

Etude comparative relative à l'efficacité énergétique de deux appartements situés à Béchar, Algérie

Ibtissame Benoudjafer ^{1*}, Fouad Ghomari ² et Abderrahmane Mokhtari ^{3†}

¹ Département d'Architecture, Faculté des Sciences et Technologie
Université de Béchar, B.P. 417, Route de Kenadsa, Béchar, Algérie

² Laboratoire EOLE, Département de Génie Civil, Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Université Abou Bakr Belkaid, B.P. 230, Tlemcen, Algérie

³ Faculté d'Architecture et de Génie Civil
Université des Sciences et Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, USTO
B.P. 1505, El M'Naouar, Oran, Algérie

(reçu le 01 Mars 2011 – accepté le 29 Février 2012)

Résumé - Le but de cet article, est l'étude comparative relative à l'efficacité énergétique de deux appartements résidentiels qui sont situés dans la ville de Béchar (Algérie). A ce propos, des simulations ont été effectuées à l'aide du logiciel de simulation du comportement thermique en régime dynamique 'TRNSYS 16' avec le modèle numérique type 56. Ce projet vise l'introduction des matériaux de construction isolants, afin d'améliorer le confort thermique et de réduire l'énergie consommée. Diverses variantes ont été proposées, qui permettent de faire un choix pertinent assurant un meilleur confort thermique tout en étant très peu énergivore.

Abstract - The aim of this paper is the Comparative Study on Energy Efficiency of two apartments which is located in Bechar (Algeria). In this regard, simulations were performed using the software simulation of thermal behavior in dynamic 'TRNSYS 16' with the numerical model type 56. This project is the introduction of insulating materials in buildings to improve thermal comfort and reduce energy consumption. Various solutions have been proposed or variants, which can make a relevant choice providing better thermal comfort while being very greedy little energy.

Mots clés: Efficacité énergétique - Simulation - TRNSYS - Isolation thermique - Economie d'énergie.

1. INTRODUCTION

Dans le souci d'une gestion optimale de l'énergie, il convient de concevoir l'habitat de façon à réduire la consommation énergétique en vue de répondre aux exigences des usagers en matière de confort.

La typologie récente de l'habitat fait appel à une nouvelle conception architecturale, prenant en compte des matériaux nouveaux inadaptés au climat aride des zones sahariennes. Il s'agit principalement du matériau béton (structure poteaux-poutres et blocs de parpaings) connu pour ses multiples avantages (plasticité, facilité de mise en œuvre, résistance mécanique importante acquise à court terme, etc.).

Son inconvénient est lié à sa faible résistance thermique, qui ne fait pas de ce matériau, un matériau de choix sur le plan du confort thermique et qui par conséquent,

* tissamo@yahoo.fr - ghomarifouad@yahoo.fr

† am_mokhtari@yahoo.fr

augmente la consommation électrique pour permettre à l'utilisateur d'obtenir des ambiances de qualité.

Cette situation provoquée par la pression du besoin d'habiter et la crise du logement, a révélé de nouvelles contraintes sur le plan du confort (isolation absente ou insuffisante, nécessité d'une climatisation onéreuse et inesthétique, etc.).

De plus, nos gouvernants envisagent la construction de nouvelles villes dans les Hauts-Plateaux. Sur le court terme, l'Algérie va investir beaucoup d'argent dans le secteur de l'habitat au sein de toutes les wilayas du pays.

A cet effet, la solution proposée par cette étude peut intéresser les ingénieurs du bâtiment et les architectes des structures élastiques concernées (DUC, DLEP, CTC, etc.) et peut être utilisée comme un outil d'aide à la décision et surtout un indicateur important permettant d'échafauder la stratégie du pays en matière de construction dans les zones arides et semi-arides.



