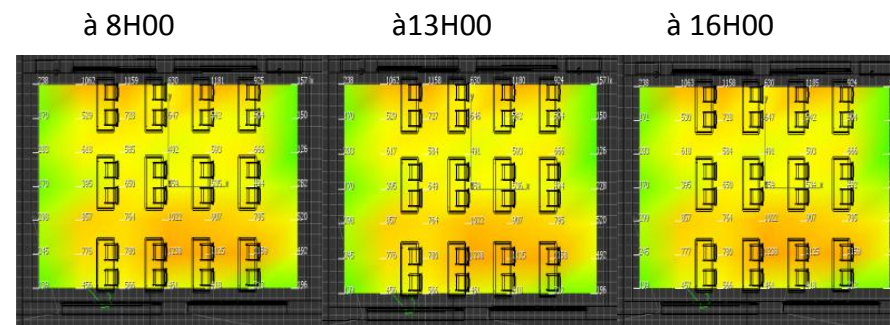
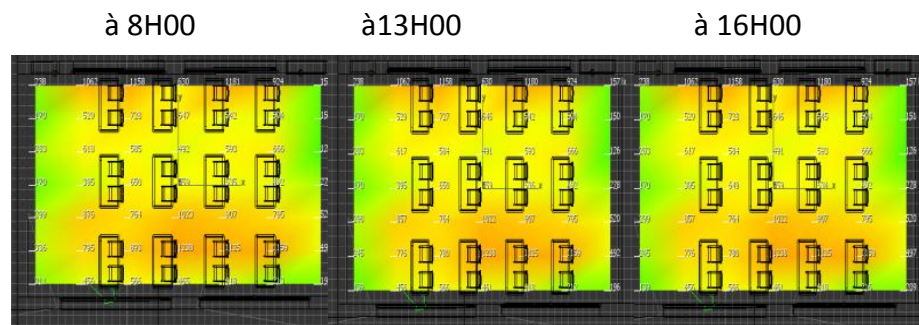


Figure133: Variations des éclairements (cas1 indicateur3 (2) le 21mars) (source: auteur)

Figure 134: Variations des éclairements (cas1 indicateur3 (2) le 21juin) (source: auteur)

Figure 135: Variations des éclairements (cas1 indicateur3 (2) le 21décembre) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	24.48%	16.32%	59.18%
À 13H00	26.53%	14.28%	59.18%
À 16H00	26.53%	14.28%	59.18%

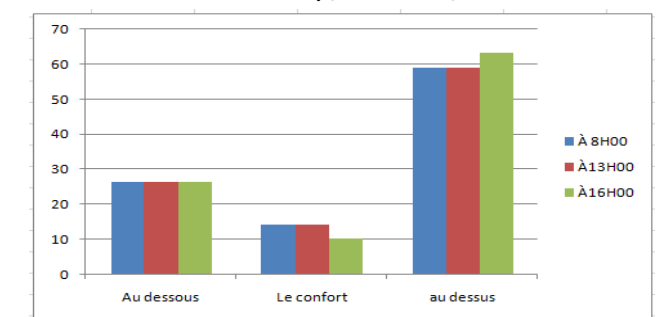
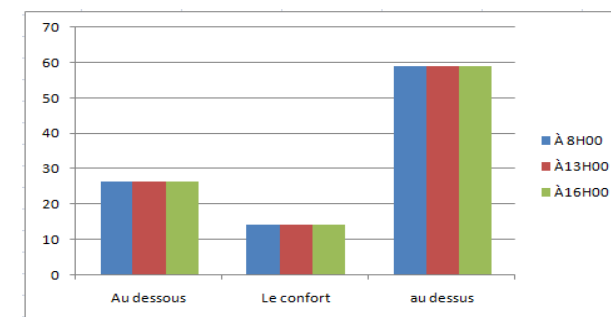
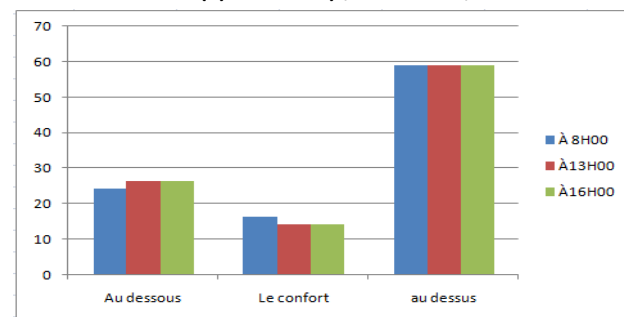
Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	26.53%	14.28%	59.18%
À 13H00	26.53%	14.28%	59.18%
À 16H00	26.53%	14.28%	59.18%

Le 21 Décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	26.53%	14.28%	59.18%
À 13H00	26.53%	14.28%	59.18%
À 16H00	26.53%	10.2%	63.26%

Tableau25: Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (2) le 21mars) (source: auteur)

Tableau26: Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (2) le 21juin) (source: auteur)

Tableau 27: Récapitulatif des résultats obtenus (cas1 indicateur3 (2) le 21décembre) (source: auteur)



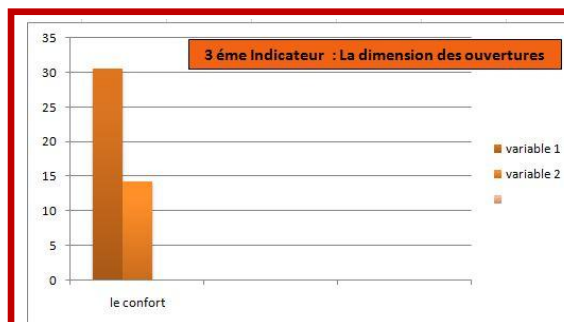
Équation 24: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (2) le 21mars) (source: auteur)

Équation 25: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (2) le 21juin) (source: auteur)

Équation 26: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas1 indicateur3 (2) le 21décembre) (source: auteur)

-D'après les résultats obtenus , on constate que le pourcentage du confort est faible avec une valeur moyenne de **(14.28%)** pendant toute la journée au mois de **Mars** et **Juin** , avec un pourcentage d'éblouissement qui est très élevé (**59.18%**) comme le montre les deux graphiques ci dessus.

-Le confort est diminué au dernier moment de la journée du mois de décembre ,par contre l'éblouissement est augmenté jusqu'à **63.26%**.



Synthèse :

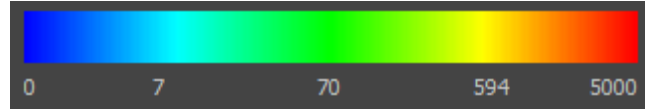
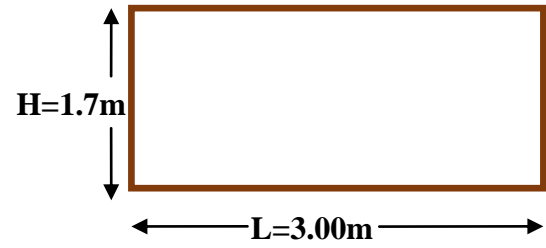
Pour cet indicateur on a obtenu plus de confort dans la 1 ère variable (la hauteur de l'ouverture = 0.5m).

Équation 27 : Synthèse du 3 ème indicateur (1 er cas) (source : auteur)

2ème cas : salle de classe située à l'étage

1^{er} Indicateur : La taille de l'ouverture

1^{ère} variable : Grande ouverture au nord



Le 21 Mars

Le 21 Juin

Le 21 Décembre

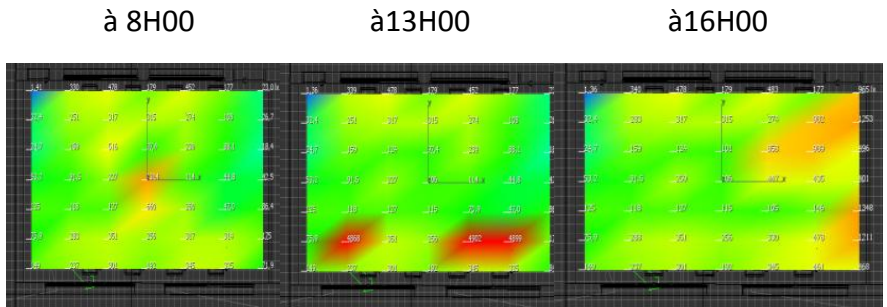
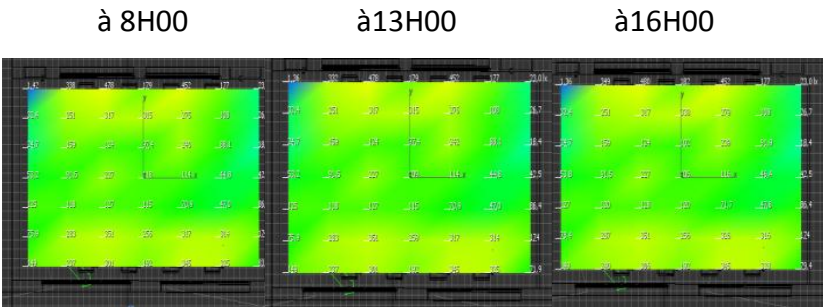
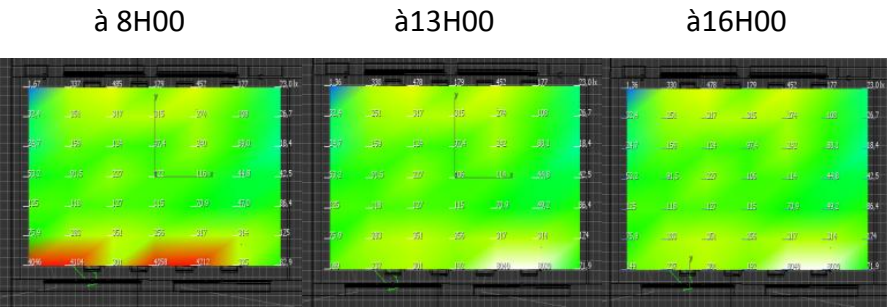


Figure 136: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 1 (1) le 21 Mars) (source: auteur)

Figure 137: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 1 (1) le 21 Juin) (source: auteur)

Figure 138: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 1 (1) le 21 Décembre) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	71.42%	20.40%	8.16%
À 13H00	77.55%	18.36%	4.08%
À 16H00	77.55%	18.36%	4.08%

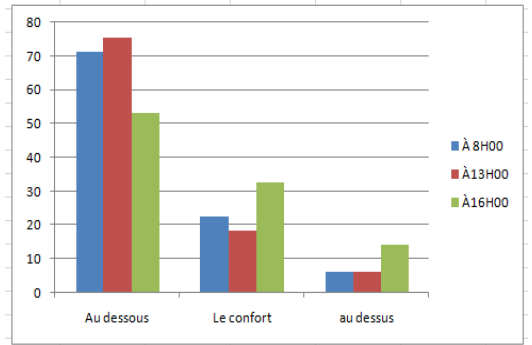
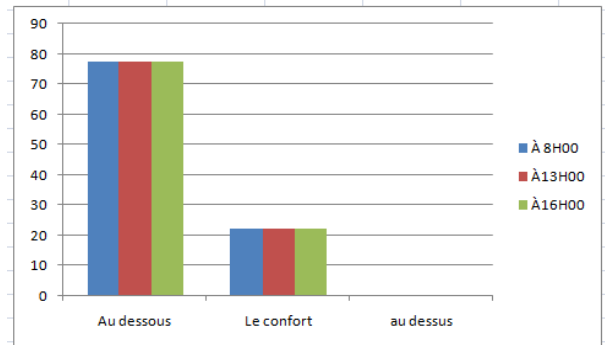
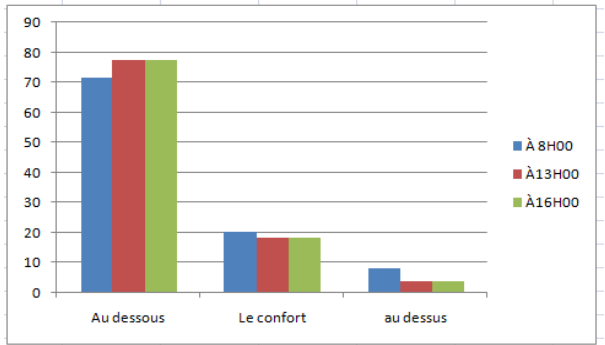
Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	77.55%	22.44%	0%
À 13H00	77.55%	22.44%	0%
À 16H00	77.55%	22.44%	0%

Le 21 Décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	71.42%	22.44%	6.12%
À 13H00	75.51%	18.36%	6.12%
À 16H00	53.06%	32.65%	14.28%

Tableau 28:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 Mars) (source: auteur)

Tableau 29:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 Juin) (source: auteur)

Tableau 30:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (1) le 21 Décembre) (source: auteur)



Équation 28: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 Mars) (source: auteur)

Équation 29: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (1)le 21 Juin) (source: auteur)

Équation 30: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (1) le 21 Décembre) (source: auteur)

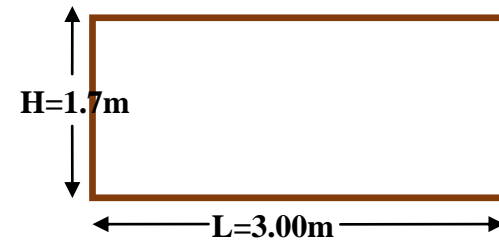
-Dans ce cas, on constate un pourcentage de dessous du confort qui est très élevé arrive jusqu'à (77.55%) , avec un pourcentage du confort qui est faible (20.40%), pendant les trois moments de la journée du mois de mars et juin, comme le montre les deux graphiques ci dessus.

