



Etude de L'impact du Type du Vitrage et de sa Disposition sur l'Ambiance Intérieure d'un Habitat

M.K. Cherier*¹, S.M.A. Bekkouche¹, T. Benouaz², M. Hamdani et R. Djeflal¹

¹Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, URAER, Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER, 47133, Ghardaïa, Algeria

²LAT, Laboratoire d'Automatique de Tlemcen, Université de Tlemcen
13000, Tlemcen, Algeria

*cmohamedkamel@yahoo.fr

Abstract— L'étude paramétrique réalisée porte sur l'impact du type de vitrage et de sa disposition sur les températures intérieures d'un habitat. Différentes épaisseurs, orientations et même différentes couleurs ont été prises en compte. La procédure de calcul des paramètres principaux a la simulation et qui correspondent à chaque type de vitrage s'effectue via WINDOW7.3

Plusieurs simulations donc ont été effectuées pour chaque cas par EnergyPlus (programme de simulation dynamique du bâtiment). A travers les résultats de la simulation, il s'est avéré que le choix du type du vitrage et sa disposition sur l'enveloppe du bâtiment sont très liés aux conditions climatiques et plus précisément à la période de l'année qui a été choisie pour la simulation et qu'ils ont un impact remarquable sur le profil des températures intérieures.

Mots clés — Vitrage – Transmittance Visible – EnergyPlus
Ambiances intérieures – Simulation

I. INTRODUCTION

La demande croissante de la consommation d'énergie et les émissions nocives de CO₂, qui provoquent le réchauffement climatique, nécessitent un besoin urgent de conservation de l'énergie, en particulier dans les bâtiments qui sont l'un des secteurs consommateurs d'énergie. Les parties de bâtiment les plus vulnérables au gain de chaleur et à la perte de chaleur sont les fenêtres qui comptent pour une charge de refroidissement et de chauffage importante en conséquence. Une énorme quantité d'énergie électrique est consommée pour faire fonctionner les appareils de climatisation et pour ajuster la température des espaces de vie à l'intérieur des bâtiments, tandis que les technologies de vitrage et les matériaux appropriés peuvent être utilisés pour réduire la consommation d'énergie. Avec l'avancement de la technologie de vitrage, des fenêtres intelligentes, passives et actives sont développées et qui peuvent réduire considérablement la demande énergétique des bâtiments tout en améliorant l'environnement intérieur.

II. LE VITRAGE

Le vitrage est directement lié à la chaleur, au confort lumineux et à la santé de la peau, il fournit également la

vision, la ventilation, le confort acoustique et a des effets biopsychologiques. Il y a également une tendance croissante dans son utilisation comme façades de bâtiment. Ces rôles clés vitaux des vitrages nécessitent leur conception et leur sélection à partir de plusieurs aspects, en particulier la consommation d'énergie et le confort visuel. Comparé aux murs isolés, un transfert de chaleur en verre sans ombre peut être cent fois plus élevé, donc divers systèmes tels que stores intérieurs et extérieurs, rideaux simples et doubles, stores à rouleau, volet de fenêtre, les systèmes d'ombrage sélectif angulaire, les différents revêtements, les films réfléchissants et les fenêtres à vitrages multiples sont utilisés pour réduire le transfert de chaleur et contrôler la lumière solaire.

Avec le développement de diverses technologies de vitrages, l'étude de leurs propriétés et caractéristiques par rapport aux types de vitrages plus classiques est essentielle pour les employer dans différents climats pour améliorer l'économie d'énergie et le confort thermique. Dans un premier temps, ce travail traite l'influence du type du vitrage, en discutant des types de verre conventionnels et des types modernes, y compris le verre teinté, le verre réfléchissant, les vitrages à faible émissivité (Low-e), les fenêtres à double vitrage. La seconde tâche dans ce travail a été de voir l'effet de l'orientation des vitrages ou l'effet de leur disposition sur les façades pour différentes orientations.

III. PLAN DESCRIPTIF

Notre étude se fera donc sur un studio qui a été conçu de telle façon à pouvoir répondre directement aux besoins spécifiques d'une personne, en lui permettant, d'y circuler et d'en utiliser toutes les fonctions, de manière autonome. Le plan a été conçu par un membre de notre équipe (Figure 1). Le modèle est un studio à quatre façades. La construction est implantée sur une surface de 43.56 m². Le système constructif est un système poteaux poutres, avec un plancher et une dalle terrasse en béton armé. Les façades de cet immeuble se subdivisent en deux types, l'une est principale, comprend certaines ouvertures et l'autre secondaire ne portant aucune ouverture.