Fig. 1: Vue de quelques constructions de la ville de Béchar
(Grande mosquée Elhoda à gauche, Habitat collectif et individuel au centre, Ville à droite)

2. CONSOMMATION ENERGETIQUE A L'ECHELLE DE LA VILLE

Face au défi majeur du changement climatique, l'Algérie a pris des engagements ambitieux en signant la récente loi sur la maîtrise de l'énergie, votée en 1999, qui a apportée de nouvelles perspectives d'application d'une réglementation thermique en cours de mise en place [1].

Le secteur du bâtiment est, parmi les secteurs économiques, le plus gros consommateur en énergie. Il représente plus de 40 % des consommations énergétiques nationales [2]. Dans la ville de Béchar, le secteur du bâtiment à usage d'habitation et commerces 'AO' est statistiquement le plus consommateur en énergie électrique (105 GWh) en comparant à la consommation des bâtiments à usage administratif 'FSM' 17 GWh.

En revanche, le secteur des bâtiments industriels 'MT' consomme 42.5 GWh. Même la consommation de gaz est négligeable pour ce secteur, et élevée pour les deux autres [3].

Les figures 2 et 3 présentent la consommation énergétique (électricité et gaz) dans la ville de Béchar entre 2006 et 2008. Nous observons une augmentation de la consommation énergétique annuelle, ce qui montre qu'il y a un besoin en énergie sans cesse croissant auquel il y a lieu de répondre.

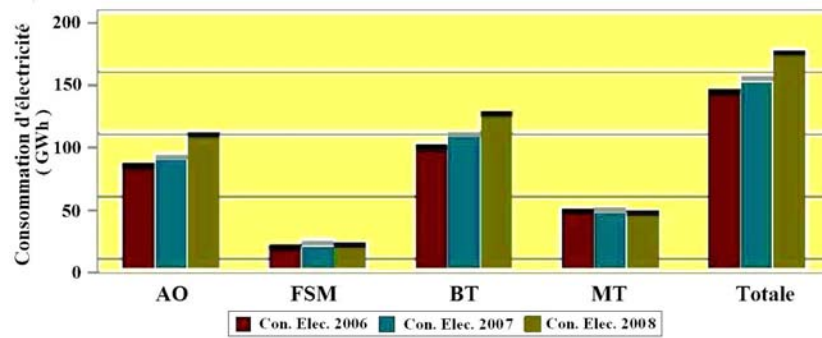


Fig. 2: Consommation énergétique électrique annuelle de la ville de Béchar en GWh

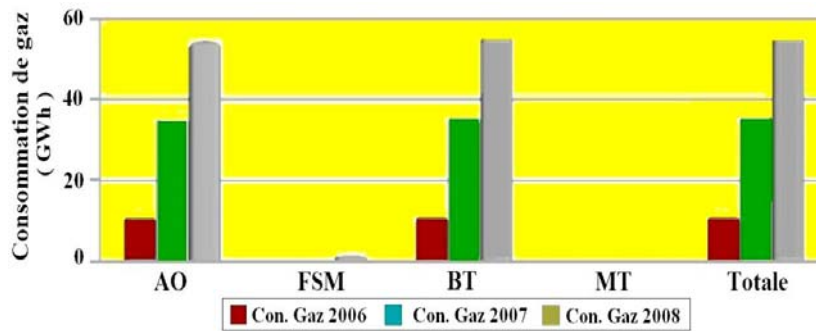


Fig. 3: Consommation énergétique de gaz annuelle de la ville de Béchar en GWh

AO: Bâtiment résidentiels, FSM: Bâtiment administratif,
BT: Basse tension (AO+FSM), MT: Moyen tension Bâtiment résidentiel.

3. CONSOMMATION ENERGETIQUE A L'ECHELLE DU BATIMENT

Une étude comparative de deux cités résidentielles de la ville de Béchar est élaborée sur le plan de la consommation énergétique pour atteindre l'exigence du confort thermique. Nous montrons la nécessité d'agir sur l'enveloppe en y intégrant de nouveaux systèmes constructifs en vue de minimiser la consommation énergétique.

