

Contribution à l'amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment, a l'aide d'un logiciel de simulation

A.Ouchene *, A.Hamid *, D.Semmar *, L.Derradji**

* Energy renewal Department, Laboratoire de traitement de surfaces et Matériaux, University Blida1, Blida, Algerie;

**Centre National d'Etudes et de recherches Intégrées du Batiment, CNERIB, Alger, Algérie

E-mail: Kader-physique@hotmail.fr, aekham2@yahoo.fr, djaffarsemmar@yahoo.fr, lotfi.derradji@yahoo.fr

Résumé

Le présent travail a pour objectif d'étudier l'impact des mesures d'efficacité énergétique, l'effet de l'isolation thermique, ventilation nocturne, type de vitrage et occultation sur le comportement thermique et la consommation énergétique d'un bâtiment tertiaire (Bloc A1 du nouveau siège de la caisse nationale du logement CNL de Bab ezouar). La particularité des nouveaux bâtiments tertiaire est leur grande proportion de surfaces vitrées sur leurs façades, elle dépasse les 45% dans notre cas étudié (Bloc A1 du CNL). Pour le tertiaire, les apports internes dus aux équipements bureautiques, occupants et éclairage sont importants pendant la journée.

A ce propos, des simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel de simulation du comportement thermique 'Designbuilder', les résultats montrent que l'introduction des solutions énergétiques dans le bâtiment permettent de réduire jusqu'à 45% de consommation énergétique en période estivale. Par contre l'utilisation du double vitrage moyennement réfléchissant, permet de réduire les apports solaire en hiver ce qui augmente les besoins en chauffage.

Mot clés: Confort thermique ; Habitat ; Consommation énergétique; Efficacité énergétique; Bilans thermiques ; Simulation.

1. Introduction

En Algérie, le secteur du bâtiment est le deuxième consommateur d'énergie après l'industrie [1,2]. Les besoins énergétiques dans ce secteur sont satisfaits presque exclusivement par les hydrocarbures, notamment le gaz naturel, l'énergie la plus disponible, mais la consommation n'a cessé de progresser.

La réalisation de projets de bâtiments publics en Algérie ne correspond pas malheureusement aux conditions réglementaires sur le volet thermique et énergétique, c'est dans cette optique que vient s'inscrire notre travail, en mettant en relief l'étude des bilans thermiques hivernal et estival et de l'impact de l'isolation thermique (Intermédiaire, extérieur), ventilation nocturne, type de vitrage et occultation sur le confort et la consommation énergétique du nouveau siège administratif de la Caisse Nationale du Logement (CNL) situé à Bab Ezzouar, Alger.

Le choix d'une démarche de conception bioclimatique favorise les économies d'énergies et permet de réduire les dépenses de chauffage et de climatisation, tout en bénéficiant d'un cadre de vie très agréable.

2. Présentation du cas d'étude:

Le projet qui fait l'objet de notre étude est le Bloc A1 (la tour de R+12) du nouveau siège administratif de la caisse nationale du logement (CNL) situé à Bab Ezzouar, Alger.

Cette région fait partie de la zone climatique A (Latitude 36,42 N, Longitude 3,12 E) qui est caractérisée par un hiver frais et un été chaud et humide.

L'enveloppe de ce siège comporte une surface vitrée importante sous forme de murs-rideaux et de fenêtres, une partie du mur rideau du Bloc A1 du nouveau siège de la CNL est orientée Est et une autre partie est orientée Nord-Ouest (voir fig.1 et 2).



Fig.1. Nouveau siège administratif de la CNL format 3D {Source : CNERIB}

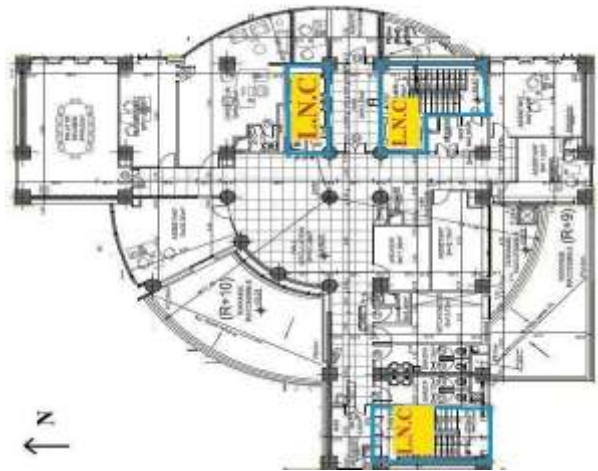


Fig.2. Plan de masse de 12eme étage avec une présentation des locaux non chauffées {source :CNERIB}