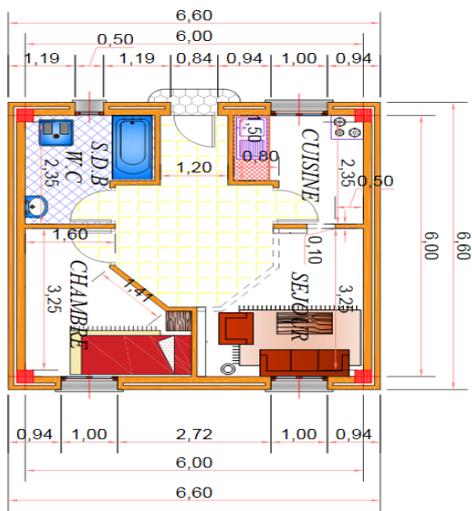


Fig. 1 Plan descriptif du studio

La hauteur des murs est égale à 2,8 m, tandis que les autres dimensions sont représentées en détail dans la figure 1. Les fenêtres dans le cas ordinaire sont en simple vitrage, elles contribuent avec les portes à l'équilibre énergétique et elles sont supposées fermées.

IV. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

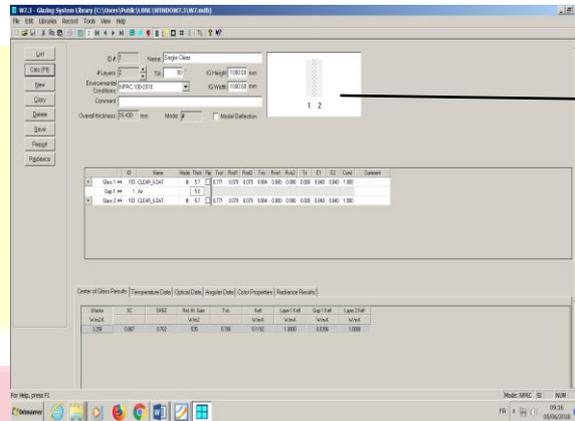
A. Calcul Des Indices U, SHGC et VT

Pour accomplir ce travail, trois paramètres sont nécessaires pour effectuer les calculs. Il s'agit du :

- Facteur U qui représente le taux de transfert de chaleur à travers le vitrage (de l'intérieur vers l'extérieur quand il fait froid, et de l'extérieur vers l'intérieur quand il fait chaud) par unité de surface et par différence de température par unité.
- Facteur SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) qui représente la quantité fractionnaire de l'énergie solaire qui traverse le vitrage et qui finit par réchauffer l'intérieur du bâtiment.
- Facteur VT (Visible Transmittance) ou la transmittance visible qui est la fraction de la lumière visible qui traverse le vitrage, ce dernier est influencé par la sélection du verre.

Le programme de simulation d'énergie du bâtiment, Energy Plus (E+), ne peut pas calculer les indices de performance des fenêtres standard (U, SHGC, VT) pour modéliser les impacts énergétiques des vitrages. Plutôt, E+ utilise des méthodes plus précises qui nécessitent une description physique du vitrage. Mais E+ est en mesure d'accepter les indices U et SHGC et VT comme descripteurs du vitrage. Ces indices peuvent être calculés avec le programme WINDOW7.3, en

spécifiant le type du vitrage, son épaisseur, sa couleur et prendre même en compte la présence d'ombrage, comme exemple ; des stores qui peuvent être en position Ouvert, Semi-ouvert ou Fermé.



Calculs des indices

U-factor	SHGC	Rel. IR Gain	Vis	Ueff	Layer 1 Ueff	Gap 1 Ueff	Layer 2 Ueff
3.256	0.807	0.702	535	0.706	0.1132	1.0000	0.0396

Fig. 2 Définition des différentes couches du vitrage, Exemple : double vitrage (simple) avec un gap d'air de 5 cm

B. La DTR C 3-4

Le quatrième chapitre de La DTR C3-4 (Document Technique Réglementaire élaboré par le - CNERIB - Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment en Algérie) qui traite les apports à travers les parois vitrées a été la source de quelques données concernant le type du vitrage.