Nous avons choisi deux appartements situés dans deux ensembles constructifs. Il s'agit de:

- La cité SELIS réalisée en 1958 par l'entreprise allemande, Missenard. L'enveloppe des bâtiments de cette cité vient d'être réhabilitée.
- La cité des 470 logements, construite en 1993. Le mode de construction dans cette cité présente des situations d'inconfort caractérisées.

3.1 Analyse de la cité SELIS

La SELIS forme un ensemble composé de 232 logements, répartis en 8 bâtiments et orientés Nord-Sud. Ce site est de forme accidentée, ce qui permet de créer des caves aux sous - sols.

L'orientation Nord-Sud des bâtiments et leur disposition en gradins facilite la pénétration des rayons solaires (Fig. 4). La grande partie des façades est exposée au sud, ce qui permet de tirer la meilleure partie de l'ensoleillement, quand celui-ci est nécessaire à l'équilibre thermique du bâtiment [4].

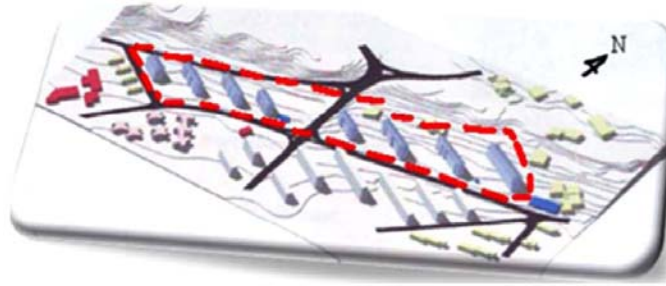


Fig. 4: La cité de la SELIS dans son contexte

Les bâtiments de la SELIS (Fig. 5), possèdent une forme rectangulaire allongée le long de l'axe Est-Ouest, représentant donc le mur pignon qui fait face au vent dominant. La forme des bâtiments est compacte. Un minimum d'ouvertures permet de limiter la circulation de l'air [5].

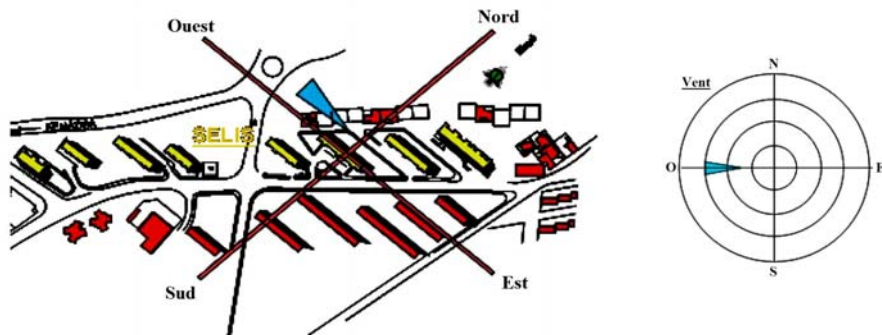


Fig. 5: Allongement de la forme des bâtiments dans la direction Est-Ouest [6]

Le système de ventilation naturelle appliqué au bâtiment se présente sous deux formes:

1. Ventilation verticale au niveau des murs opaques en utilisant des vides d'air entre les panneaux iso thermiques et le mur voile (cotés Est et Ouest).
2. Ventilation horizontale au niveau de la toiture inclinée (Fig. 6) avec des ouvertures sur les cotés qui permettent de dégager l'air chaud et renouveler l'air dans les parties supérieures.

Les parois des locaux habités sont composées de:

- *Murs extérieurs*: construits en portiques, voiles et panneaux iso thermiques,
- *Plancher bas*: dalle pleine de béton armé de 15 cm d'épaisseur,
- *Menuiseries extérieures*: cadre en bois et vitrage simple,
- *Couverture*: toiture inclinée offrant une bonne étanchéité.