Les matériaux de constructions constituant l'enveloppe du bâtiment sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau 1. Composition des parois a l'état initial sans isolation thermique

Paroi	Couches de matériau	Épaisseur (m)	λ (W/m.°C)	Paroi	Couches de matériau	Épaisseur (m)	λ (W/m.°C)
Mur extérieur en voile	1- Enduit plâtre	0,015	0,35	Mur extérieur en maçonnerie	1- Enduit plâtre	0,015	0,35
	2- Béton	0,10	1,75		2- Briques creuses	0,10	0,48
	3- Lambe d'air	0,10	-		3- Lambe d'air	0,10	-
	4- Briques creuses	0,10	0,48		4- Briques creuses	0,10	0,48
	5-Mortier ciment	0,015	1,4		5-Mortier ciment	0,015	1,4
Toiture terrasse isolée	1-Platre	0,015	1,750	Plancher Bas			
	2- Béton plein	0,20	1,75		Carrelage	0,01	1,7
	3-Polystyrène	0,05	0,046		chape	0,06	2,25
	4- Shape de béton	0,03	1,4		Béton plein	0,15	1,75

Tableau 2. Les paramètres de vitrage simple du Bloc

Simple vitrage	Coefficient U(W/m ² .°C)	Transparence %	Facteur solaire %
	5,6	88	83

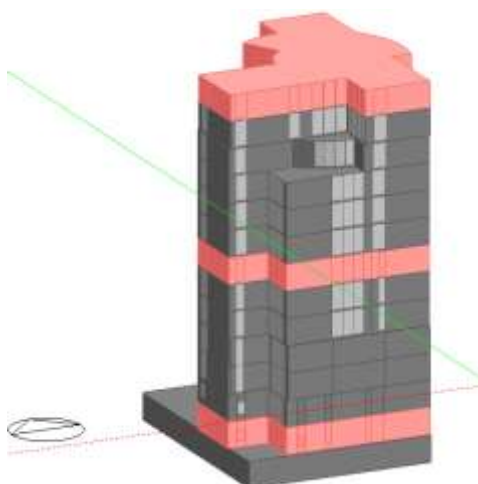


Fig.3. Création du Bloc A1 du CNL avec le logiciel (vue côté sud)

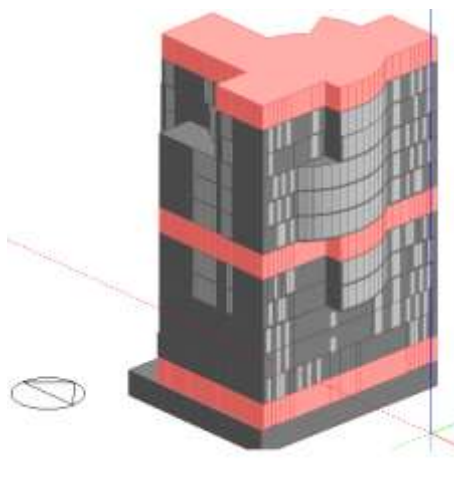


Fig.4. Création du Bloc A1 du CNL avec le logiciel (vue côté est)

La simulation numérique sous Disgnbuilder a permis d'obtenir des résultats du modèle étudié (bloc A1 du CNL). Suite aux résultats préliminaires, nous allons sélectionner les paramètres les plus influents afin de les optimiser et réduire la consommation énergétique annuelle.

3. Résultats et interprétations:

3.1. Analyse thermique par simulation:

Les figures 5 et 6 présentent l'évolution de la température de l'air extérieur et celles de l'intérieur du Bâtiment pour des différents étages : le RDC, 6^{ème}, 12^{ème} étage (dernier étage) et le Bâtiment.