-Pour le mois de décembre , on remarque que les niveaux d'éclairements sont différents pour les trois moments de la journée , et que le dessous du confort s'est diminué et le confort s'est augmenté .

2ème cas : salle de classe située à l'étage

1^{er} Indicateur : La taille de l'ouverture

2^{ème} variable : Grande ouverture au sud

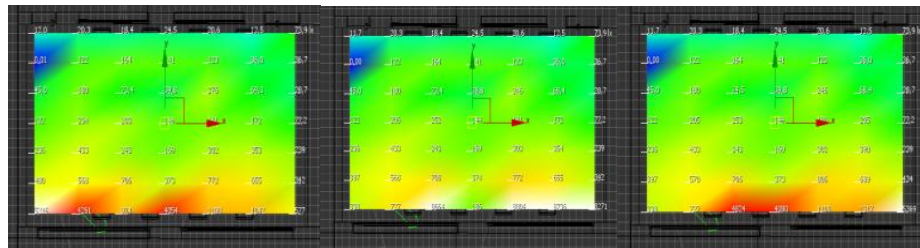


Le 21 Mars

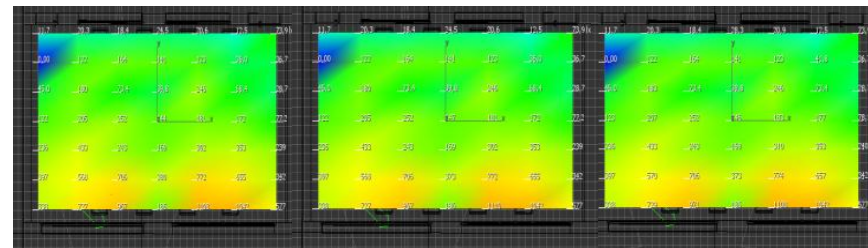
Le 21 Juin

Le 21 Décembre

à 8H00 à 13H00 à 16H00



à 8H00 à 13H00 à 16H00



à 8H00 à 13H00 à 16H00

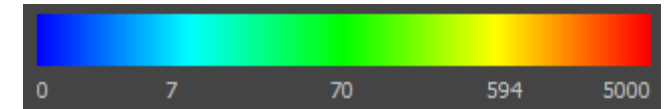
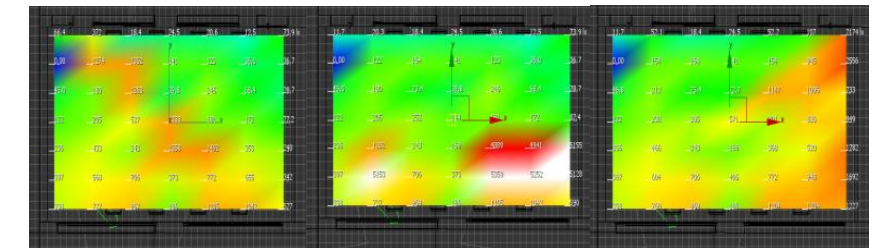


Figure 139: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Mars) (source: auteur)

Figure 140: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Juin) (source: auteur)

Figure 141: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Décembre) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	65.30%	12.24%	22.44%
À 13H00	67.34%	14.28%	18.36%
À 16H00	65.30%	14.28%	20.40%

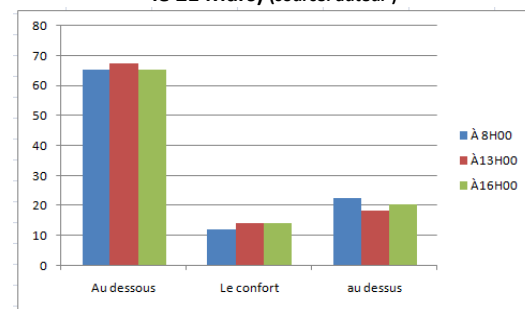
Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	67.34%	14.28%	18.36%
À 13H00	67.34%	14.28%	18.36%
À 16H00	67.34%	14.28%	18.36%

Le 21 Décembre	Au dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	53.06%	14.28%	32.65%
À 13H00	65.30%	6.12%	28.57%
À 16H00	46.93%	10.20%	42.85%

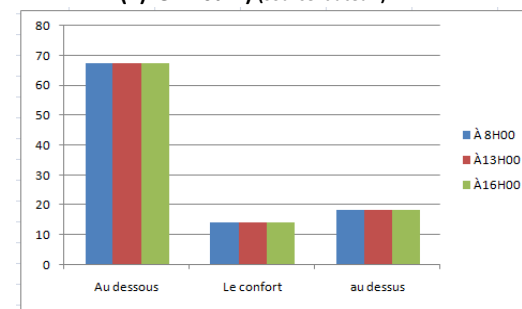
Tableau 31:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Mars) (source: auteur)

Tableau 32:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Juin) (source: auteur)

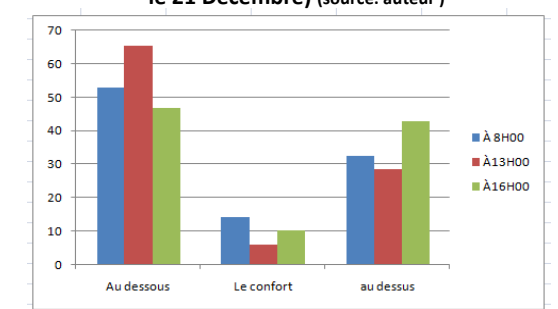
Tableau 33:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Décembre) (source: auteur)



Équation 31 : Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Mars) (source: auteur)



Équation 32: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Juin) (source: auteur)



Équation 33: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (2) le 21 Décembre) (source: auteur)

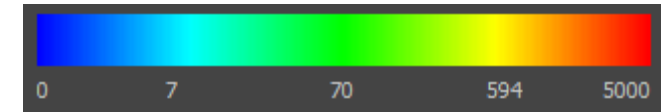
- D'après les résultats obtenus , on constate que le pourcentage du confort est faible avec une valeur moyenne de (14.28%) pendant toute la journée du mois de **Mars** et **Juin** , un éclairement insuffisant avec un pourcentage élevé (67.34%) comme le montre les figures ci dessus.

- on remarque que l'éclairement est toujours insuffisant au mois de **décembre** , et que le confort est diminué au trois moments de la journée et que l'éblouissement s'est augmenté.

2ème cas : salle de classe située à l'étage

1^{er} Indicateur : La taille de l'ouverture

3^{ème} variable : Mur rideau au Sud



Le 21 Mars

Le 21 Juin

Le 21 Décembre

à 8H00 à 13H00 à 16H00

à 8H00 à 13H00 à 16H00

à 8H00 à 13H00 à 16H00

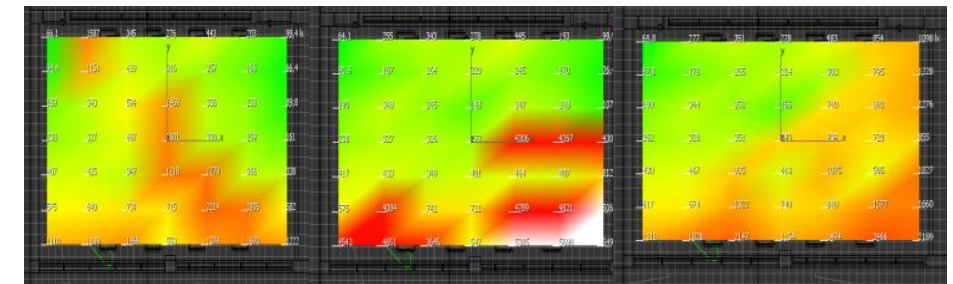
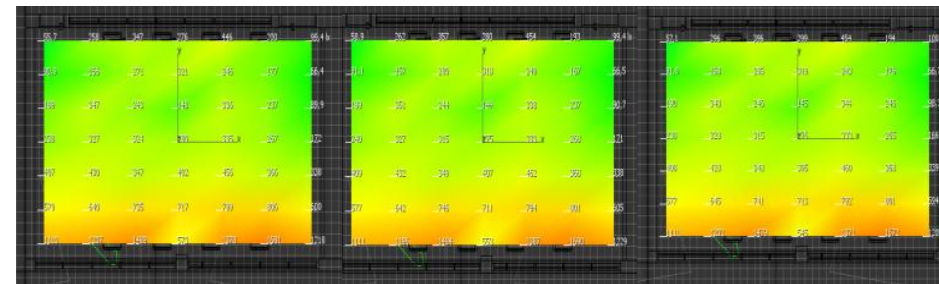
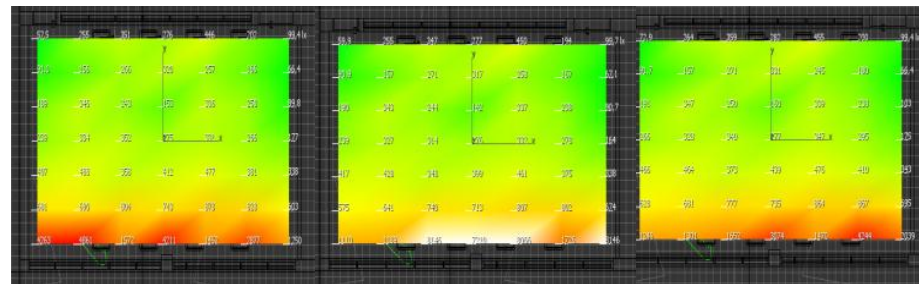


Figure 142: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 mars) (source: auteur)

Figure 143: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 juin) (source: auteur)

Figure 144: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 Décembre) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	40.81%	30.61%	28.57%
À 13H00	40.81%	30.61%	28.57%
À 16H00	40.81%	30.61%	28.57%

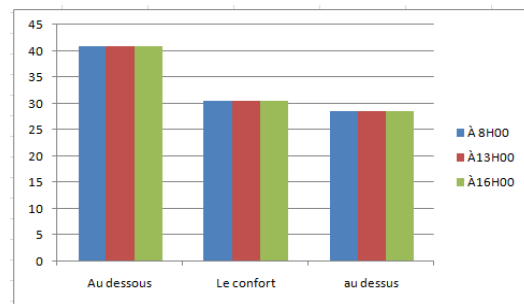
Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	40.81%	30.61%	28.57%
À 13H00	40.81%	30.61%	28.57%
À 16H00	40.81%	30.61%	28.57%