TABLEAU I
QUELQUES EXEMPLES DES VITRAGES SPÉCIAUX EN SIMPLE ÉPAISSEUR MENTIONNÉS DANS LA DTR C3-4

Type de vitrage	Épaisseur (mm)	FS
Verre à vitre :		
normal	2 à 3	1
fort	4	0,98
épais	5	0,96

C. Données Nécessaires à La Simulation

Nous avons calculé les différents paramètres du vitrage en se basant sur des épaisseurs et des couleurs citées dans la DTR. Les données mentionnées dans les tableaux suivants (II et III) seront utilisées pour l'étude de l'effet de l'épaisseur du



vitrage, l'effet de la couleur du vitrage et de son type (simple, double, réfléchissant...etc.)

TABLEAU II
INDICES U, SHGC ET VT POUR UN VITRAGE SIMPLE

Type de vitrage	Facteur U (W/m ² K)	SHGC	VT
1 Verre simple épaisseur 3 mm	5.913	0.861	0.899
2 Verre simple épaisseur 8 mm	5.745	0.813	0.869
3 Verre coloré (Bronze) 10 mm	5.674	0.527	0.316
4 Verre coloré (Gris) 10 mm	5.678	0.497	0.261
5 Verre coloré (Vert) 10 mm	5.672	0.478	0.591
6 Verre coloré (Bleu) 10 mm	5.676	0.493	0.412

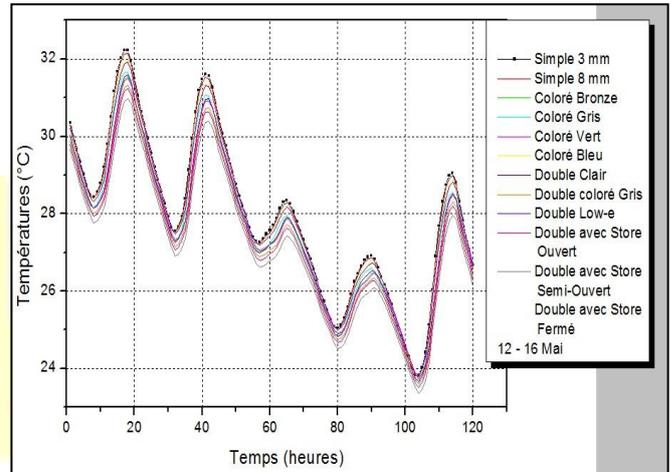


Fig. 3 Températures de la salle de séjour, du 16 au 20 Mai

TABLEAU III
INDICES U, SHGC ET VT POUR LE DOUBLE VITRAGE

Type de vitrage	Epaisseur Nominale (mm)	Epaisseur (mm)			Facteur U (W/m ² K)	SHGC	VT
		Verre	Lame d'air	Store			
1 Verre clair	11	3	5	/	3.314	0.761	0.814
2 Glace claire	22	6	10	/	2.703	0.704	0.786
3 Double vitrage coloré (Bronze)	11	3	5	/	3.312	0.586	0.465
4 Double vitrage coloré (Gris)	11	3	5	/	3.317	0.579	0.403
5 Double vitrage coloré (Vert)	11	3	5	/	3.311	0.567	0.698
6 Double vitrage (Low-e)	11	3	5	/	1.838	0.358	0.631
7 Double vitrage avec store vénitien (Ouvert)	27	3	3	15	2.9	0.741	0.768
8 Double vitrage avec store vénitien (Semi-ouvert)	27	3	3	15	2.867	0.262	0.227
9 Double vitrage avec store vénitien (fermé)	27	3	3	15	2.797	0.056	0

V. RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'étude a été effectuée pour trois périodes différentes, une période chaude, une période froide et une période d'intersaison. Le choix de ces périodes s'est basé sur des études antérieures.

A. Sélection Du Vitrage

Les figures suivantes représentent les températures de la salle de séjour pour les trois périodes :

Les résultats montrent que pour la période d'intersaison, le type du vitrage n'a quasiment aucune influence sur les températures intérieures puisque le maximum de différence de température a une valeur de 1°C.

Cependant, pour la période chaude, on peut constater que le double vitrage est nettement meilleur qu'un vitrage simple, que ce soit pour un verre clair ou un verre coloré. Le gain en températures avoisine les 2°C, ceci est important sur le plan thermique (confort) et également sur le plan énergétique.