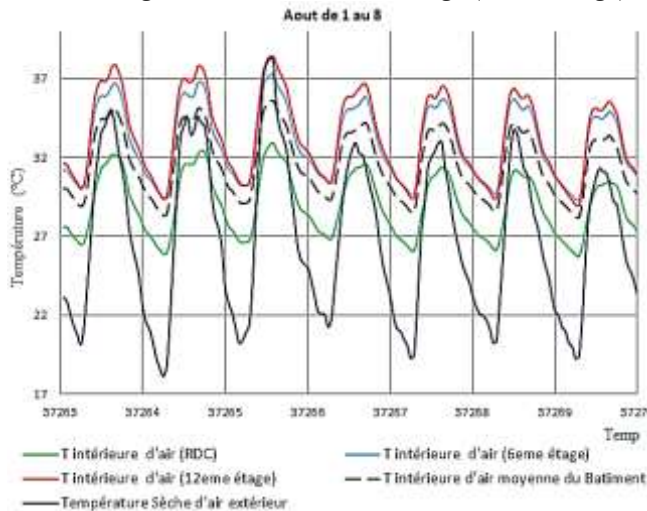


Fig.5. Evolution de la température intérieure des 3 étages (RDC, 6eme et 12eme) pour la 1ère semaine d'Aout.

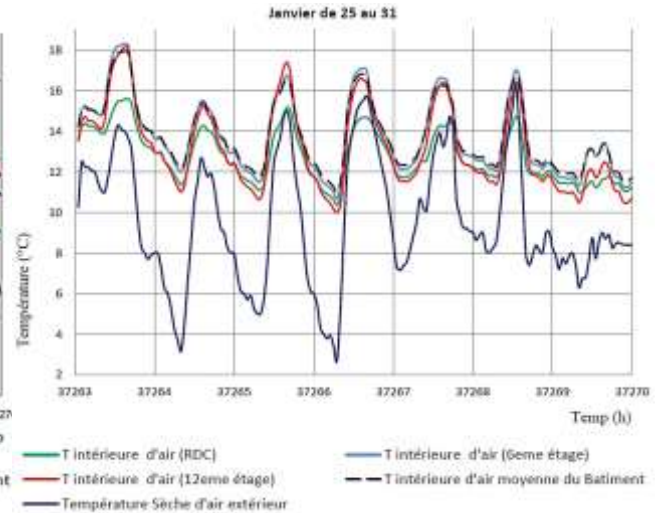


Fig.6. Evolution de la température intérieure des 3 étages (RDC, 6eme et 12eme) pour la dernière semaine du Janvier.

Pour la première semaine du mois d'Aout, la wilaya d'Alger est marquée par un climat très chaud. Il se caractérise par des températures très élevées qui atteignent les 38,5 °C. Cela a une influence directe sur la température intérieure qui se situe entre 30,5°C et 38,5 °C pendant la journée.

Nous constatons aussi que l'amplitude de la variation de la température est de l'ordre de 7,5°C entre la nuit et la journée.

L'évolution de la température intérieure en fonction du temps change d'un étage à un autre, en fonction de sa position, la surface de l'enveloppe d'étage et la fraction de la surface vitrée par rapport à la surface extérieure totale, elle varie entre 30,5° et 38,5° pendant la journée.

Pour le début de la dernière semaine du mois de Janvier, le climat est marqué par des températures qui se situent entre 3°C et 15,5°C, cela a un impact direct sur la température moyenne des étages.

Les résultats de cette figure permettent de constater que les températures du 6^{ème} et 12^{ème} sont un peu élevées par rapport à celles de RDC pendant la journée. Cela est dû à la différence de la surface vitrée de ces deux étages qui est plus grande par rapport au RDC.

La température intérieure du Bâtiment se situe au tour de 13°C et 18°C la journée et 11 à 14°C la nuit. Nous constatons aussi que l'amplitude de la variation de température entre la journée et la nuit est de l'ordre de 3,5°C.

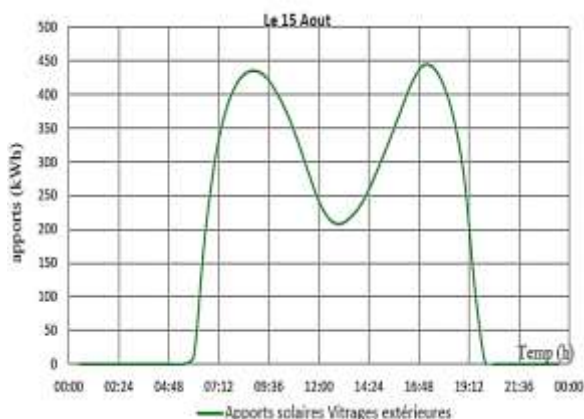


Fig.7. The solar gains external glazing of the building for a single summer day.