Le 21 Décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	28.57%	28.57%	42.85%
À 13H00	36.73%	26.53%	36.73%
À 16H00	22.44%	20.40%	57.14%

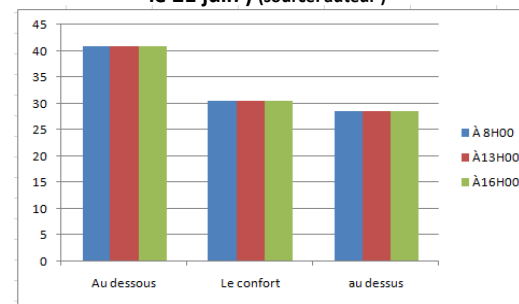
Tableau 34:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 mars) (source: auteur)

Tableau 35:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 juin) (source: auteur)

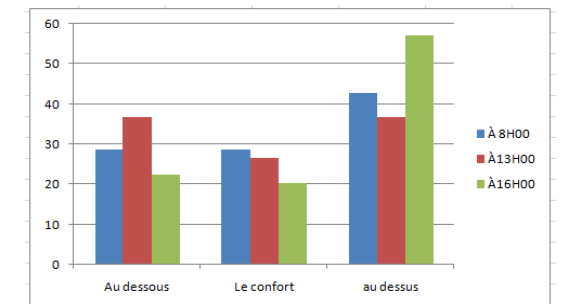
Tableau 36:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 Décembre) (source: auteur)



Équation 34: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 mars) (source: auteur)



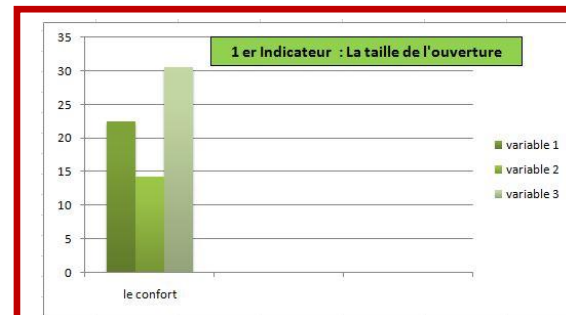
Équation 35: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 juin) (source: auteur)



Équation 36: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 1 (3) le 21 Décembre) (source: auteur)

-Selon les résultats obtenus dans les illustrations ci dessus , on constate la présence du confort avec un pourcentage moyen (satisfaisant) (30.61 %) pendant les trois moment de la journée du mois de **mars** et **juin**, un dessous du confort avec un pourcentage de (40,81%) , aussi un éblouissement avec un pourcentage de (28,57%) .

-Pour le mois de **décembre** ,on observe une diminution au niveau du confort et une augmentation au niveau d'éblouissement, pendant les trois moment de la journée.



Synthèse :

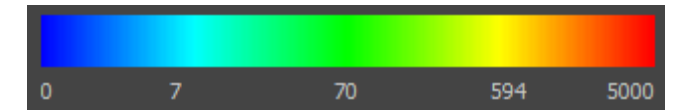
Pour cet indicateur on a obtenu plus de confort dans la 3^{ème} variable (Mur rideau au Sud).

Équation 37 : Synthèse du 1^{er} indicateur (2^{ème} cas) (source : auteur)

2ème cas : salle de classe située à l'étage

2ème Indicateur : L'espacement entre les brises soleils

1ère variable : Espacement entre les brises soleils = 1m

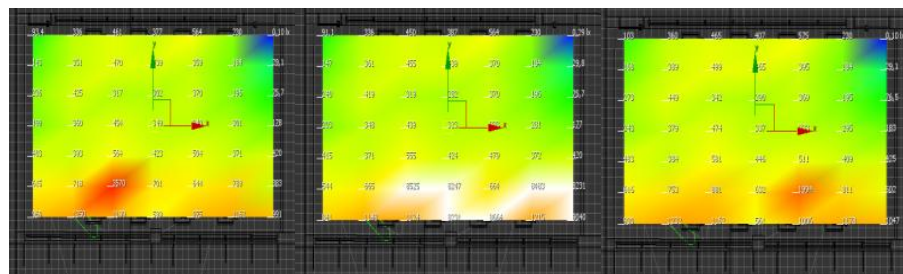


Le 21 Mars

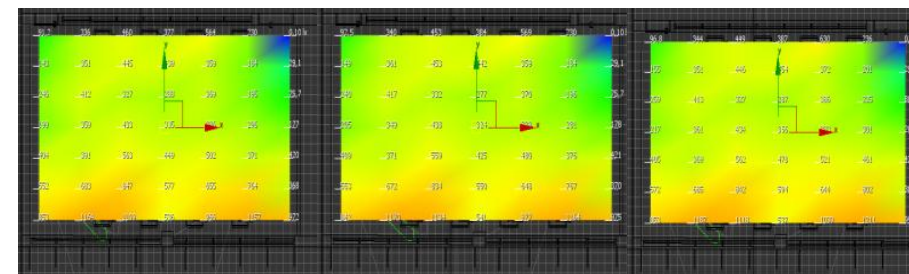
Le 21 Juin

Le 21 Décembre

à 8H00 à 13H00 à 16H00



à 8H00 à 13H00 à 16H00



à 8H00 à 13H00 à 16H00

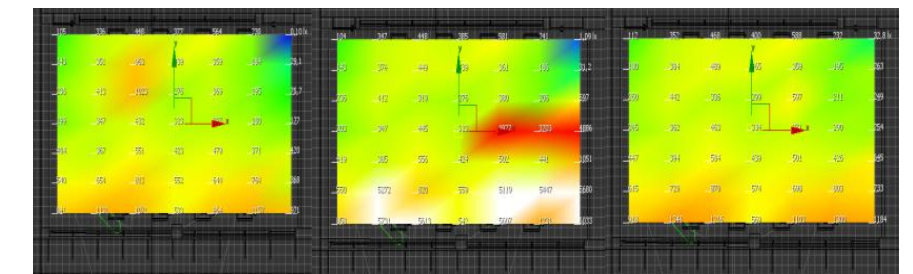


Figure 145: Variations des éclairements (cas2 indicateur 2 (1) le 21 mars) (source: auteur)

Figure 146: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 2 (1) le 21 juin) (source: auteur)

Figure 147: Variations des éclairements (cas 2 indicateur 2 (1) le 21 Décembre) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	22.44%	44.89%	32.65%
À 13H00	26.53%	40.81%	32.65%
À 16H00	26.53%	38.77%	34.69%

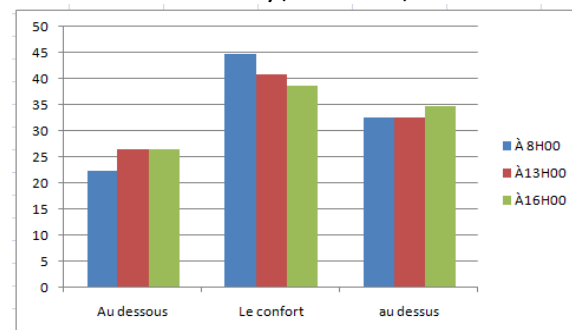
Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	26.53%	40.81%	32.65%
À 13H00	26.53%	42.85%	30.61%
À 16H00	24.48%	42.85%	32.65%

Le 21 décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	26.53%	38.77%	34.69%
À 13H00	20.40%	34.69%	44.89%
À 16H00	24.48%	34.69%	38.77%

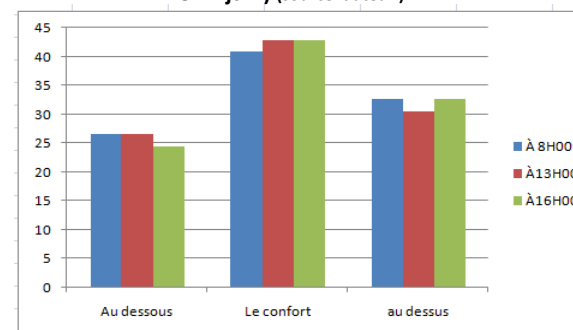
Tableau 37:Récapitulatif des résultats obtenus (cas2 indicateur 2 (1) le 21 mars) (source: auteur)

Tableau 38:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 2 (1) le 21 juin) (source: auteur)

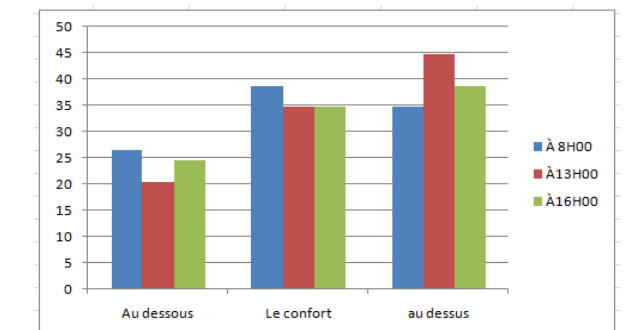
Tableau 39:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 2 (1) le 21 Décembre) (source: auteur)



Équation 38: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2 (1) le 21 mars) (source: auteur)



Équation 39: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2 (1) le 21 juin) (source: auteur)



Équation 40: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2(1) le 21 Décembre) (source: auteur)

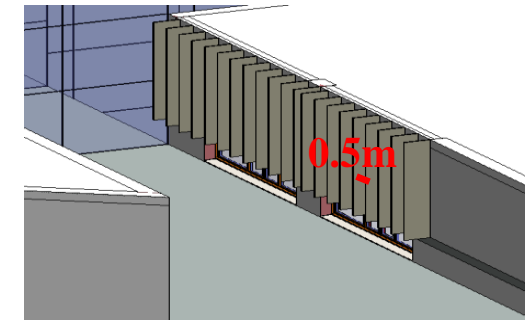
- On remarque que les niveaux d'éclairements sont différents pour les trois moments de la journée du mois de **mars** et **juin**. Ces niveaux d'éclairements atteignent une valeur moyenne (satisfaisante) du confort arrive jusqu'à **(44.89%)** , avec un pourcentage d'éblouissement qui arrive jusqu'à **(34,69%)** ,comme le montre les illustrations ci dessus.

-Sur les figures , on remarque que le problème d'éblouissement reste toujours présent au mois de **décembre** , et que le confort est diminué au trois moments de la journée.

