

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

UNIVERSITE CONSTANTINE 3



FACULTE D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

N° d'ordre :.... ..

Série :.... ..

Mémoire de Master

Filière : architecture

Spécialité : architecture durable et énergie verte

**LE CONFORT VISUEL DANS UNE SALLE DE CLASSE D'UN LYCEE A
SKIKDA**

Dirigé par:

Mr : GASMI Farid

Présenté par :

LOUNIS Ibtissem

Année Universitaire 2016/2017.

Session : (juillet)

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire.....	I
Liste des figures.....	I
Liste des tableaux.....	I
Liste des abréviations	XI

INTRODUCTION GENERALE

1.Introduction	01
2.Problématique.....	02
3.Les objectifs	02
4. Références.....	03

CHAPITRE I : INTRODUCTION AU DEVELOPPEMENT DURABLE

I.1. Introduction	04
I.2 Définition du développement durable	04
I .3 Historique de développement durable	05
I .4 Les objectifs de développement durable	07
I .5 Les piliers de développement durable	08
I .6 Les principes du développement durable.....	08
I .7 L'architecture durable.....	09
I.7.1 Définition.....	09
I.7.2 Les objectifs.....	09
I.8 L'architecte au cœur du développement durable.....	09
I.9 Tableau comparative des labels de durabilité (Les méthodes d'évaluation)	10
I.10 Conclusion	12
I.11 Références	13

CHAPITRE II : LES LYCEES ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE

II .1introduction	14
II .2 Bref Historique De L'éducation :	14
II .3 Les Définition Des Thèmes :	15
II -4 Le Rôle De L'éducation Dans La Société :	16
II -5 Brève Présentation Du Système Scolaire Algérien.....	16

II -6 Définition de l'école	17
II -7 les types du lycées	17
II-8 Les écoles et le développement durable	20
II-9- les aspects environnementaux appliqués dans les établissements scolaires	20
II -9-1- La qualité de l'air intérieur	20
II -9-2- Le confort thermique.....	21
II -9-3 Confort visuel	21
II -9-4- Le confort acoustique	22
II -9-5 L'ergonomie	22
II -9-6- La gestion de l'eau dans les écoles	23
II -9-7 La gestion des déchets.....	23
II -10 Conclusion	24
II -11 Référence	25

CHAPITRE III: LA DEMARCHE HAUT QUALITE ENVIRONNEMENTALE (HQE) ET L'ANALYSE DES EXEMPLES

III.1 Introduction	26
III.2 La démarche HQE	26
III.2.1 Les grandes dates de la démarche HQE	26
III.2.2 Définition de la démarche HQE	26
III.2.3 Les objectifs de la démarche HQE	27
III.2.4 les principes de la démarche HQE	28
III.2.5 Les cible HQE.....	28
III.2.6 L' hiérarchisation des exigences environnementales.....	29
III.3 Analyse des exemples des lycées HQE.....	30
III.3.1 Exemple 01 : Lycée Technique L. de Vinci - Calais	30
III.3.1.1 Fiche technique du lycée.....	30
III.3.1.2 Les aspects environnementaux	31
III.3.2 Exemple 2 : LYCEE ERIC TABARLY	33
III.3.2.1 Fiche technique du lycée.....	33
III.3.2.2 Les aspects environnementaux	34
III.3.3: Exemple 03: lycée clemence royer - fonsorbes	36
III.3.3 .1 Fiche technique du lycée.....	36
III.3.3 .2 Aspect environnementaux	36

III.4.Conclusion	38
III.5Référence	39

CHAPITRE IV : PRESENTATION DU CONTEXTE D'ETUDE

IV.1 Introduction	40
IV.2 -présentation la ville de Skikda.....	40
IV .3-présentation du pos Bouzaaroura	41
IV.3.1-Les limité du pose	41
IV.3.2-Accès Au pos	42
IV.3.3-Voirie	42
IV.3.4-Climatologie	42
IV.3.4.1-Humidité Relative.....	44
IV.3.4.2-Vents	45
IV.3.4.3-Précipitations	45
IV.3.4.4-Radiations Solaires.....	46
IV.3.5-Conclusion	46
IV .4-Le terrain d'intervention.....	46
IV .4.1L'Analyse morphologique.....	47
IV .4.2 Les limites	48
IV .4.3Voiries et accessibilité	48
IV .4.4Etude bioclimatique	49
IV .5 Conclusion	50
IV .56Référence	51