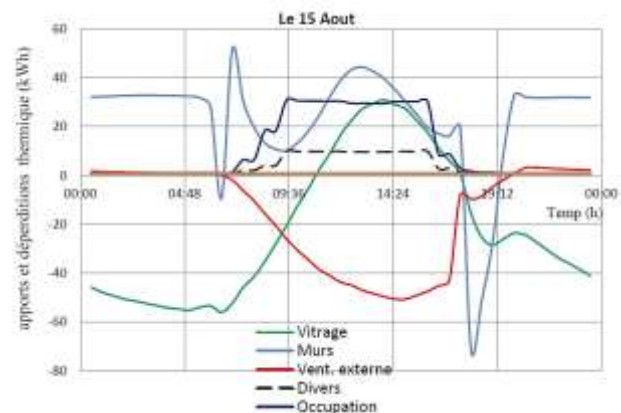


Fig.8. Inflows and outflows of the building for single summer day

Le but visé d'après cette 1^{ère} simulation est de réduire la surchauffe estivale et gardé le confort thermique d'hiver. Pour avoir une idée sur les facteurs qui causent la surchauffe, nous avons analysé les apports et les déperditions calorifiques du bâtiment.

D'après les figures 9 et 10, nous remarquons que la cause principale de la surchauffe est les apports solaires des vitrages extérieurs.

Nous remarquons que les apports solaires atteignent une valeur maximale 430kWh la matinée et 440kWh le soir .Au milieu de la journée, le soleil est au centre du ciel, face au mur sud du bloc, qui ne contient pas une grande surface vitrée, contrairement à la paroi de l'Est et l'Ouest (voir Fig.3 et Fig.4).

La chaleur solaire est stockée dans les parois qui les restituent quand la température radiante est plus grande que la température de l'air a l'intérieur du bâtiment.

3.2. Solutions proposés:

3.2.1. Influence du double vitrage moyennement réfléchissant et occultation:

Afin de réduire la contribution solaire, nous avons remplacé le simple vitrage avec un double vitrage moyennement réfléchissant et Nous avons utilisé une occultation à l'intérieur avec des lamelles horizontales pendant la saison estivale.

Tableau.4. Coefficients du bilan thermique du double vitrage moyennement réfléchissant

	Coefficient U ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)	Transparence %	Facteur solaire %
Double vitrage moyennement réfléchissant	1.6	30	39

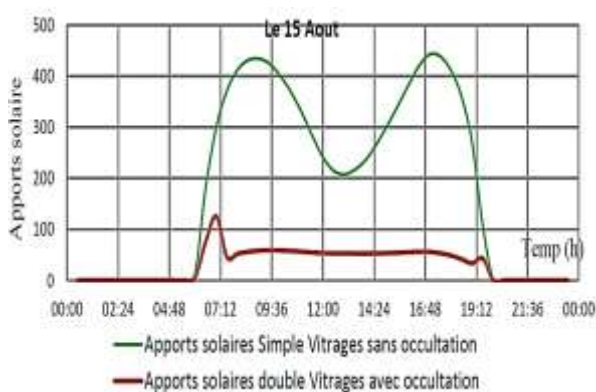


Fig.9. L'effet du double vitrage et l'occultation sur les Apports solaires

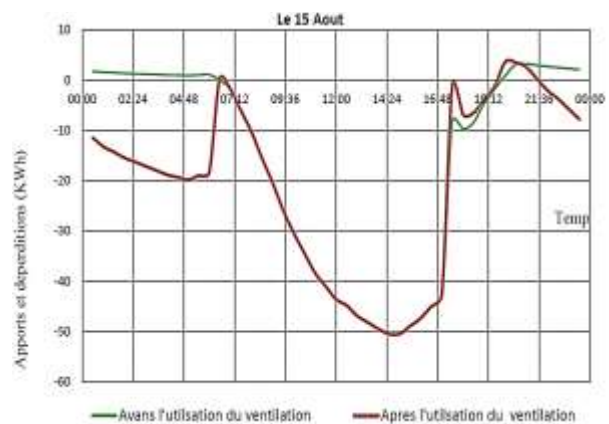


Fig.10. Apports et déperditions du bâtiment pour une seule journée d'été

La figure 9 montre l'effet de l'occultation et du double vitrage sur la réduction des apports solaires dans le bâtiment, elle réduit presque 70% des apports solaire.