- *Isolation thermique*: réalisée grâce à la présence de plaques en amiante ciment (époque coloniale), fixées par des chevilles sur des poutres en bois de 5 cm. Un vide d'air vertical est ventilé, entre les briques en terre cuite et le voile pour réduire le réchauffement du mur et faciliter le renouvellement de l'air [6].

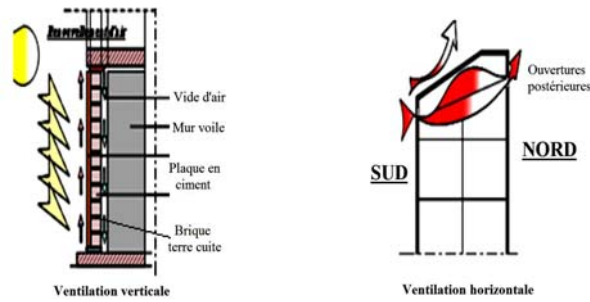


Fig. 6: Système de ventilation naturelle [6]

3.2 Analyse de la cité des 470 Logements

Le deuxième exemple présente une cité composée de 27 bâtiments et située à l'Est de la ZHUN de Béchar. Le bâti s'organise essentiellement en barres définissant des espaces libres inexploités (Fig. 7).



Fig. 7: La cité des 470 logements dans son contexte [6]

Les bâtiments de la cité 470 logements sont disposés sous forme d'une cour entourée par des bâtiments. Certains bâtiments se prolongent dans la direction Est-Ouest, permettant l'exposition de certaines façades au Sud (Fig. 8).

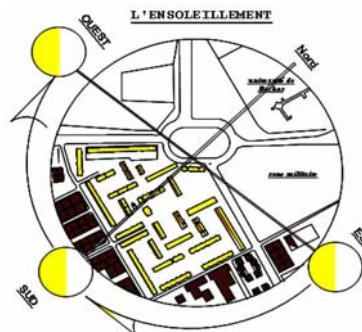


Fig. 8: Exposition au soleil de la cité des 470 logements

La cité est composée de 27 bâtiments orientés spontanément. Ils sont construits en portiques auto-stables, poteaux-poutres, les planchers sont en corps creux.

- *Murs extérieurs*: construits en blocs de béton (parpaings de ciment) de 15 cm d'épaisseur, un enduit de ciment et plâtre courant,
- *Murs intérieurs*: construits en bloc de béton (parpaings de ciment) de 10 cm d'épaisseur, un enduit de ciment et plâtre courant,
- *Plancher*: Plancher à poutrelles et hourdis avec dalle de réparation coulée sur place, de 20 cm d'épaisseur.
- *Toiture*: plate avec des puits rectangulaires. [6]

3.3 Etude comparative des deux cas d'étude

L'objectif principal de cette étude comparative est de connaître le coût de la consommation d'énergie dans les bâtiments et d'obtenir des informations sur le système énergétique utilisé. Concrètement, nous avons travaillé sur la base de factures électriques et des équipements utilisés, tout en gardant les mêmes conditions, telles que:

- Nombre d'occupants: 6 personnes,
- Equipements électriques installés: Télévision, lampes, machine à laver, cuisinière,...
- Equipements de chauffage et de rafraichissement: climatiseur, radiateur,
- Surface de l'appartement de formule F3: 70 – 90 m²,
- Orientation selon l'axe Sud-Nord.

Les **Tableaux 1, 2 et 3** présentent une étude comparative des deux logements de même catégorie sujets de notre étude en considérant trois critères: ceux liés à la conception architecturale, ceux ayant trait au système constructif et des critères liés à la performance énergétique.

Nous constatons que les principes de l'architecture bioclimatique sont appliqués par excellence (implantation, organisation des espaces, ensoleillement et le système de ventilation naturelle) pour les bâtiments de la SELIS (**Tableau 1**).