2ème cas : salle de classe située à l'étage

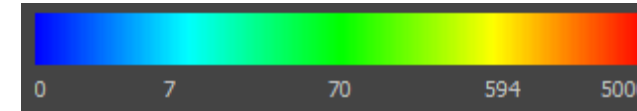
2 ème Indicateur : L'espacement entre les brises soleils

2 ème variable : Espacement entre les brises soleils =0.5m



Le 21 Mars

Le 21 Juin



Le 21 Décembre

à 8H00 à 13H00 à 16H00

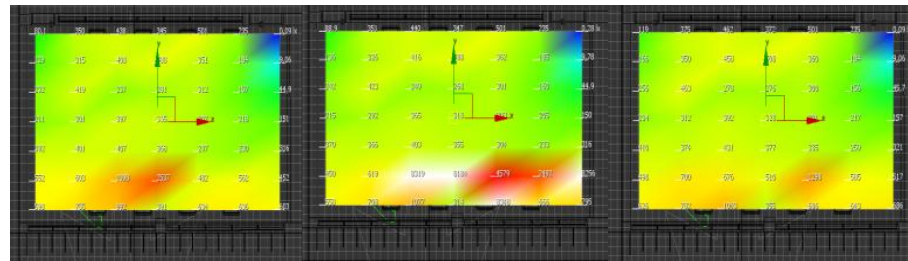
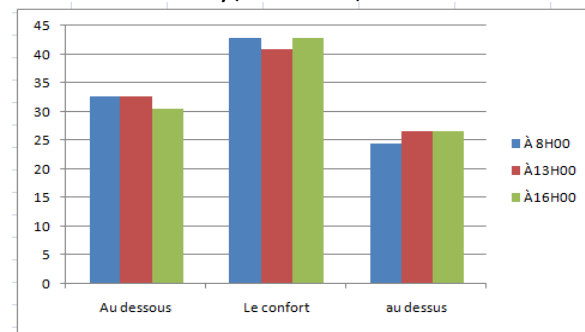


Figure 148: Variations des éclairagements (cas2 indicateur 2 (2) le 21 mars) (source: auteur)

Le 21 Mars	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	32.65%	42.85%	24.48%
À 13H00	32.65%	40.81%	26.53%
À 16H00	30.61%	42.85%	26.53%

Tableau 40:Récapitulatif des résultats obtenus (cas2 indicateur 2 (2) le 21 mars) (source: auteur)



Équation 41: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 mars) (source: auteur)

à 8H00 à 13H00 à 16H00

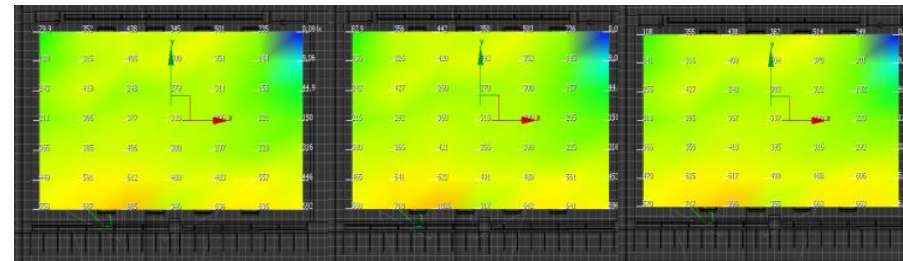
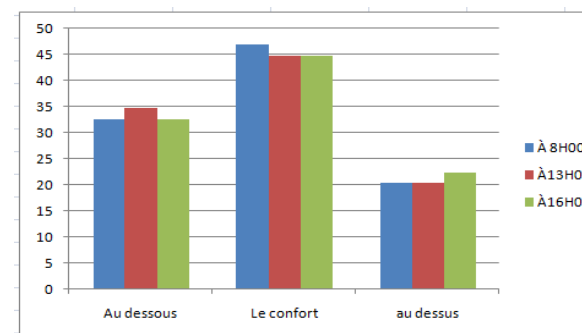


Figure 149: Variations des éclairagements (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 juin) (source: auteur)

Le 21 Juin	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	32.65%	46.93%	20.4%
À 13H00	34.69%	44.89%	20.4%
À 16H00	32.65%	44.89%	22.44%

Tableau 41:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 juin) (source: auteur)



Équation 42: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 juin) (source: auteur)

à 8H00 à 13H00 à 16H00

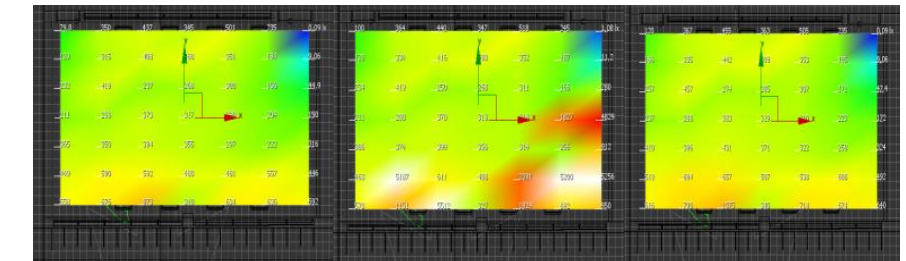
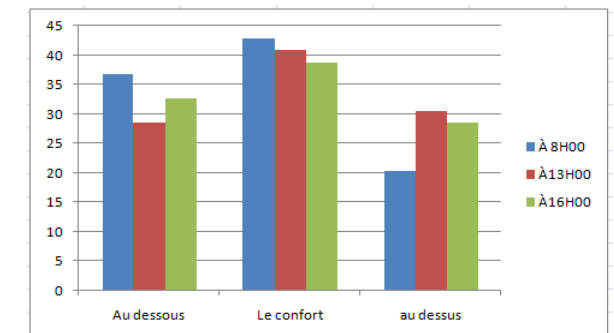


Figure 150: Variations des éclairagements (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 Décembre) (source: auteur)

Le 21 Décembre	En dessous	Le confort	Au dessus
À 8H00	36.73%	42.85%	20.4%
À 13H00	28.57%	40.81%	30.61%
À 16H00	32.65%	38.77%	28.57%

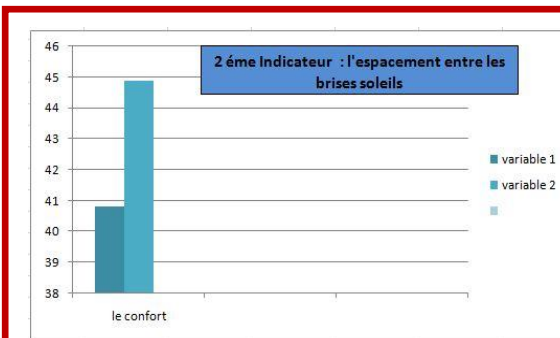
Tableau 42:Récapitulatif des résultats obtenus (cas 2 indicateur 2 (2) le 21 Décembre) (source: auteur)



Équation 43: Zoning du confort au niveau des salles de classe (cas 2 indicateur 2(2) le 21 Décembre) (source: auteur)

-Selon les résultats obtenus dans les illustrations ci dessus , on constate la présence du confort avec un pourcentage moyen (satisfaisant) (**44.89 %**) pendant les trois moment de la journée du mois de **mars** et **juin**, aussi la présence d'éblouissement avec un pourcentage de (**24,48%**), et un dessous du confort avec un pourcentage de (**32,65%**).

- les niveaux d'éclairagements sont différents pour les trois moments de la journée du mois de **décembre** , avec une diminution au niveau du confort et une augmentation au niveau d'éblouissement.

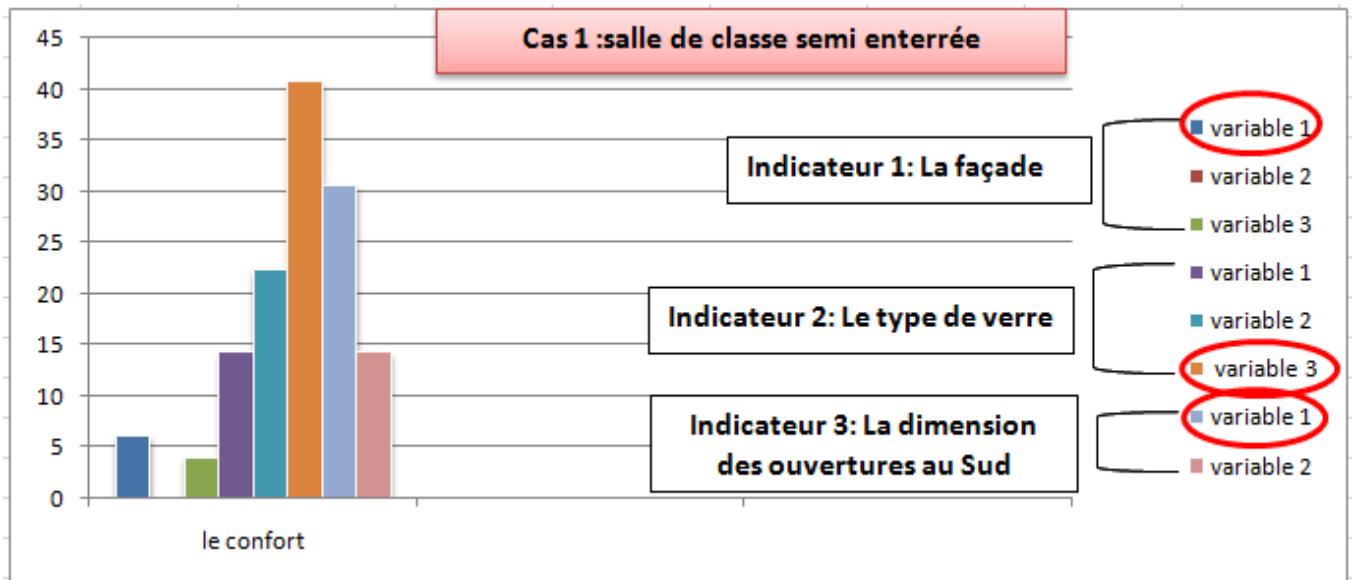


Synthèse :

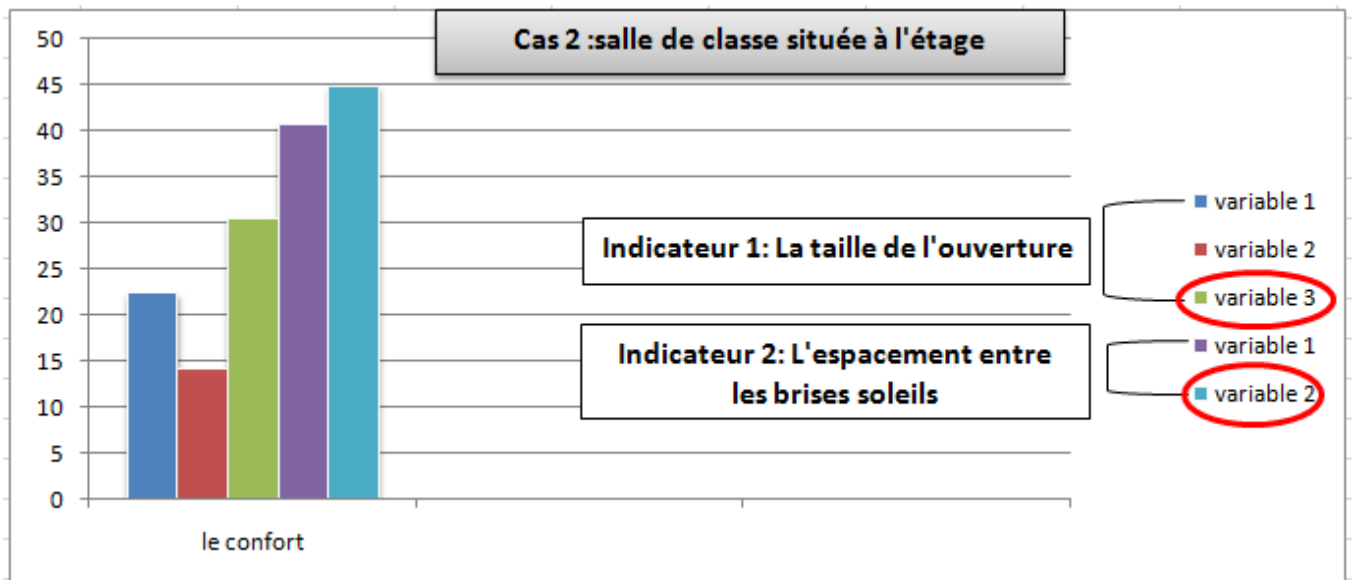
Pour cet indicateur on a obtenu plus de confort dans la 2 ème variable (l'espacement entre les brises soleils =0.5m).

Équation 44 : Synthèse du 1 er indicateur (2 ème cas) (source : auteur)

Recommandations :



Équation 44: Synthèse /recommandations 1 er cas (source : auteur)



Équation 45: Synthèse /recommandations 2 ème cas (source : auteur)

Après l'ensemble des évaluations qu'on a effectué sur les différentes variables on est arrivé aux résultats suivants:

-Pour assurer le confort visuel dans une salle d'apprentissage semi enterrée tout en minimisant la consommation d'énergie , la meilleure configuration est celle-ci :

*créer un mur rideau au nord et des ouvertures au sud avec une hauteur de **0.5m** , une largeur qui varie entre **3** et **3.06 m** et une luminance de verre =**2500**

-Pour assurer le confort visuel dans une salle d'apprentissage située à l'étage tout en minimisant la consommation d'énergie , la meilleure configuration est celle-ci :

*créer un mur rideau au nord et au sud pour capter au maximum la lumière naturelle

*Prévoir des protections solaires au sud (des brises soleils verticaux) ,avec un espacement de **0.5 m** entre chaque deux brises soleils.