3.2.2. Influence de la ventilation nocturne du 17:00 au 7:00 avec un débit de 0,6 vol/h:

D'après les résultats obtenus (voir figure 10), nous remarquons que les apports diminuent et les déperditions augmentent, ce qui influe positivement sur le bilan énergétique estival du bâtiment. La ventilation peut décharger le bâtiment de la chaleur accumulée dans la journée.

3.2.3. Utilisation du double vitrage moyennement réfléchissant et occultation + la ventilation nocturne + l'isolation des murs:

Pour l'isolation des murs intermédiaire nous avons proposé 8cm d'épaisseur par contre pour l'isolation extérieure nous avons utilisé les panneaux Aquapanel Outdoor.

L'Aquapanel est une solution d'isolation thermique par l'extérieur, c'est un système complet de bardage support de finitions sans joint apparent. Pour le nouveau siège de la CNL, l'Aquapanel pourra remplacer la maçonnerie en brique par une plaque de ciment contenant une couche d'isolation thermique en laine de verre installée sur une ossature métallique. Ce système d'isolation thermique a déjà bénéficié de l'Avis Technique du CNERIB.

3.3. Comparaison entre les besoins (chauffage et climatisation) avec et sans isolation :

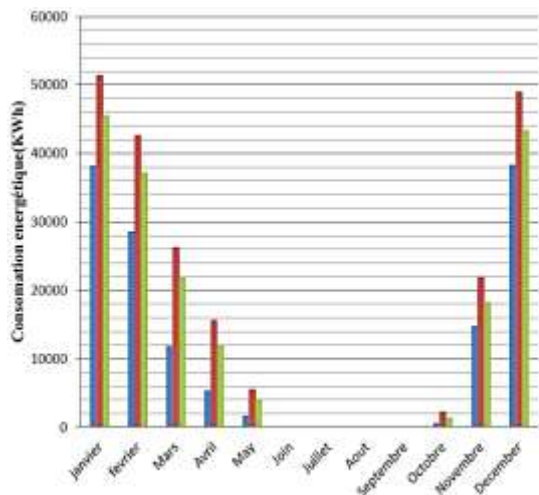


Fig.11. Les besoins mensuels en chauffage avec et sans isolation du Bâtiment

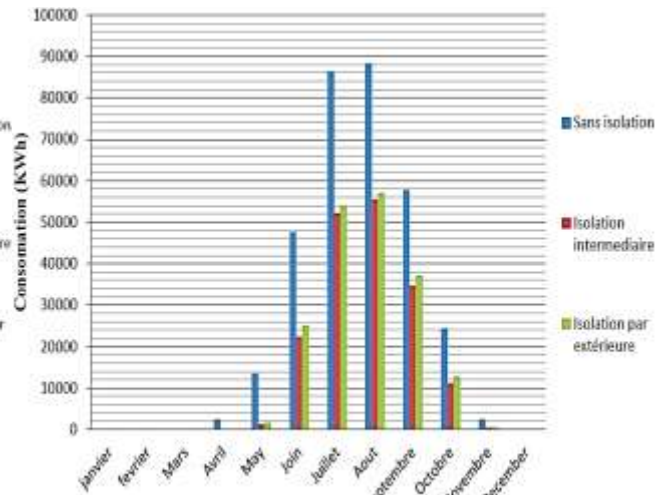


Fig.12. Les besoins mensuels en climatisation avec et sans isolation du Bâtiment

La figure 11 montre les besoins mensuels en chauffage pour les trois cas étudiée avec et sans isolation. Nous constatons que le bloc sans solutions proposées consomme moins qu'avec isolation et changement de type de vitrage.

La consommation est maximale au mois de janvier pour les 3 cas étudiés par ce c'est le mois le plus froid.

Les données de ce graphe nous donnent une idée précise sur l'impact des apports solaires réduit par le double vitrage moyennement réfléchissant sur le confort thermique, et la consommation énergétique pendant la saison hivernal.

La figure 12 donne les besoins mensuels en climatisation pour le bloc A1 du CNL étudiée avec isolation (intermédiaire, extérieur) et sans isolation. D'après les résultats le bloc avec isolation consomme moins d'énergie que sans isolation.