CHAPITRE V: CONFORT VISUEL DANS LES SALLES DE CLASSE

Partie 01:le confort visuel dans les salles de classe.....	52
1 .1. Introduction.....	52
1 .2. Taches visuelles dans les salles de classe:.....	52
1.3. Le confort visuel.....	53
1.3. 1. Définition du confort	53
1 .3. 2 Définition du confort visuel	54
1.3. 3 Les critères du confort visuel	54
1.3. 4 Les paramètres du confort visuel	54
1.3. 5 Eléments Du Confort Visuel Dans Les Salles De Cour.....	55
1 .3. 5 .1 Niveau d'éclairément lumineux.....	55

1 .3. 5 .2 Uniformité de l'éclairage.....	56
1.3. 5 .3 Uniformité de l'éclairement.....	56
1 .3. 5 .4Uniformité de la luminance.....	57
1 .3. 5 .5 Eblouissement.....	57
1.4. Conclusion	58
1.5 Références	61
Partie 02 : L'éclairage naturel dans les bâtiments	63
2.1 Introduction	63
2.2 Notions de base sur la lumière naturelle.....	63
2.2.1 La lumière naturelle	63
2.2.2 Le spectre visible	63
2.2.3 La température de couleur (Tc)	64
2.2.4 L'indice de rendu des couleurs (IRC)	64
2.2.5 Propagation de la lumière	65
2.2.5.1 L'absorption	65
2.2.5.2 La réflexion	65
2.2.5.3 La transmission	65
2.2.6. Les composantes de la lumière a l'intérieur d'un local.....	66
2.2.6 .1 La lumière directe.....	66
2.2.6 .2 La lumière réfléchie externe.....	66
2.3. La stratégie de la lumière naturelle.....	66
1. Capter.....	66
2. Transmettre.....	67
3. Distribuer.....	68
4. Se protéger.....	69
5. Contrôler.....	72
2.4-Définition de l'éclairage naturel	73
2.4-1 Définition	73
2.4-2 Notions Fondamentales De L'éclairage Naturel.....	73
2.4-2 1 Les grandeurs photométriques	73
1 Flux lumineux Φ	73
2 .L'efficacité lumineuse η	74
3. L'intensité lumineuse I.....	74

4 L'éclairage (E)	74
5 La luminance	75
2.4-3 Sources de l'éclairage naturel	77
2.4-3.1 Les sources primaires (diurnes).....	77
2.4-3.2 Les sources secondaires	78
2.4-4 les types de l'éclairage naturel	79
1-Éclairage latéral	79
2. Types d'éclairage latéral	79
A/ Eclairage unilatéral	79
B/ Eclairage bilatéral	80
C/ Eclairage multilatéral	80
2. Eclairage zénithal	81
1.éclairage zénithal direct.....	82
2.éclairage zénithal indirect.....	82
2.4-5 L'éclairage naturel peut améliorer l'apprentissage.....	83
2.4-6 La lumière et le développement durable	84
2.5 Conclusion	84
2.6 Les références	85
CHAPITRE VI : La simulation numérique de l'éclairage intérieur	
VI.1 Introduction.....	86
VI.2 Présentation de logiciel de simulation	86
VI 3. Présentation de modèle d'espace pour la simulation directe.....	87
VI 4 Paramétrage des outils	88
VI 5 Modélisation de salle de lecture et des grilles de résultats	88
VI 6/ Résultats obtenue	89
1/salle de classe avec éclairage bilatérale	89
A. Cas de base	89
B. Avec les light shelves	90
C. Avec les brises soleil	91
2/Salle avec éclairage unilatérale	92
A. Cas de base	92
B. Avec les light shelves	93
C. Avec les brises soleil	93
VI .7 Conclusion	94