Tableau 1: Etude comparative de deux logements étudiés, selon des critères liés à la conception bioclimatique

Paramètres	SELIS	Cité des 470 logts	Bâtiment BBC
Orientation	✓	✗	Selon les vents dominants
Ventilation naturelle	✓	✗	Ventilations verticale et horizontale
Forme	✓	✗	Compacte
Protections solaires	✓	✗	Installés
Couvert végétal	✓	✗	Existe

Les parois extérieures du premier cas sont isolées et présentent un faible coefficient de d'échange global K (mur pignon, toiture inclinée).

Pour le 2^{ème} cas, les parois extérieures ne sont pas isolées. Il est clair que la valeur des déperditions par transmission DR vérifie la réglementation DTR C3-2 pour les

bâtiments de la SELIS (**Tableau 2**) et ne la vérifie pas pour les bâtiments des 470 logements.

Aussi, la consommation électrique pour l'appartement de la SELIS est faible par rapport au deuxième appartement (**Tableau 3**).

Tableau 2: Etude comparative de deux logements étudiés, selon le coefficient d'échange globale K, type d'isolation et les déperditions annuelles [7]

		SELIS	Cité des 470 logts	Bâtiment BBC
Coefficient K ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	Murs extérieurs	0.68 (orienté Nord-Sud) 2.97 (orienté Est-Ouest)	2.53	0.27 _ 0.40
	Murs intérieurs	2.70 (orienté Nord-Sud) 2.38 (orienté Est-Ouest)	2.38	0.27 _ 0.40
	Plancher	2.85	2.5	0.40 _ 0.99
	Toiture	2.17	2.97	0.21 _ 0.41
	Isolation	Plaques de ciment d'amiante	Inexistante	Isolation renforcée
	DR ($W/^\circ C$)	759.34 vérifié par DTR C3-2	963.86 non vérifié par DTR C3-2	Doit vérifier la norme RT 2005

Tableau 3: Etude comparative de la consommation des deux logements étudiés [8]

	SELIS	Cité des 470 logts
Janvier		
Consommation (kWh)	280	855
Facture Sonelgaz	1167.6 DA	3565.6 DA
Juillet		
Consommation (kWh)	1200	2500
Facture Sonelgaz	5004 DA	10425 DA

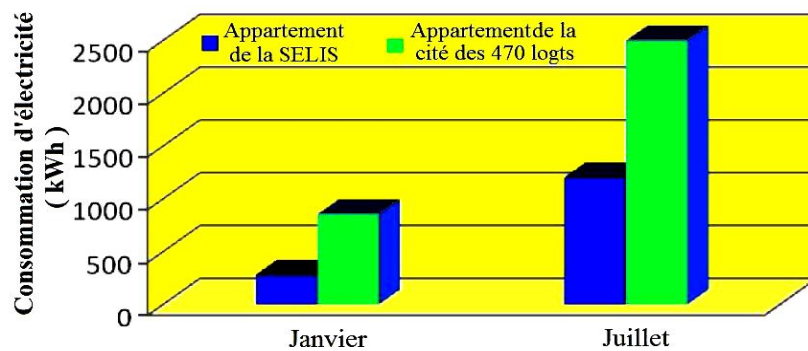


Fig. 9: Comparaison de la consommation électrique des deux logements étudiés

Le **Tableau 4** présente une comparaison entre les logements des deux cités par rapport aux bâtiments choisis performants énergétiquement.

Tableau 4: Comparaison de l'énergie utile en kWh/m²/an pour différents standards de l'habitat, selon RT 2005 et pour les appartements de la SELIS et de la cité des 470 logements à Bechar

Bâtiments	SELIS	Cité des 470 logts	BHPE (*)	BTHPE (*)	BBC (*)
Energie utile (kWh/m ² /an)	490	1261	96	80	50

(*) Les bâtiments de haute performance énergétique (BHPE), les bâtiments à très haute performance énergétique (BTHPE), les bâtiments basse consommation (BBC) [9].