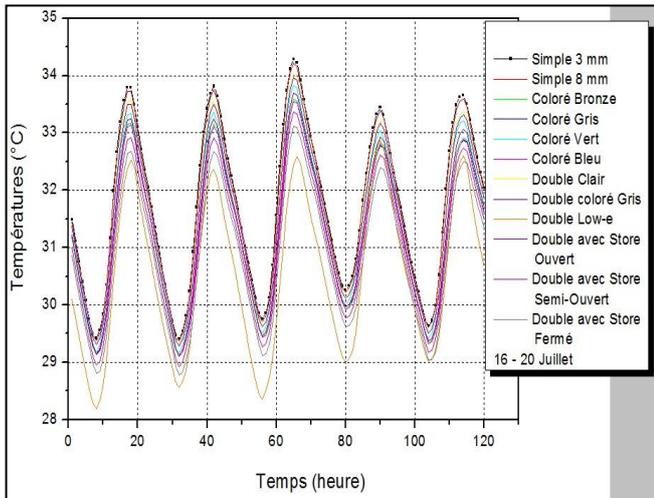


Fig. 4 Températures de la salle de séjour, du 16 au 20 Juillet

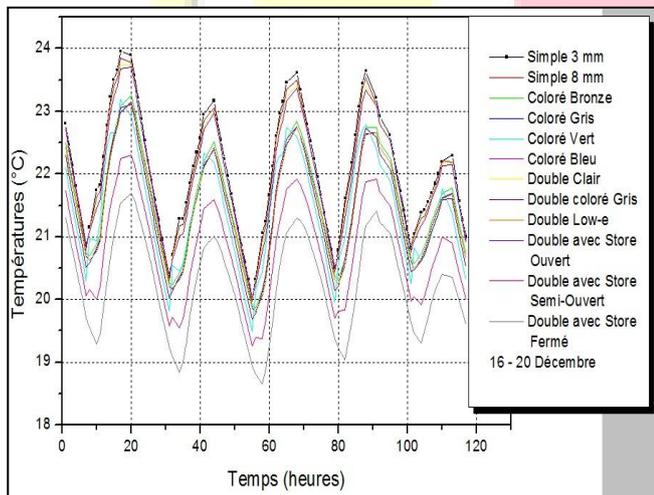


Fig. 5 Températures de la salle de séjour, du 16 au 20 Décembre

On peut aussi remarquer que les couleurs (vert, bleu et bronze) jouent presque le même rôle du moment que le gain en températures par rapport aux différentes couleurs est indiscernable. Mais le plus importants pour cette période est l'effet du vitrage Low-e (Vitrage à faible émissivité) qui influe remarquablement sur les températures dont la différence peut atteindre 2 °C par rapport à un vitrage clair simple.

Pour la période froide, on peut constater que le vitrage coloré devient un inconvénient puisqu'il participe à diminuer les températures intérieures même s'il permet d'éviter les fluctuations importantes de la température, dans ce cas le vitrage claire - simple ou double soit-il - est fortement recommandée pour se protéger de la baisse des températures

et profiter au maximum des rayons solaires qui participent à chauffer l'ambiance intérieure.

B. Orientation Des Vitrages

Les vitrages, selon le plan de notre étude, sont répartis sur les différentes façades du Studio. La salle de séjour et la chambre étant les pièces dédiées à la vie quotidienne de l'individu possèdent des vitrages sur la façade Sud du Studio. Nous avons changé la disposition de la fenêtre de la salle de séjour en la mettant sur la façade Est et avons changé aussi la disposition de la fenêtre de la chambre en la mettant sur la façade Ouest. Les figures suivantes montrent les différentes dispositions du vitrage qui ont fait le sujet de notre étude.