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS.....	95
BIBLIOGRAPHIE.....	98

Liste des figures

Chapitre I :

Figure 1.1: Eléments clés de l’histoire du développement durable.....	05
Figure 1.2:17 objectifs de DD.....	07
Figure 1-2 : les pilier du développement durable	08
Figure 1-3 : certifications et labels dans le monde.....	12

Chapitre II :

Figure II 4:Structuration du système éducatif Algérien.....	17
Figure II 5:les grands composants du lycée.....	22

Chapitre III :

Figure III. 6:les objectifs de la démarche HQE.....	27
Figure III.2 : Les quatorze cibles de la Haute Qualité Environnementale des bâtiments.....	29
Figure III.3 : Lycée Léonard de Vinci à Calais.....	30
Figure III.4 : niveaux de performances du lycée Léonard de Vinci à Calais	32
Figure III .5: LYCEE ERIC TABARLY.....	33
Figure III.6 : Ossature et bardage bois.....	34
Figure III.7: Chantier à faible impact.....	34
Figure III.8 : Capteurs photovoltaïques et l’éolienne	35
Figure III 9 : gestion de l’eau (cuve de récupération des eaux pluviales).....	35
Figure III.10 Protections solaires fixes	36
Figure III.11 : lycée clemence royer - fonsorbes	36

Chapitre IV

Figure IV 1:situation géographique de Skikda.....	41
Figure IV.2:situation géographique du pos de bouzaaroura.....	41
Figure IV. 3:Accès Au pos.....	42
Figure IV.4:Voirie du pos.....	42
Figure IV.5:Humidité Relative.....	44
Figure IV.6:les Vents.....	45
Figure 7: précipitation.....	45
Figure IV.8:radiation solaire.....	46
Figure IV.9:situation du terrain d'intervention.....	47
Figure IV.10:coupe topographique.....	48
Figure IV.11 : voies et accessibilité	48

Figure IV.12: Les vents dominants.....	49
Figure IV.13: l'ensoleillement.....	50
Chapitre V	
Figure V. 8: Vision au travail.....	53
Figure V -9 : les paramètres du confort visuel.....	55
Figure V .3: Eléments du confort visuel.....	55
Figure V.4: Eblouissement d'inconfort.....	58
Figure V.4: Eblouissement indirect dans les salles de classe.....	58
Figure V.6 : diminution de l'éblouissement de l'éclairage naturelle.....	60
Figure V.7 : la lumière naturelle.....	63
Figure V.8: Le Spectre visible	63
Figure V.9: La Température De Couleur (Tc).....	64
Figure V.10: l'indice rendu de couleur.....	64
Figure V.11: propagation de la lumière.....	65
Figure V.12: Les différents modes de réflexion	65
Figure V.13: Les différents modes de transmission.....	65
Figure V.14 : type de ciel.....	66
Figure V.15 : pourcentage de surface « transparente ».....	67
Figure V.16 : Transmission de vitrage.....	67
Figure V.17 : Direction de la lumière.....	68
Figure V.18: Clarté du plafond.....	68
Figure V.19 : la position de l'atrium dans l bâtiment.....	69
Figure V.20 : conduit de la lumière.....	69
Figure V.21 : Vitrages à réorientation avec composants prismatiques.....	69
Figure V.22 : Vitrages à réorientation avec Sections de miroirs dans le double vitrage.....	69
Figure V.23 : Vitrages à réorientation avec Les films à lame d'air (Lasercut panels).....	70
Figure V.24 : Vitrages à réorientation Les films holographiques.....	70
Figure V.25 : réflecteurs externes.....	70
Figure V.26 : masques extérieurs Bloquent les rayons de soleil directs.....	71
Figure V.27 : la protection de la façade sud.....	71
Figure V.28 : protection avec Lamelles à changement de direction.....	72
Figure V.29 : contrôle d la lumière naturelle par la végétation.....	72
Figure V.30 : Les quatre notions de la photométrie	73
Figure V.31 : représentation schématique du flux lumineux	73