-Une fois notre éclairage naturel (confort visuel) est obtenu nous devrions vérifier si n'a pas un impact sur le confort thermique , pour cela nous allons effectué le Bilan énergétique.

B- Le bilan énergétique :

B-1-Présentation du logiciel:

Le logiciel d'Architecture et de conception de bâtiments **Revit** développé par Autodesk ,a été conçu spécifiquement pour la modélisation des informations du bâtiment (technologie BIM) et comprend notamment des fonctionnalités pour la conception architecturale, l'ingénierie MEP, l'ingénierie structure et la construction. Il permet aux architectes et aux designers d'analyser les performances du bâtiment en amont dans le processus de conception, réalisez des estimations des coûts et surveillez les évolutions des performances au cours de la durée de vie du projet et du bâtiment.¹

B-2-Méthodologie du travail:

Une analyse énergétique d'une salle de classe semi enterrée ,et d'une salle de classe située à l'étage .

Objectif:

- 1-Connaitre la classification énergétique de l'école primaire
- 2-Proposer des solutions pour réduire la consommation énergétique du chauffage et de la climatisation

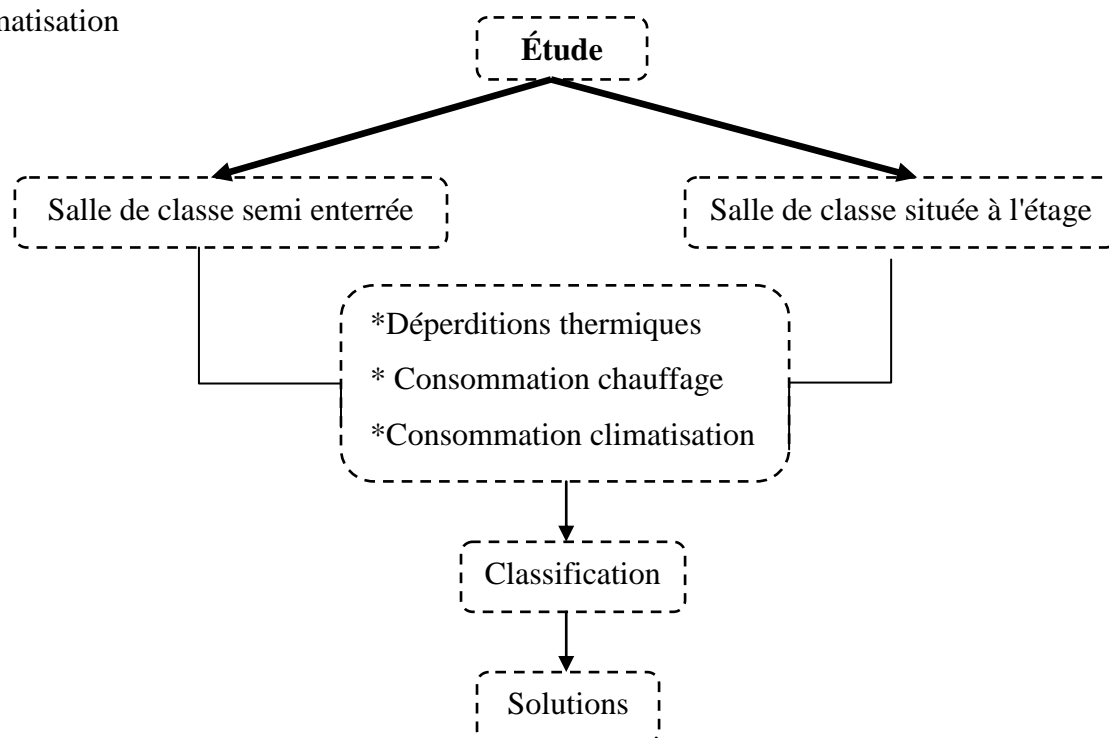


Figure 151:Méthodologie du travail (source: auteur)

¹ Revit pour la conception architecturale ,[En ligne], consulté le 15-08-2017 (<https://www.autodesk.fr/products/revit-family/architecture>)

B-3-Présentation de la cellule d'étude :

Le choix s'est porté sur une salle de classe semi enterrée de 54 m² , et une salle de classe située à l'étage de 54 m² .

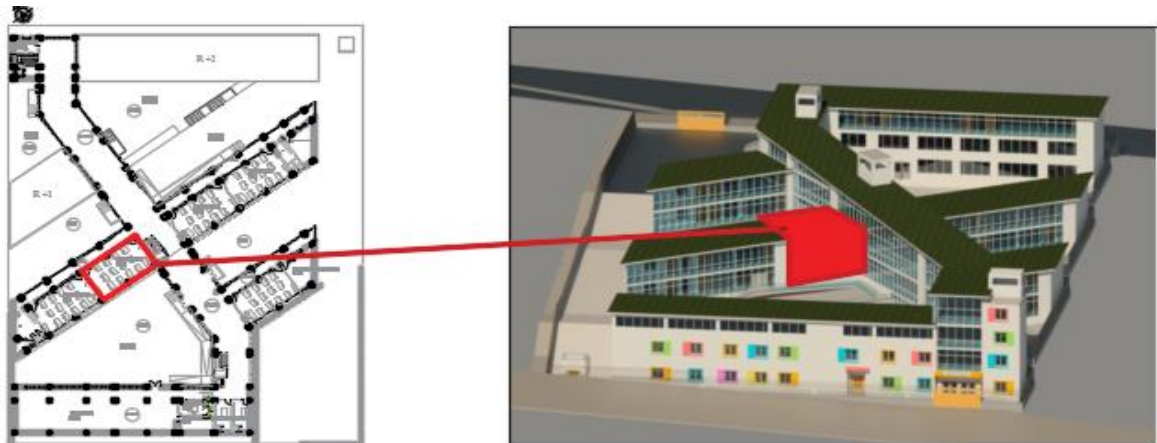


Figure 152:La cellule d'étude (source: auteur)

B-4-Composition des éléments constructifs :

Mur		Couches			
		Fonction	Matériau	COTE E	
		1	Porteur/Ossature [1]	Plâtre	0.0100
		2	Porteur/Ossature [1]	Maçonnerie - Enduit	0.0300
		3	Porteur/Ossature [1]	Brique, commune	0.1200
		4	Limite de la couche principale	Couches au-dessus	0.0000
		5	Porteur/Ossature [1]	Air	0.0500
		6	Limite de la couche principale	Couches en dessous	0.0000
		7	Porteur/Ossature [1]	Brique, commune	0.0700
		8	Porteur/Ossature [1]	Maçonnerie - Enduit	0.0300
		9	Porteur/Ossature [1]	Plâtre	0.0100

Plancher		Couches			
		Fonction	Matériau	Epaisseur	
		masse thermique: 25.5 / KJ/K			
		1	Limite de la couche principale	Couches au-dessus	0.0000
		2	Porteur/Ossature [1]	Dalle, carrelage 25 x 25	0.0150
		3	Porteur/Ossature [1]	Maçonnerie - Béton	0.0400
		4	Limite de la couche principale	Couches en dessous	0.0000
		5	Porteur/Ossature [1]	Maçonnerie en béton, hourdis	0.1600
6	Porteur/Ossature [1]	Plâtre	0.0100		

Toiture		Couches			
		Fonction	Matériau	Epaisseur	
		1	Limite de la couche principale	Couches au-dessus	0.0000
		2	Porteur/Ossature [1]	Herbe	0.1000
		3	Porteur/Ossature [1]	Terre	0.2000
		4	Porteur/Ossature [1]	Sable	0.0400
		5	Limite de la couche principale	Couches en dessous	0.0000
		6	Porteur/Ossature [1]	Maçonnerie en béton, hourdis	0.1400
		7	Porteur/Ossature [1]	Plâtre	0.0100

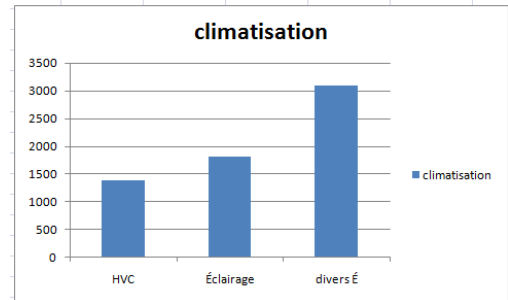
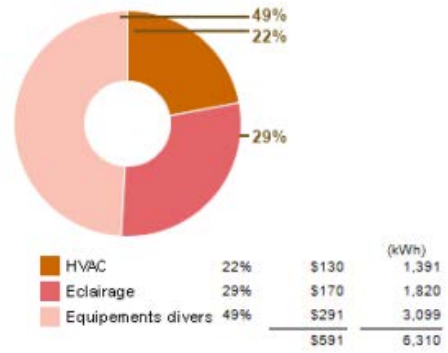
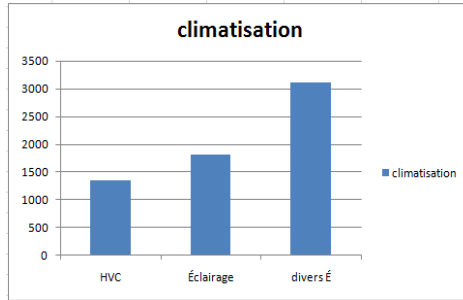
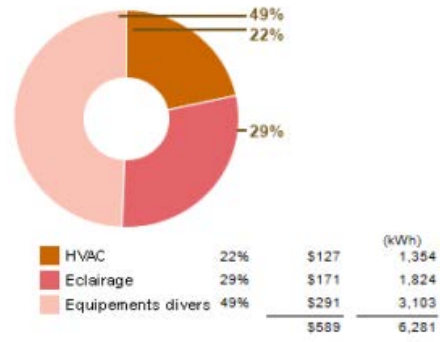
Paramètre	Valeur
Construction	
Fonction	Intérieur
Encastrement automatique	<input checked="" type="checkbox"/>
Panneau de mur-rideau	Panneau système: Vitré
Condition de jonction	Bord et quadrillage vertical conti
Matériaux et finitions	
Matériau structurel	
Quadrillage vertical	
Présentation	Distance fixe
Espacement	1,0000
Régler pour la taille du meneau	<input checked="" type="checkbox"/>
Quadrillage horizontal	
Présentation	Distance fixe
Espacement	1,0000
Régler pour la taille du meneau	<input checked="" type="checkbox"/>
Meneaux verticaux	
Type intérieur	Meneau rectangulaire: 150 x 25
Type bord 1	Meneau rectangulaire: 150 x 25
Type bord 2	Meneau rectangulaire: 150 x 25
Meneaux horizontaux	
Type intérieur	Meneau rectangulaire: 150 x 25
Type bord 1	Meneau rectangulaire: 150 x 25
Type bord 2	Meneau rectangulaire: 150 x 25
Données d'identification	
Image du type	

Tableau 43: compositions des éléments constructifs (source: Revit)

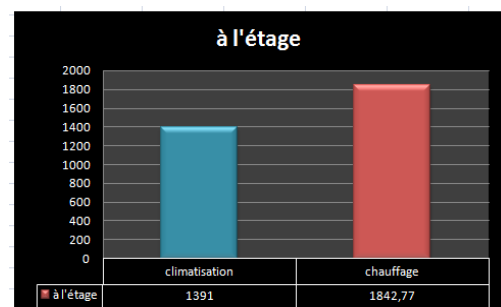
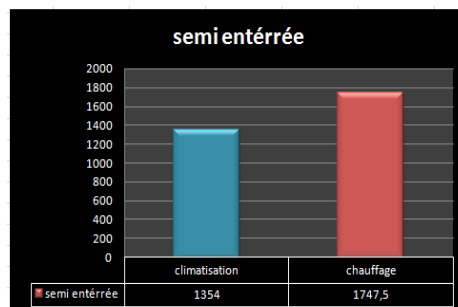
B-5-Les résultats :



La consommation de la climatisation



-La consommation de la climatisation pour une salle de classe semi enterrée= **1354 (KWH)**
 -La consommation de la climatisation pour une salle située à l'étage = **1391(KWH)**



on constate que la consommation du chauffage est plus élevée que la consommation de la climatisation dans les deux cellules d'étude , c'est due au climat de Ouzera.