Nous pouvons conclure que la cité de la SELIS (coloniale) peut être considérée comme un modèle de conception de l'habitat collectif à retenir dans les zones arides.

Elle présente une adéquation entre l'architecture et son climat vis-à-vis de l'habitat saharien, comparée à la cité des 470 logements.

4. PROPOSITION DE LA NOUVELLE TECHNIQUE UTILISANT UN ISOLANT

4.1 Isolation thermique par l'extérieur

Isoler thermiquement un bâtiment signifie réduire ses déperditions thermiques à travers tous les éléments de l'enveloppe extérieure (façades, toit, fenêtres, portes, plancher inférieur) en considérant dans leurs compositions une couche de matériau isolant [10].

La nouvelle technologie existante en Algérie (Groupe des Entreprises Hasnaoui) consiste à utiliser, à la place de la couverture traditionnelle de l'enveloppe en double paroi, l'isolation extérieure avec une paroi, une plaque de polystyrène et un crépi.

Cette nouvelle technique permet de:

- Protéger la structure des bâtiments,
- Résister aux intempéries,
- Economiser l'énergie (coût du m³ = 1000 DA),
- Diminuer les délais de construction: 8 m³/jour/personne ou 24 m³/jour/3personnes [11].

La nouvelle technique utilisée pour l'isolation thermique a pour objectif de réduire les déperditions en hiver et les gains en été, ce qui permet de ne pas gaspiller beaucoup d'énergie et d'assurer, un meilleur confort thermique.

4.2 Application de la technique d'isolation

Dans le cadre de ce travail, nous proposons l'application de cette technique d'isolation sur les parois des deux appartements étudiés auparavant, en procédant au calcul de la consommation énergétique dans les mêmes conditions -précédentes- extrêmes.

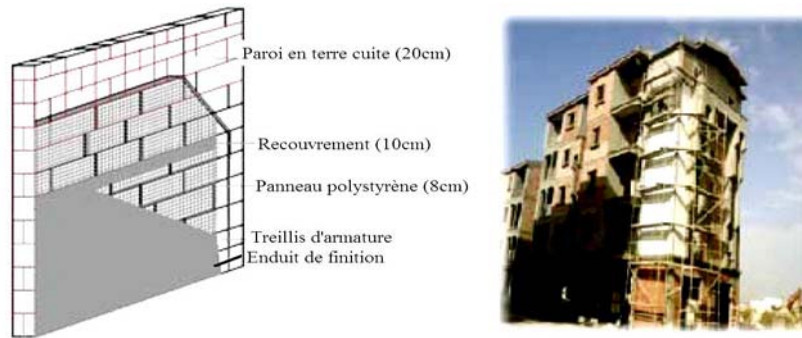


Fig. 10: Composition de la nouvelle technique d'isolation par l'extérieur [11]

Pour la réalisation de cette étude, nous avons eu recours au logiciel TRNSYS, qui est un outil de simulation thermique puissant permettant de prédire le comportement thermique du bâtiment et calculer la puissance nécessaire à installer pour arriver à une température de consigne fixée.

Nous avons simulé en multi zones les deux appartements, en considérant leurs propres compositions (selon D.T.R. C3-2, CNERIB, 1998), au niveau des parois verticales.

Le **Tableau 5** présente une étude comparative des deux appartements, selon le coefficient d'échange thermique global K et la consommation annuelle en kWh en considérant deux cas: l'état initial et l'état proposé (utilisant les plaques en polystyrène et un crépi). Aussi, le **Tableau** présente le coût économique en DA, selon le prix unitaire 1 kWh (Electricité) = 4,17 DA, une réduction pour l'habitation de 50 %, [3].