Figure V.32 : représentation schématique d'Intensité lumineuse.....	74
Figure V.33:représentation schématique de l'Eclairement d'une surface.....	74
Figure V.34: Luxmètre	75
Figure V.35 : Luminance d'une surface éclairée par une source	75
Figure V.36 : facteur de la lumière du jour	75
Figure V.37 : les composantes de FLJ	77
Figure V.38: Sources lumineuses diurnes.....	77
Figure V.39 : Les coordonnées solaires : hauteur et azimut.....	78
Figure V.40 : Sources lumineuses diurnes.....	78
Figure V.41 : Exemple d'un éclairage unilatérale	79
Figure V.42: Exemple d'un éclairage bilatéral	80
Figure V.43: exemple d'éclairage multilatéral.....	80
Figure V.44: Exemple d'un éclairage zénithal.	81
Figure V.45: Exemple d'un éclairage zénithal.....	81
Figure V.46: Les tabatières(Skylights)	81
Figure V.47: Dispositifs d'éclairage zénithal direct	82
Figure V.48: Dispositifs des verrières.....	82
Figure V.49 :Composantes des sheds (Collège d'Estagel- France).....	82
Figure V.50 : Les Lanterneaux.....	82
Figure V.51 : performance lumineuse des puits de lumière.....	83
Figure V.50 : composants d'un conduit de lumière	
CHAPITRE VI	
Figure VI.1: Résultats de simulation sous Ecotect, ombrage (a), lumière du jour (b) et performances thermique (c).....	86
Figure VI.2 :plan de la salle de classe	87

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau I .1 : chronologie de développement durable.....07

Tableau I .2 : Les piliers de développement durable.....08

Tableau I. 3 : Tableau comparative des labels de durabilité (Les méthodes d'évaluation).....12

Chapitre II :

Tableau II 1:définitions des thèmes16

Tableau II 2: programme officiel pour lycée type 1000 places pédagogique en Algérie.....20

Chapitre III

Tableau III.1 : Fiche technique du lycée Léonard de Vinci à Calais30

Tableau III.2 : Les aspects environnementaux dans le lycée31

Tableau III .3 : indicateurs environnementaux pour la conception du lycée.....32

Tableau III.4:les 14 cibles et leur traitement dans le lycée ERIC TABARLY33

Tableau III .5 : les aspects environnementaux dans le lycée.....36

Chapitre IV.

Tableau IV.3:données météorologique de la ville de Skikda pour la période de 2004-2013..44

Tableau IV 4:données d'humidité relative de Skikda pour la période de 2004-2013.....44

Tableau IV 5:données du vent de Skikda pour la période de 2004. 2013.....45

Tableau IV 6:données des précipitations de Skikda pour la période de 2004. 2013.....45

Tableau IV 7:données des radiations solaires de Skikda pour la période de 2004. 2013.....46

Chapitre V

Tableau V 1: évaluation de FLJ.....76

LISTE DES ABREVIATIONS

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AS	Agglomération Secondaire
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assesment Method
CAUE	Conseils d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement
CIBSE	Chartered Institution of Building Services Engineers
C.I.E	Commission Internationale de l'Eclairage
CNUED	Conférence des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement
COP	Conférence des Parties
COV	Composés Organiques Volatils
3D	Trois dimensions
ECS	Eau Chaude Sanitaire
FJD	Facteur de Jour Directe
FJRE	Facteur de Jour Réfléchie Extérieure
FJRI	Facteur de Jour Réfléchie Intérieure
FLJ	Facteur de Lumière du Jour
GMT	Greenwich Mean Time
GTB	Gestion Technique du Bâtiment
HQE	Haute Qualité Environnementale
IRC	Indice de Rendu des Couleurs
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
ONU	Organisation des Nations Unies
PUCA	Plan Urbanisme Construction Architecture
P.V.B	Polyvinyle - Butyrale
RN	Route Nationale
TC	Température de Couleur
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
USGBC	United States Green Building Council
Z.E.T	Zones d'Expansion Touristique

Résumé :

- Cette dernière décennie, nous assistons en Algérie à une réalisation multiple et intense de projet de bâtiments éducatif ,qui ne sont malheureusement soumis à aucune exigence réglementaire sur le plan énergétique. Les paramètres de la conception sont d'ordre fonctionnel et architectural et la dimension énergétique du projet n'est pas toujours considérée comme significative ce qui conduit à des bâtiments non confortables.