Tableau 44 : les résultats graphiques (source: auteur)

	Salle de classe semi enterrée	Salle de classe située à l'étage
Consommation chauffage	1747.5 (KWH)	1842.77(KWH)
Consommation climatisation	1354(KWH)	1391(KWH)
Total	3101.5	3233.77
C/m ²	57.43	59.87

Tableau 45: les résultats numériques (source : auteur)

-D'après les calculs et les résultats obtenus, on constate que l'école primaire est située dans la **classe B** .

Niveaux	Logement	Tertiaire		
		Usage principal de bureau, d'administration ou d'enseignement	à occupation continue (hôpitaux, hôtels, internats, maisons de retraite, etc.)	Autres bâtiments non mentionnés dans les deux précédents cas
A	≤ 50	≤ 50	≤ 100	≤ 30
B	51 à 90	51 à 110	101 à 210	31 à 90
C	91 à 150	111 à 210	211 à 370	91 à 170
D	151 à 230	211 à 350	371 à 580	171 à 270
E	231 à 330	354 à 540	581 à 830	271 à 380
F	331 à 450	541 à 750	831 à 1 130	381 à 510
G	450 <	750 <	1 130 <	510 <

Tableau 46: La classification énergétique (source: http://prefenerg.univ-lille1.fr/grain3/co/03_07_03_etiqu_energ_climat.html)

B-6-Synthèse :

-On est arrivé à la classe **B** , bien que nous soyons dans la limite inférieure (c'est à dire presque la classe **A**)

-La consommation du chauffage est plus importante que celle de la climatisation, à cause du climat de Ouzera (Médéa) qui connaît des longues périodes de froid.

Pour réduire cette consommation on propose de:

Limiter les déperditions thermiques par une bonne isolation thermique au niveau (des murs, toit..)

Poser des rideaux épais qui conservent la chaleur et limitent l'entrée d'air frais par les vitres pendant la nuit

Laisser pénétrer le soleil par les vitres et les murs rideaux au sud durant la journée, pour bénéficier des apports naturels gratuits

Couper totalement l'installation de chauffage, en conservant une simple sécurité hors gel, Durant la nuit, les week-ends ou les vacances dont l'école est inoccupée.

Installer des thermostats d'ambiance programmés dans les pièces, pour les maintenir à une température constante.

IV-Conclusion:

Les objectifs de réduction des consommations énergétiques (chauffage et climatisation) sont liés à des préoccupations environnementales comme la protection du climat et la préservation des ressources naturelles. Il est alors intéressant de compléter l'évaluation environnementale par l'évaluation énergétique , qui permet de vérifier que l'ensemble des facteurs environnementaux ont été bien pris en compte à chaque moment de la conception afin d'obtenir un projet confortable , économe en énergie et qui respecte l'environnement , ce qui est le but de notre travail.

D'après notre recherche ,l'obtention d'une valeur optimale d'éclairage naturel et du confort

visuel dans une salle de classe semi enterrée ou située à l'étage tout en minimisant la consommation d'énergie est assuré grâce à plusieurs paramètres ,la taille de l'ouverture , la hauteur de l'ouverture , le type de vitrage et l'espacement entre les brises soleils , ce qui confirme nos hypothèses .

Le choix du confort visuel ne doit pas se faire exagérément au détriment du confort thermique sous notre climat (qui est frais en hiver et chaud en été) ,donc la recherche nous a permis d'aller à la fois au confort visuel et thermique en combinant plusieurs éléments, tels que le type de vitrage , la taille de surfaces vitrées et le type de protection solaire utilisé ,pour arriver à un climat ambiant confortable aux élèves.

-CONCLUSION GÉNÉRALE :

Deux années universitaires consacrée entièrement à la réflexion et à l'étude contextuelle et conceptuelle d'un projet architecturale bioclimatique qui s'inscrit dans le processus de développement durable.

Notre première volonté était d'abord de répondre à la demande en habitation dans la nouvelle extension urbaine de Ouzera, tout en réduisant l'impact de ces constructions sur l'environnement , la réponse c'était à l'échelle du quartier ou les problèmes de disfonctionnement urbains , les comportements et le mode de vie se manifestent plus profondément , plus particulièrement c'était de concevoir un éco quartier qui s'inscrit dans le concept du développement durable et qui tient compte de l'équilibre entre l'aspect économique , écologique et social.

Notre deuxième volonté était de donner une nouvelle vision à l'école primaire entant qu'un équipement éducatif qui accueille des enfants à jeunes âge tous les jours . L'idée était de sortir de la standardisation de l'architecture scolaire en Algérie et de créer une conception scolaire bioclimatique intégrée à son contexte géographique et climatique ,et qui assure le confort des élèves et enseignants tout en répondant à leurs différents besoins , et puisque la salle de classe c'est la salle ou se donne l'enseignement ,elle doit être fonctionnelle et confortable et en particulier elle doit répondre aux différentes normes du confort visuel, pour cela nous sommes passés par une série de simulations d'éclairage afin d'assurer ce confort .Les résultats obtenues confirment nos hypothèses et que appart la taille des ouvertures , l'orientation et le type de verre utilisé , la protection solaire agisse sur le confort visuel dans une salle d'apprentissage.

Pour finir nous avons élaboré le bilan énergétique pour connaitre la classification énergétique de notre équipement éducatif ,les résultats c'étaient satisfaisantes donc on peut dire que notre école primaire est bioclimatique.

On aurai été intéressant d'étudier le bilan énergétique de l'école en entier mais nous n'avons pas pu faire vu le temps et la quantité de travail à accomplir . Il serait intéressant aussi par exemple de voir l'impact des modifications d'un point de vue d'éclairage sur le confort thermique , qui pourraient être faites dans des études d'évaluation environnementale et énergétique en ayant recours à des outils de simulation numérique.

Nous espérons avoir bien répondu aux objectifs tracés par l'équipe pédagogiques et aux problématiques posées.

BIBLIOGRAPHIE :

-Ouvrages :

- Bodart. M. Bâtiment et environnement, 43 ,2008. p 44
- Du Bellay. J-C , Gauzin-Muller. D , Hoyet .R et Zacek .M . Neufert , les éléments des projets de construction . 10 e édition Française revue et augmentée ,2010. P(236-242)
- Fernandez. P et Lavigne. P .Concevoir des bâtiments bioclimatiques, fondements et méthodes , le moniteur , 2009. Hors collection . ISBN-10:2281114546 ; ISBN-13: 978-2281114546
- Houchot . A , Dontenwille .F et Setec organisation. Concevoir et construire une école primaire: du projet à la réalisation, Le moniteur ,2013,concevoir et construire .ISBN-10: 2281116182 ; ISBN-13: 978-2281116182
- Liebard .A et De Herde .A .Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques , concevoir , édifier et aménager avec le développement durable ; 6 ; 3 e édition , le moniteur , 2005.P (19-135). ISBN: 2-913620-37X

-Articles:

- (Bouvier.F, Courret .G, Paule.B . Éclairage naturel ;[En ligne];Article / réf : C3315; V2 ; consulté le 09-07-2017 ; (<http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/electronique-photonique-th13/optique-instrumentale-42449210/eclairage-naturel-c3315/>)
- (Louis.J ; Éclairage et habitat santé, confort visuel , Article 21 septembre 2013, [En ligne],consulté le 09-07-2017,(<https://www.environnementbienetre.com/eclairage-habitat-sante-confort-visuel/>)

-Cours :

- Cours 3ds Max , Modélisation et simulation de l'éclairage naturel au moyen de 3DS Max Design ,[En ligne] , consulté le 13-07-2017 , (<https://www.cours-gratuit.com/cours-3ds-max/modelisation-et-simulation-de-l-eclairage-naturel-au-moyen-de-3ds-max-design>)
- Maachi. I , cours master 2 Architecture bioclimatique, Éclairage Naturel , université Saad Dahlab Blida ,année 20016/2017

-Mémoires:

- Matallah .Z; Mémoire présenté en vue de l'obtention Du diplôme de Magistère , Étude des effets de l'orientation sur le confort visuel dans les salles de cours avec Éclairage naturel latéral, Cas des salles de classe de l'université de Laghouat , Université Mohamed kheider .Biskra , p 73 ,[En ligne], consulté le 10-07-2017 ,(http://thesis.univ-biskra.dz/2572/1/M%C3%A9moire_25_2016.pdf)
- Nadji .M , Mémoire de Magister, Réalisation d'un éco-quartier, Université d'Oran ,Avril 2015, P 50 , [En ligne], consulté le 09-12-2016 , (http://theses.univ-oran1.dz/document/TH4558.pdf)

-PDF:

- Andi, wilaya de Médéa, Invest in Algeria ,2013, [en ligne] ,consulté le 26-05-2017, (http://www.andi.dz/PDF/monographies/MEDEA.pdf)
- Association Eco Sud , [en ligne] , consulté le 07-12-2016,(www.eco-Sud.com/ Architecture-bioclimatique.pdf)
- CAUE Martinique, Construire à la Martinique avec le climat. Éléments de conception pour tous.[en ligne], consulté le 07-12-2016,(http://www.caue-martinique.com/media/fichepr-23-construire-bioclimatique-a-la-martinique.pdf)
- Charte des éco-quartiers de Lille Métropole Communauté Urbaine-2010.pdf ,[en ligne] , consulté le 09-12-2016, (http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/lmceu/files/docs/DEV DURABLE/charte-des-eco-quartiers-2010.pdf)
- Jouret.B , Le Tallec. C, Desjardins. H ,et Barre.K . [en ligne] , consulté le 14-12-2016 (http://www.dufmcepp.ups-tlse.fr/app_scom/scom_fichier/repertoire/101118111707.pdf)
- Kempf .M et Lagadec. A, conception et réalisation :Les écoles prennent le temps de l'architecture ,2008 , [en ligne], consulté le 26-05-2017 , (http://www.infrastructures.cfwb.be/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=fileadmin/sites/agi/upload/agi_super_editor/agi_editor/documents/Planches-exposition.pdf&hash=45e8d29af13000a5d661d4fde888f5c5ae787b7e)
- L'Architecture bioclimatique PDF, [en ligne], consulté le 07-12-2016, (http://www.eco-sud.com/wp-content/uploads/2011/04/Architecture-bioclimatique.pdf)
- Ministère de l'éducation nationale et de la formation professionnelle , Direction de génie scolaire ,Norme de construction des bâtiments scolaires , [en ligne], consulté le 21-01-2016, (http://menfp.gouv.ht/InfrastructurES_scolaires_Normes/1-

NORMES/1.01%20Normes%20de%20construction%20des%20b%C3%A2timents%20scolaires%20DGS.pdf)