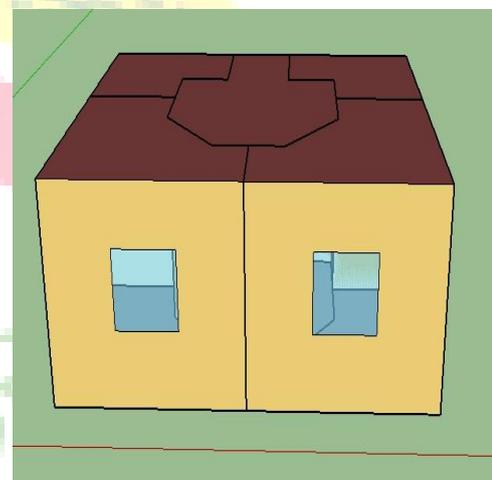


Fig. 6 Disposition des Vitrages sur la façade Sud du Studio

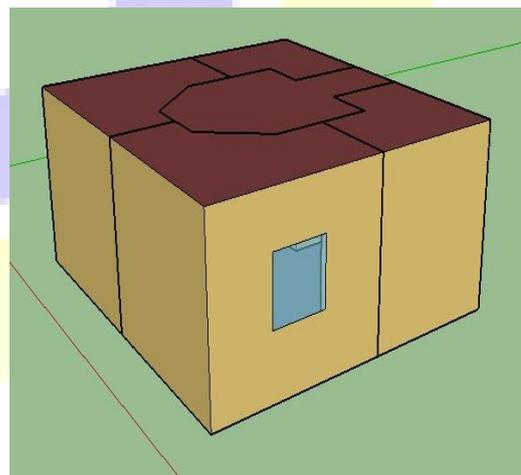


Fig. 7 Vitrage sur la façade Est de la salle de Séjour

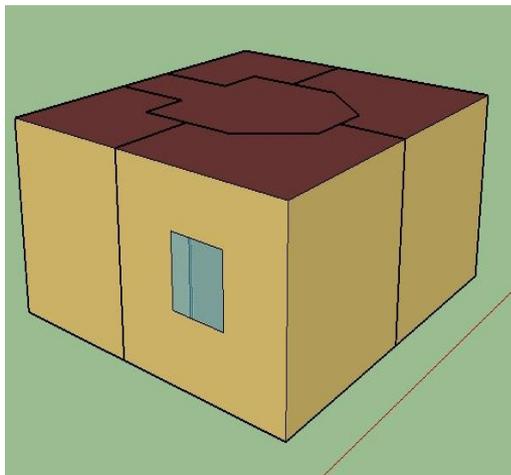


Fig. 8 Vitrage sur la façade Ouest de la chambre

Les figures 9, 10 et 11 illustrent le profil des températures de la salle de séjour pour les deux possibilités de la disposition du vitrage.

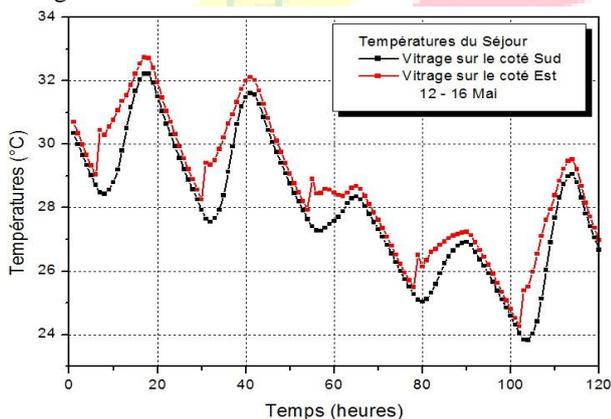


Fig. 9 Températures de la salle de séjour, du 12 au 16 Mai

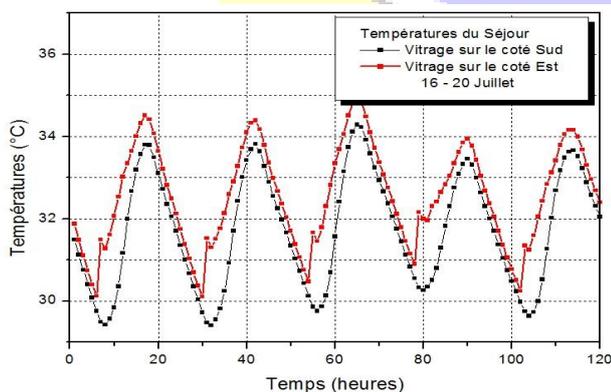


Fig. 10 Températures de la salle de séjour, du 16 au 20 juillet

Durant la période d'intersaison et la période chaude, les températures de l'intérieur pour un vitrage orienté vers l'Est sont remarquablement plus grandes que les températures pour un vitrage orienté vers le Sud.

Contrairement à la période froide, les températures pour une orientation du vitrage vers l'Est sont nettement plus faibles que celles pour un vitrage orienté vers le sud.