L'éclairage naturel constitue une demande reconnue et justifie dans les salles de classe du fait de son impact sur le confort visuel et sur les performances scolaires des élèves, leur santé et leur assiduité. Ce confort ne peut être assuré que par l'optimisation de l'éclairage naturel.

L'objectif de ce travail consiste donc à tester l'efficacité d'éclairage naturel

Dans les salles de classe. Pour répondre aux problèmes de confort visuel

dans les constructions scolaires, notamment les problèmes d'uniformité, d'éblouissement et de surchauffe estivale.

Afin d'atteindre cet objectif, il convient d'utiliser la méthode de simulation numérique à l'aide du logiciel ECOTECT. Cette dernière a permis de suggérer un ensemble des recommandations applicables dès la phase de la conception du projet. Parmi les solutions choisies ; les light shelves et le vitrage à basse émissivité,.....etc.

Mots clés :

Eclairage naturel, Confort visuel, lycée, Salle de classe, performance scolaire, HQE, Eblouissement,

المخلص

على مدى العقد الماضي شهدت الجزائر تحقيق مشاريع متعددة و مكثفة ذات طابع تعليمي و التي للأسف لا تخضع لأي متطلبات في مجال الطاقة.

إن معايير الهندسة و البناء هنا في الجزائر تخضع فقط للمتطلبات العملية و الهندسة أما الجانب الطاقوي للمشروع لا يأخذ بعين الاعتبار و هذا ما يخلف بناء غير مريح.

الإضاءة الطبيعية أمر مطلوب و مبرر في الأقسام التعليمية و ذلك لتأثيره على رفاهية الرؤية و على القدرات الدراسية على منابرتهم و حتى على صحتهم النفسية و الجسدية هذه الرفاهية لا يمكن تحقيقها إلا عن طريق استعمال الإضاءة الطبيعية.

انطلاقاً من هذا المنظور كان الهدف من هذه الدراسة اختبار فعالية الإضاءة الطبيعية على الأقسام الدراسية و ذلك لحل مشاكل رفاهية الرؤية الموجودة في المباني المدرسية كمشكل البهر ، و الانسجام أو الإحماء الصيفي

لتحقيق هذا الهدف، ينبغي استخدام أسلوب المحاكاة العددية. هذا الأخير سمح لنا باقتراح مجموعة من التوصيات النظرية لتطبيقها في تصميم المشروع. من بين الحلول المختارة الزجاج ذات انبعاثية منخفضة.....

الكلمات المفتاحية:

لإضاءة الطبيعية , الراحة البصرية, ثانوية , أقسام دراسية, الأداء المدرسي, الجودة البيئية العالية , البهر.

Abstract:

Over the last decade, we are witnessing a multiple and intense construction project in Algeria, which is unfortunately not subject to any regulatory requirements in terms of energy. The parameters of the design are functional and architectural and the energy dimension of the project is not always considered significant which leads to uncomfortable buildings.

Natural lighting is recognized and justified in classrooms because of its impact on visual comfort and the students' academic performance, health and attendance. This comfort can only be ensured by the optimization of natural lighting.

The objective of this work is therefore to test the efficiency of natural lighting in classrooms. To address visual comfort problems in school buildings, including problems of uniformity, glare and summer overheating.

In order to achieve this objective, the digital simulation method should be used with the ECOTECH software. The latter made it possible to suggest a set of recommendations applicable from the design phase of the project. Among the chosen solutions; Light shelves and low-emissivity glazing ...etc.

Keywords:

Natural light, visual comfort, High school, Classroom, School performance, HQE, Glare