- Monzon.J , conception d'un éco quartier sur le site Masséna brunesseau , 2012 , [en ligne], consulté le 23-11-2016,(http://oa.upm.es/10789/1/Jorge_Monzon_vazquez.pdf)
- Pascale.G, Pascale Céron. A , l'éclairage naturel , p11 , [en ligne], consulté le 08-07-2017,(http://mallette-pedagogique-bp.programmepacte.fr/sites/default/files/fichier_pdf/4_guide_bio_tech_1_eclairage_naturel1.pdf)
- Ponti.G , Cisem , Italie.Un projet d'école primaire "intelligente" en Italie, 2007 . [en ligne],consulté le 07-07-2017,(<http://www.oecd.org/fr/education/innovation-education/centrepourdesenvironnementspedagogiquesefficacescele/38160302.pdf>)
- Rigolon.A, les plans de construction des écoles européennes du XXIe siècle : présentation;Université de Bologne, Italie, 2010. ISSN:2072-7933, [en ligne], consulté le04-06-2017,(<http://www.oecd.org/fr/education/innovation-education/centrepourdesenvironnementspedagogiquesefficacescele/44708525.pdf>)
- Scartezzini et Al. 1993, 1994, [en ligne] , consulté le 08-07-2017, (https://www.researchgate.net/profile/Jean-Louis_Scartezzini/publication/223833396_On-site_performance_of_electrochromic_glazings_coupled_to_an_anidolic_daylighting_system/links/00b7d52cd803b97beb000000.pdf)
- SIDDTs-MIG, ÉCO-QUARTIER ,Octobre 2009,[en ligne] ,consulté le 09-12-2016,(http://www.seine-et-marne.gouv.fr/content/download/5119/36311/file/FIC_20091000_ECOQUARTIER.pdf)
- URCAUE d'Aquitaine , Les herbiers (85) , Extension urbaine en milieu urbain, le val de la péllinière , [en ligne] ,consulté le 23-11-2016 , (<https://docs.google.com/file/d/0B6sdcuqpRoqMNlIGeTIQZDVidlk/edit>)

-Site web:

- Architecture et climat , Université Catholique de Louvain, Département de l'Énergie du Bâtiment Durable; Évaluer la présence de réflexions,[en ligne] , consulté le 10-07-2017, (<https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10476#c16503>)
- CAUE de la Sarthe , Guide conseil d'un Eco-quartier , [en ligne],consulté le 09-12-2016 (<https://issuu.com/cauedelasarthe/docs/ecoquartier>)

- CNRTL (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales ,Ortolang outils et ressources pour un traitement optimisé de la langue ,[en ligne] , consulté le 14-12-2016 ,(http://www.cnrtl.fr/definition/education)
- Dictionnaires de français LAROUSSE , [en ligne] ,consulté le 20-12-2016 ,(http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9cole/27609)
- Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie , Développement durable et évaluation environnementale , [en ligne] , consulté le 13-09-2017,(http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/l-evaluation-environnementale-des-projets-r214.html)
- Énergierenouvelables.fr,Le guide des énergies renouvelables ,L'architecture bioclimatique , 2010 , [en ligne], consulté le 15-12-2016, (http://www.energierenouvelable.fr/architecture.php)
- Groupe scolaire zéro énergie certifié HQE à Pantin , [en ligne], consulté le 05-01-2017, (https://www.meandre-etc.fr/portfolio/groupe-scolaire-a-pantin/)
- GUIDEPLATRE ,Guide complet pour vos travaux, [en ligne], consulté le 05-10-2017 (http://www.guideplatre.com/guide/mur-en-brique-creuse.htm)

ANNEXE 1 :

- Le confort:¹

-Norme d'éclairage:

La lumière dont disposent les élèves doit être suffisante, bien répartie dans toutes les parties de la salle de classe et non éblouissante, leur permettant ainsi d'exercer leurs activités en toute sécurité, sans fatigue des yeux et sans autre atteinte quelconque à leur bien-être et à leur intégrité physique.

- Norme de confort visuel :

Les dimensions intérieures d'une salle de classe ne devraient guère dépasser **9 m** en longueur ni **8 m** en largeur afin que l'élève le plus éloigné du maître puisse lire au tableau.

Les premières tables sont installées à **2 m** du mur sur lequel se trouve le tableau.

- Normes de confort acoustique :

Toute salle de classe doit être pourvue d'excellentes conditions acoustiques. Elle doit, en outre, être protégée au besoin par des mesures d'isolation sonore contre les bruits provenant soit de l'intérieur du bâtiment, soit de l'extérieur.

Norme de bon environnement acoustique

Aucun élève, que ce soit en classe ou dans des ateliers ou des laboratoires, ne devrait se trouver une distance supérieure à **7,00 mètres** du maître. L'intensité sonore perçue à l'endroit où vont être construits les bâtiments d'enseignement ne devrait, en aucun point, dépasser **60.dB**.

Normes de contrôle du bruit

a) Bruit provenant des salles de classe attenantes : Les cloisons entre les salles de classe si elles sont en matériaux solides, elles devraient avoir **20 cm** d'épaisseur. Lorsque ce sont des cloisons souples qui divisent les salles, elles devraient avoir au moins **10 cm** d'épaisseur et devraient faire toute la largeur et toute la hauteur de la pièce et aucun élève ne devrait être à moins d'un mètre de ces cloisons.

b) Bruit provenant des activités de l'école elle-même, tels que les locaux et places de jeux des classes enfantines, etc.

Les classes maternelles et autres locaux où se produisent des nuisances acoustiques doivent être situés aussi loin que possible des salles de classe, laboratoires, bibliothèques et autres

¹ Ministère de l'éducation nationale et de la formation professionnelle , Direction de génie scolaire , Norme de construction des bâtiments scolaires , [en ligne], consulté le 21-01-2016, (http://menfp.gouv.ht/InfrastructurES_scolaires_Normes/1-NORMES/1.01%20Normes%20de%20construction%20des%20b%C3%A2timents%20scolaires%20DGS.pdf)

endroits nécessitant du calme, et de préférence dans des bâtiments séparés, dans la mesure où le terrain le permet. Au cas où une nette séparation n'est pas possible, il faut intercaler des zones tampons telles que locaux d'entreposage, etc., entre les zones calmes et les zones bruyantes.

c) Bruit extérieur provenant de la circulation, d'usines proches, et d'autres sources en dehors des limites du terrain Lorsque le terrain se trouve entouré de routes fréquentées ou de locaux abritant des activités bruyantes, les nuisances acoustiques peuvent être neutralisées en implantant les bâtiments aussi loin que possible des limites du terrain et, si ce n'est pas possible, en mettant les murs aveugles face à la source de bruit et les fenêtres sur les côtés, loin d'elle. Lorsqu'on a besoin de ventilations latérales, le bruit peut être limité en disposant les axes principaux du bâtiment à angle droit par rapport aux limites du terrain.

- Normes de confort thermique :

Protection contre les rayonnements solaires

a) Orientation des façades :

Les bâtiments scolaires sont construits de façon à ce que l'axe de la longueur se trouve est-ouest, avec toutes les ouvertures (portes et fenêtres) vers le sud et le nord perpendiculaire à la direction moyenne des vents. Les côtés Est et Ouest sont protégés contre la pluie et les rayons du soleil par des murs aveugles et de la végétation.

b) Distance d'un bâtiment par rapport aux autres constructions ou à d'autres obstacles Le plus éloigné possible d'un obstacle (bâtiment, colline, etc.) pouvant gêner l'écoulement du vent. Idéalement cette distance devra atteindre **12** fois la hauteur de l'obstacle dans le sens du vent, et **4** fois celle-ci perpendiculairement au sens du vent.

c) Aménagements extérieurs

Utiliser le moins possible des surfaces carrelées ou bétonnées aux abords des salles de classe. Elles emmagasinent la chaleur et provoquent un échauffement de l'air qui pénètre dans la classe. Qu'il s'agisse d'un bâtiment existant ou d'un bâtiment en projet, il faut étudier la possibilité de créer de la fraîcheur par le biais d'aménagements extérieurs (ex.: mise en place de revêtements de sols peu réfléchissants comme, des plantations (pelouse, arbustes, fleurs) sur une bande minimale de **3** mètres de large et au moins sur les $\frac{3}{4}$ de la périphérie des bâtiments ou implantation d'un rideau d'arbres à feuilles caduques et à hautes tiges, à condition de ne pas constituer d'obstacles à la ventilation naturelle des bâtiments.

Protection contre la chaleur

a) Le soleil ne devrait pénétrer dans aucun espace intérieur de l'école pendant la journée scolaire.

b) Protection des toitures

- Les toits sont faits de matériaux qui reflètent les rayons de soleil (toit en aluminium ou peint en couleurs claires.) pour éviter l'accumulation de la chaleur.
- Les combles doivent être fortement ventilés: des entrées d'air doivent être réparties uniformément sur tout le périmètre de la toiture. La surface de ventilation doit être supérieure à **15%** de la surface de toiture pour être efficace. Cette conception de toiture doit être traitée de manière à être protégée efficacement contre la pluie, les insectes, les chauves souris et les intrusions ;
- L'installation d'un faux-plafond complète utilement cette protection.

c) Protection des ouvrants et murs

- Les murs seront peints de préférence de couleur claire (les couleurs foncées sont à éviter).
- Les murs et les ouvertures sont protégés de l'ensoleillement par des pare-soleil horizontaux qu'ils soient rapportées de type débords de toit, auvent, galerie, casquette ou balcon ou des pare-soleil verticaux ou des arbres à hautes tiges. Les rapports d/h des débords des auvents ou profondeur des galeries ou balcon à la hauteur des parois correspondantes doivent être supérieurs ou égaux à :

1° Au Nord et au sud: de **0** pour un mur en bois clair à **0,7** pour un mur en béton de couleur foncée

2° A l'Est: de **0,25** au minimum et jusqu'à **1** pour un mur en béton de couleur foncée 3° A l'Ouest: de **0,5** au minimum et jusqu'à **1,3** pour un mur en béton de couleur foncée. En absence de débord, il est nécessaire de prévoir des pare soleil verticaux. Ils doivent être décollés de la façade d'au moins **20** cm afin d'assurer une bonne ventilation.

Ventilation naturelle de confort thermique

- a) Les locaux à forte densité d'occupation (salle de classe, cafétéria, salle informatique etc.), doivent avoir des fenêtres placées de manière à assurer une ventilation transversale c'est-à-dire donnant sur les deux façades.
- b) Dans les zones peu ventées, il est aussi envisageable de créer une ventilation en partie haute du toit, ce qui suppose de ne pas avoir recours à une protection par faux plafond.
- c) Surface d'ouverture libre : Les surfaces ouvrantes doivent être largement dimensionnées. Elles représentent au moins **25%** de la surface totale des parois exposées au soleil. Les ouvrants sous le vent sont surdimensionnés par rapport à ceux au vent d'au moins **25%**.

-programme quantitatif:

1-Normes de sécurité: évacuation et sécurité dans l'école en général :

Elles s'appliquent notamment aux bâtiments, aux voies d'accès, aux aires de jeux et aux cours de récréation. D'une façon générale, les constructeurs doivent s'efforcer d'éliminer des constructions scolaires tous les éléments de construction présentant des dangers pour les usagers; ils sont tenus de respecter rigoureusement en particulier les mesures pratiques de

sécurité suivantes :

Dégagement et évacuation

Dégagements :

Les dégagements (portes, escaliers, couloirs, circulations, rampes) doivent permettre l'évacuation rapide et sûre de l'établissement en cas de catastrophe; en particulier, aucun matériel, aucun objet ne doit faire obstacle à la circulation des personnes. Sur le parcours des chemins d'évacuation, les portes ne peuvent comporter de verrouillage empêchant leur utilisation dans le sens de l'évacuation.

Nombre et largeur minimale des voies d'évacuation (portes, escaliers, couloirs) :

Le nombre de personnes accueillies détermine le nombre de dégagements et la largeur de ceux-ci qui s'établissent comme suit :

La largeur des dégagements est calculée en fonction des unités de passage; l'unité de passage a une largeur de **0.60m**.

Les règles pour définir la largeur des dégagements :

- Quand un dégagement ne comporte qu'1 ou 2 unités de passage, la largeur de ce dégagement est portée de **0.60 m à 0.90 m** et de **1.20 m à 1.40 m** .