Tableau 5: Etude comparative de deux appartements selon le coefficient d'échange globale K et la consommation annuelle en kWh [8]

		SELIS	Cité des 470 logts
Etat initial	Coefficient K ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	$K = 0.68$	$K = 2.53$
	Consommation annuelle (kWh)	3587	9715
	Coût (DA)	6843.32 DA	40511.55 DA
Etat proposé	Coefficient K ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	$K = 0.25$	$K = 0.53$
	Consommation annuelle (kWh)	2355	4008
	Coût (DA)	9820 DA	16714 DA

Pour le cas de la cité de la SELIS, la modification au niveau des parois extérieures, permet de réduire la consommation annuelle de 35 %. Cette réduction est due essentiellement à l'utilisation des plaques en polystyrène expansé de 8 cm d'épaisseur.

Pour le cas de la cité des 470 logements, une réduction de la consommation annuelle peut arriver à 60 %, si on dispose des plaques en polystyrène expansé en conjonction directe avec les briques rouges de 20 cm d'épaisseur).

Cette différence de puissance est due à la composition de la paroi qui lui donne la possibilité d'empêcher le passage du flux de chaleur vers l'intérieur.

Nous pouvons, par la suite, isoler nos habitations pour assurer à la fois le confort et réduire le coût de la facture Sonelgaz à court terme.

Le **Tableau 6**, présente les coûts d'une maçonnerie en bloc en béton isolée par l'extérieur par des plaques de polystyrène.

Tableau 6: Comparaison des coûts de construction de réhabilitation du bâtiment [6]

Désignations	Unité	Prix unitaire
Blocs de béton (10 cm) + Enduit en ciment	m ²	1200 DA (*)
Plaques de polystyrène (8 cm) + Enduit de finition	m ²	1000 DA (**)

(*) Prix selon la Direction de l'Urbanisme et de la Construction, DUC, Béchar.

(**) Prix donnés par le Groupe des Entreprises Hasnaoui, Sidi Bel Abbès.

On peut constater que le coût d'une maçonnerie en parpaing est élevé par rapport à une isolation thermique par l'extérieur utilisant des plaques en polystyrène de 8 cm.

4.3 Résultats et discussions

L'efficacité énergétique pour le secteur résidentiel constitue un domaine de recherche de grande importance qui connaît un grand développement ces dernières années.

Parmi ces études, Mokhtari *et al.* [12] ont utilisé le logiciel TRNSYS pour modéliser, en régime dynamique, une cellule située à Béchar. Ils ont montré que le confort thermique peut être atteint par une combinaison de paramètres, tels que l'utilisation des matériaux de bonne résistance thermique comme la brique rouge.

Le choix de l'orientation du bâtiment a un faible impact énergétique, car la consommation totale plus importante à l'Est et l'Ouest est compensé par une consommation totale plus faible au Nord et au Sud.

Même Al-Sanea *et al.* [13] ont montré que l'orientation des murs a un effet significatif sur les caractéristiques du transfert de chaleur, alors que cet effet est relativement plus faible sur le coût total et l'épaisseur optimale d'un isolant donné.

Dans la même étude, ils ont évoqué le coût total et l'épaisseur optimale d'isolation, ainsi que leurs sensibilités aux changements dans les paramètres économiques.

Aussi, Medjelekh *et al.* [14] ont évalué l'impact de l'inertie thermique sur la consommation énergétique des bâtiments en réalisant une comparaison entre une maison de l'époque coloniale et une villa contemporaine.

Les résultats obtenus ont montré que l'utilisation d'un matériau local adapté au climat de la région permet d'obtenir un confort hygrothermique et réduit ainsi la consommation d'énergie.

Pour notre étude, la situation de l'inconfort est plus ressentie pendant la saison d'été, car les habitants n'arrivent pas à assurer un niveau de confort, même avec une consommation énergétique importante.

Pour cette raison, l'utilisation rationnelle des matériaux de construction et de l'isolation thermique, permet d'aboutir à la fois à une sensation thermique de bien être et un coût énergétique économique.