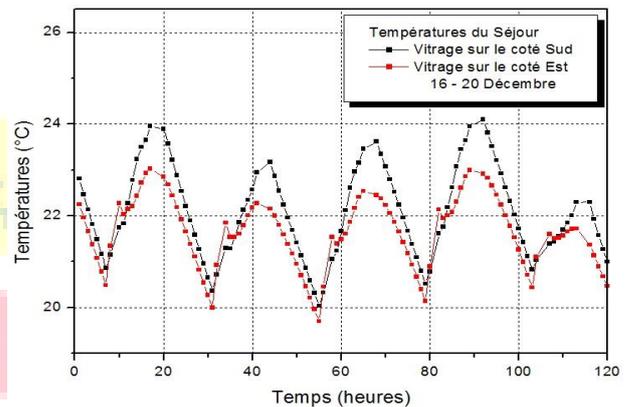


Fig. 11 Températures de la salle de séjour, du 16 au 20 Décembre

La seule explication pour ces profils est que durant la période de Mai et de Juillet, le soleil est plus haut, cette hauteur est aussi variable suivant l'orientation d'une paroi verticale. Donc un vitrage orienté vers l'Est permet de faire transmettre plus de rayonnement solaire qu'un vitrage orienté vers le Sud. Pour la période froide, c'est totalement le contraire, mais la durée d'insolation pendant l'hiver est très courte, donc la majorité du rayonnement solaire de la salle de séjour est captée pendant la journée sur sa façade Sud.

VI. CONCLUSIONS

Le vitrage est une partie indispensable à prendre en compte au cours du processus de construction, ce dernier à un impact direct sur la performance énergétique globale du bâtiment. La performance du vitrage dépend de sa transmission thermique (U), du coefficient de gain de chaleur solaire (SHGC) et de son facteur de transmittance (VT). C'est sur la base de ces trois paramètres que ce travail a été effectué. Le logiciel WINDOW7.3 nous a permis de calculer ces paramètres pour différentes couleurs, types et configurations du vitrage. Les résultats ont été injectés dans notre code de calcul réalisé à l'aide d'EnergyPlus.

A travers les résultats de la simulation, il s'est avéré que le choix du type du vitrage et sa disposition sur l'enveloppe du bâtiment est très lié aux conditions climatiques et plus précisément à la période de l'année qui a été choisie pour la simulation. Le vitrage à faible émissivité est un atout pour empêcher les rayons solaires estivaux de créer une ambiance chaude à l'intérieur du bâtiment. Tandis que le vitrage simple



Le 5^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 5th International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2018



joue le rôle contraire puisqu'il permet au bâtiment de profiter des gains solaires pendant l'hiver. L'orientation des vitrages à son tour, a un impact sur le profil des températures intérieures. Dans notre cas, les vitrages doivent être disposés sur les façades Sud de l'habitat.

REFERENCES

- [1] Soroosh Daqiqeh Rezaei, Santiranjan Shannigrahi, Seeram Ramakrishna, A review of conventional, advanced, and smart glazing technologies and materials for improving indoor
- [2] J. Karlsson, B. Karlsson, A. Roos, A simple model for assessing the energy performance of windows, *Energy and Buildings* 33(2011) 641-651
- [3] Erdem Cuce, Saffa. B. Riffat, A state-of-the-art review on innovative glazing technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41 (2015) 695-714
- [4] M.K. Urbikain, J.M. Sala, Analysis of different models to estimate energy savings related to windows in residential buildings, *Energy and Buildings* 41 (2009) 687-695
- [5] Soo Cho, and Seok-Hyun Kim, Analysis of the Performance of Vacuum Glazing in Office Buildings in Korea Simulation and Experimental Studies, *sustainability* 2017, 9, 936
- [6] Soojung Kima, Puyan A. Zadehb, Sheryl Staub-Frenchc, Thomas Froesed, Belgin Terim Cavkae, Assessment of the Impact of Window Size, Position and Orientation on Building Energy Load Using BIM, *Procedia Engineering* 145 (2016) 1424 - 1431
- [7] Christian Kohler, Mike Rubin, Jacob Jonsson Dariush Arasteh, Robin Mitchell, *Windows & Daylighting Research Group March 2008, Environmental Energy Technologies Division*
- [8] Martin Thalfeldt Jarek Kurnitski Hendrik Voll, Detailed and simplified window model and opening effects on optimal window size and heating need, *Energy and Buildings*, <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.enbuild.2016.06.002>
- [9] C. Marino, A. Nucara, M. Pietrafesa, Does window-to-wall ratio have a significant effect on the energy consumption of buildings A parametric analysis in Italian climate conditions, *Journal of Building Engineering*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.job.2017.08.001>
- [10] Mohammed Abdul Fasi Ismail Mohammad Budaiwi, ENERGY PERFORMANCE OF WINDOWS IN OFFICE BUILDINGS considering daylight integration and visual comfort in hot climates, *energy and buildings*, <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.enbuild.2015.09.024>
- [11] D. Charlie Curcija, Mehry Yazdanian, Christian Kohler, Robert Hart, Robin Mitchell, Simon Vidanovic, Energy Savings from Window Attachments October 2013, *Building Technologies Office of Energy Efficiency and Renewable Energy U.S. Department of Energy*