- Tableau Largeur minimale de la porte par rapport au nombre d'occupants :

Capacité d'accueil du local	Nombre et largeur des portes	Sens d'ouverture
< 20 personnes	1 dégagement minimum de 0.9 m	
20 < nombre d'usagers < 50	Soit 1 dégagement de 1.20 m (si la distance sur l'extérieur < 15 m) Soit 1 dégagement de 1.40m ou 2 dégagements dont 1 de 0.9 de large et l'autre de 0.6 m (si la distance sur l'extérieur > 15m)	
50 < nombre d'usagers < 100	Soit 2 dégagements de 0.90m ou 1 dégagement de 1.40m + 1 dégagement accessoire de 0.60m	Dans le sens d'évacuation
100 < nombre d'usagers < 200	2 dégagements : 1.40 + 0.90m	"
200 < nombre d'usagers < 300	2 dégagements : 1.40 + 1.40m	"
> 300	2 + n portes (n étant le nombre entier immédiatement supérieur au quotient du nombre maximal de personnes occupant ou pouvant se	"

	trouver dans le compartiment par 1000)	
--	--	--

Tableau largeur minimale de la porte par rapport au nombre d'occupants ¹

- Les portes sont situées dans des zones opposées et le nombre de portes est déterminé comme indiqué dans le tableau ci-dessus.

Si la distance entre 2 dégagements est inférieure à **5m**, ils seront comptabilisés comme un seul dégagement

Dans les établissements ou dans les locaux recevant plus de **50** personnes, les portes donnant sur l'extérieur doivent s'ouvrir dans le sens de l'évacuation.

- Nombre d'escalier : moins de **50** occupants à l'étage : un seul escalier est possible.

Au-delà de **50**, **2** escaliers sont obligatoires Largeur des escaliers > **2 m**

- La largeur des galeries et couloirs dépend du nombre d'élèves qui y ont accès. Il est toutefois prescrit une largeur de circulation de **2,00 m** pour les galeries et les couloirs.

- Dispositifs de sécurité à prévoir :

Tous les ouvrages de protections ou de sécurité relatifs aux réseaux d'eau, d'électricité et de gaz seront rendus inaccessibles aux élèves ainsi qu'aux personnes étrangères à l'établissement.

2-Normes des équipements sanitaires :

Toute école devra être munie de compartiments distincts pour chaque sexe, d'urinoirs pour les garçons et de lavabos en nombre correspondant aux indications ci-dessous.

Les sanitaires sont fractionnables. On prévoit :

a) Sanitaires des enfants du préscolaire: **1** cabine WC, **1** urinoir et **2** lavabos (**1** pour dix enfants) par salle de classe adaptés à la taille des enfants.

b) Sanitaires des élèves « filles » ou et garçons du fondamental : **1** cabine WC par salle de classe , **2** lavabos ou **2** jets par salle de classe, **1** urinoir ou 0,50 ml par salle de classe pour les garçons , **1** cabine WC accessible par sexe. Dans certains cas (là où il n'y a pas l'eau courante, ces cabines peuvent servir également au personnel enseignant et administratif

c) Sanitaires des adultes pour le personnel enseignant et administratif: **1** cabine WC et **1** lavabo pour **10** personnes

d) Point d'eau pour l'entretien : **1** prise destinée au nettoyage, pourvue d'une évacuation et commandée par un robinet d'arrêt non accessible aux élèves dans les différents bâtiments sanitaires.

¹ Ministère de l'éducation nationale et de la formation professionnelle , Direction de génie scolaire , Norme de construction des bâtiments scolaires , [en ligne], consulté le 21-01-2016, (http://menfp.gouv.ht/InfrastructurES_scolaires_Normes/1-NORMES/1.01%20Normes%20de%20construction%20des%20b%C3%A2timents%20scolaires%20DGS.pdf)

Hauteur des équipements :

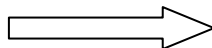
- a) Les sièges sont adaptés à la taille des usagers. Leurs hauteurs seront comprises entre **0,35 m** et **0,39 m** maximum au-dessus du niveau du sol du local. Pour les enfants de 2 à 6 ans, les sièges auront une hauteur au dessus du sol de **0,30 m** environ et sera légèrement incliné en avant.
- b) La hauteur du bol de l'urinoir est fonction des utilisateurs et varie de **0,40 m** à **0,50 m** pour les enfants de 3 à 6 ans à **0,65-0,70 m** pour les adultes.
- c) Lavabos sont suspendus à **70 cm** du sol. Pour le lavage des mains des enfants du préscolaire, leur hauteur au dessus du sol ne dépassera pas **0.50m**.

3-Normes d'accessibilité :

Toute école doit pouvoir accueillir des personnes handicapées en fauteuil roulant fréquentant l'école (élèves, parents, professeurs, personnel administratif et technique) dans les mêmes conditions d'accès que les autres. La personne doit pouvoir atteindre sa place, vaquer à ses occupations, assister aux activités et utiliser les équipements présents dans l'établissement - avec la plus grande autonomie possible et en toute sécurité - sans quitter son fauteuil roulant.¹

4- Normes d'équipements et de mobilier des infrastructures scolaires :

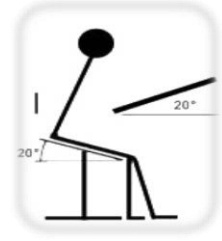
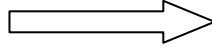
- Il est évident que le mobilier doit être adapté à la grandeur des enfants, ce que peut se faire avec un choix de différentes hauteurs ou avec des modèles réglables, pour leur permettre de travailler dans une bonne position.
- Un bon mobilier scolaire doit être solide, polyvalent et d'un entretien facile.
- Etre mal assis dû à des chaises inadaptées ou des rapports disproportionnées entre les banc et le pupitre peut causer des déformation pour la vie (déformation de la colonne vertébrale, ou de la cage thoracique).



¹ Ministère de l'éducation nationale et de la formation professionnelle , Direction de génie scolaire , Norme de construction des bâtiments scolaires , [en ligne], consulté le 21-01-2016, (http://menfp.gouv.ht/InfrastructurES_scolaires_Normes/1-NORMES/1.01%20Normes%20de%20construction%20des%20b%C3%A2timents%20scolaires%20DGS.pdf)



Une Inclinaison
de 20°



Normes de mobilier (source: <http://fr.calameo.com/read/000899869a4b728f898d7>)

- Les Mobiliers conçu pour être outil dans les mains de l'utilisateur, doit être facilement déplaçable (légers que possible)
- la taille d'enfants c'est lui qui détermine la taille des mobiliers.

Stature (cm)	Chaise (hauteur d'assise)	Table (hauteur plateau)
80/100	21	40
95/115	26	47
100/135	31	54
125/155	36	61

Norme XP-D 60-602 (extrait) (source: NORMES DE CONSTRUCTION DES BATIMENTS SCOLAIRES (MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE , Direction du Génie Scolaire)

- Le tableau pour les élèves doit occuper le plus de superficie possible (L. env. **4 mètres** d'un seul tenant, h. env. **90 cm**) et être mobile dans le sens de la hauteur. La hauteur du tableau doit être fonction de la taille et donc de l'âge des enfants scolarisés. Sa position sur le mur sera ainsi fixée à une hauteur allant de **60 à 95 cm** par rapport au plancher.

5-Les normes d'une salle de classe :

a)-pour les préscolaires:

La salle de classe est un espace d'enseignement devant être flexible, pour faciliter l'organisation d'activités diverses. C'est également un lieu de repère, un « petit chez soi » pour les différents groupes d'élèves. Ceux-ci doivent pouvoir se l'approprier, s'y sentir bien. Une classe de préscolaire doit pouvoir être aménagée librement par la maîtresse qui peut y créer différents «coins» (jeux, activités manuelles, peinture, lieu de rassemblement, marionnettes, etc.). La superficie minimale de la salle est de 40m² et les services afférents (espace accueil, vestiaires, toilettes, coin goûter, coin repos, local de matériel, salle de service doivent être à proximité.

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

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

normes peuvent être adaptées selon la situation climatique de la région. La couleur des salles de classe doit être claire (blanche, rose, crème...). L'équipement de base se compose du mobilier (armoires, tables et chaises adaptées à la taille des petits) ainsi que du matériel nécessaire pour les différentes activités éducatives (activités d'expérimentation, de construction, de peinture...).

b)- pour l'enseignement fondamental (50 m²) :

Elles peuvent accueillir 40 élèves. Les salles de classe répondent aux caractéristiques suivantes :

Dimensions: La salle de classe type a une surface de 50 m² ce qui permet de recevoir 40 élèves, au maximum. On compte en principe 1,25 m² par élève. Les dimensions intérieures de 7,20 m pour la largeur et de 7,20 m pour la longueur sont actuellement privilégiées.

Circulation: Une galerie couverte, placée au devant de la façade principale protège la classe contre les intempéries (soleil et pluie) et facilite la circulation des élèves devant les classes. Cette galerie équipée d'une rampe permet l'accès des enfants en situation de handicap au bâtiment.

Volume: La hauteur du mur est de 3,00 m du niveau bas sous la toiture et à 4,20m au niveau du sommet du toit. La classe offre en effet un volume de 186,62 m³ pour 40 élèves et un enseignant soit un volume d'air de 4,55 m³ par individu. ¹

¹ Ministère de l'éducation nationale et de la formation professionnelle , Direction de génie scolaire , Norme de construction des bâtiments scolaires , [en ligne], consulté le 21-01-2016, (http://menfp.gouv.ht/InfrastructurES_scolaires_Normes/1-NORMES/1.01%20Normes%20de%20construction%20des%20b%C3%A2timents%20scolaires%20DGS.pdf)

Annexe 2:



1 - LOGEMENT
LOGEMENT COLLECTIF ...750Logements
SURFACE LOGEMENTS — m²

N° Lot	SURFACE POSSIBLE	SURFACE BÂTIE	Nbr de log
L.n.01	37918,05 m ²	12214,00 m ²	
L.n.02	15315,30 m ²	4003,00 m ²	180
TOTAL	53233,35 m ²	16217,00 m ²	780 logements

1 - LOGEMENT
LOGEMENT COLLECTIF ...605Logements
SURFACE LOGEMENTS — m²

N° Lot	SURFACE POSSIBLE	SURFACE BÂTIE	Nbr de log
L.n.01	4235,25 m ²	740,25 m ²	
L.n.02	9439,78 m ²	2331,99 m ²	110
L.n.03	11235,71 m ²	2961,00 m ²	140
L.n.04	5085,89 m ²	1696,65 m ²	90
L.n.05	19555,06 m ²	5349,42 m ²	2300 Log
L.n.06	3072,32 m ²	720,25 m ²	
L.n.07	8250,00 m ²	2350,00 m ²	100 Log
TOTAL	60977,21 m ²	16369,55 m ²	710 logements

2-EQUIPEMENTS

EQUIPEMENT	SURFACE POSSIBLE	SURFACE BÂTIE
EQ-E1	MOSQUEE	5225,23 m ² / 1107,53 m ²
EQ-E2	protection civile	3414,72 m ² / 650,80 m ²
EQ-E3	CEB1-BASA	3375,91 m ² / 1487,53 m ²
EQ-E4	bureau de poste	1710,67 m ² / 650,80 m ²
EQ-E5-66	siège W.P.C	5790,11 m ² / 1555,93 m ²
EQ-E7	Lycée	14937,88 m ² / 4149,16 m ²
EQ-E8	ecole primaire	1272,48 m ² / 845,70 m ²
EQ-E9	JARDIN D'ENFANTS	5103,13 m ² / 700,00 m ²
EQ-E10	SALLE DE SPORT	3101,66 m ² / 1375,08 m ²
EQ-E11	CHAPITE SAÏNTE	2548,72 m ² / 522,11 m ²
EQ-E12		56130,50 m ² / 12573,68 m ²

POS N=2 de la commune de Ouzera Wilaya de Médéa (source: BET ACYL)