La consommation est maximale au mois d'Aout pour les 3 cas étudiés par ce qu'il est le mois le plus chaud. En période d'été l'isolation par extérieur avec l'Aquapanel est mieux que l'isolation intermédiaire.

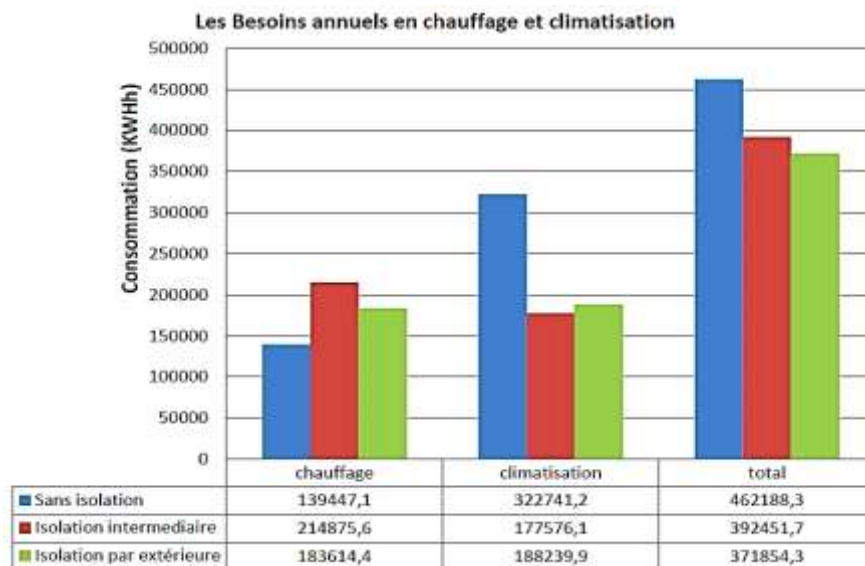


Fig.13. Les besoins annuelles en climatisation avec et sans isolation du Bâtiment.

La figure 13 représente les besoins annuels en chauffage et climatisation de la maison pour les trois cas étudié (sans isolation, isolation par extérieur et intermédiaire), on remarque que l'isolation extérieur (avec l'occultation et l'isolation de vitrage) est la plus intéressante en effet de consommation annuelle total représente 371854,3 kWh avec un gain de 90334 kWh (19,54%) par rapport à l'isolation intermédiaire (avec l'occultation et l'isolation de vitrage) 392451.7kWh avec un gain de 69736.6 kWh (15,09%).

4. Conclusion

Les résultats thermiques durant l'année montrent que ce bâtiment présente une surchauffe ($T = 38,5^\circ$), par contre en période hivernal nous obtenons des températures proches du confort thermique. Pour la saison estivale, l'énergie solaire

transmise au bloc A1 par l'intermédiaire des vitrages a entraîné la surchauffe de l'air par effet de serre. Notre étude distingue les sources de chaleur internes et externes au bâtiment, c'est-à-dire les parties actives et les parties passives comme les surfaces extérieures, les vitres, la toiture et trouver des solutions efficaces.

- L'utilisation du Double vitrage moyennement réfléchissant avec occultation diminue les apports solaires avec un pourcentage de 70%, ce qui influe directement sur le confort d'été et la consommation d'énergie en climatisation.

- Lorsque la température intérieure est plus élevée que celle d'extérieure (pendant la nuit), la ventilation des locaux augmente la charge thermique à éliminer, elle atteint 20KWh.

- L'isolation des murs augmente la surchauffe des locaux et l'effet de serre.

Pour la saison hivernal, nous constatons que les paramètres qui ont la plus grande influence sur la température à l'intérieure du bâtiment sont:

- La diminution des déperditions thermiques à travers les parois isolées a un effet positif sur le confort thermique hivernal du bâtiment. - Le pourcentage de la surface vitrée par rapport à la surface totale de l'enveloppe de chaque étage.

- Le vitrage réfléchissant réduit l'éclairage naturel également, et il a un comportement totalement négatif en hiver (augmentation de la consommation énergétique de 56% pour l'isolation intermédiaire des murs, et 31.6% pour l'isolation par extérieur), car il réduit les apports solaires.

References

1. APRUE, Consommation Énergétique Final de l'Algérie Edition (2014) (chiffre clé 2012).
2. IEA : Agence internationale de l'énergie, Algérie: Balance for (2014).