Fezzioui *et al.* [15] ont montré, par la simulation thermique utilisant le logiciel TRNSYS®, l'influence de l'enveloppe du bâtiment sur sa demande énergétique en période de surchauffe. Ils ont introduit des éléments d'amélioration de l'habitat étudié, tels que l'augmentation de l'inertie thermique, l'isolation des murs extérieurs et de la toiture.

Nous avons montré précédemment que l'emploi des plaques en polystyrène de 8 cm d'épaisseur en tant qu'isolant à l'extérieur, pour le cas de la cité des 470 logements, permet de réduire la consommation d'énergie de 60 % par rapport à l'état précédent (emploi des blocs en béton). Aussi, son coût d'investissement est moins onéreux (réduction de 16 % par rapport au bloc en béton).

D'ailleurs, Mohsen *et al.* [16] ont effectué une recherche sur l'économie d'énergie par l'isolation des bâtiments avec différents matériaux comme le polystyrène, la laine de roche, et par une lame d'air.

Ils ont constaté que l'économie d'énergie peut atteindre 77 % en utilisant le polystyrène dans l'isolation des murs et du toit.

5. CONCLUSION

Ce travail concrétise une étude comparative relative à l'efficacité énergétique, entre deux appartements situés dans deux cités: la SELIS, et les 470 logements. Nous pouvons conclure que la conception des bâtiments de la SELIS et leur morphologie sont en adéquation avec les conditions climatiques de la région. Ce qui nous permet d'avoir une consommation d'énergie moindre.

Dans les zones à climat saharien ou semi saharien, une grande part de la consommation d'énergie est consacrée à procurer un confort appréciable aux usagers pour la saison estivale. Pour ce faire, l'emploi raisonnable des matériaux isolants, en conjonction avec des matériaux de haute capacité thermique permettent de minimiser la consommation électrique.

Les résultats obtenus suggèrent que l'économie d'énergie peut être arrivée à 65 %, si on choisit des parois avec des briques rouges et un isolant disposé à l'extérieur. Ces parois amortissent les fluctuations de température et stabilisent la température de l'air intérieur grâce à la forte résistance thermique.

Isoler nos habitations permet donc d'assurer à la fois le confort et réduit le coût de la facture Sonelgaz. Il est devenu donc plus que nécessaire d'introduire la propriété d'isolation de la couverture des bâtiments comme exigence dans les cahiers des charges élaborés dans le secteur du bâtiment et de surcroît dans les zones arides et semi-arides.

REFERENCES

- [1] M.H.A.B Larbi Youcef, F. Boukadoum, S. Larbi Youcef, E. Fleury et A. Bolher, '*Etude de Sensibilité de Paramètres des Bâtiments Climatisés en Algérie*', Revue des Energies

- Renouvelables, Numéro Spécial: Journées Internationales de Thermique, Marsa, Tunisie, pp. 133 - 138, 2001.
- [2] E.D. Valcea, '*Isolation Thermique des Constructions en Algérie*', N° Edition 998/81 Enal, Alger, 232 p., 1986.
- [3] Données Sonelgaz, 2009, S.D.O Béchar.
- [4] S. Courgey et J.P. Oliva, '*La Conception Bioclimatique des Maisons Confortables et Economes*', Eurografica, Italie, 239 p., 2006.
- [5] A. Liebard et A.D. Herde, '*Traité d'Architecture et d'Urbanisme bioclimatiques*', Le Moniteur, Observer France, 368 p., 2005.
- [6] I. Benoudjafer, '*Amélioration du Confort Thermique des Ambiances Intérieures du Bâtiment dans le Contexte Saharien: Cas la Ville de Béchar*', Mémoire de Magister, Département de l'Architecture, Option Architecture Urbaine Environnementale Saharienne, 177 p., Université de Béchar, 2010.
- [7] Document, '*Réglementation Thermique des Bâtiments d'Habitations - Règles de Calcul des Déperditions Calorifiques*', Fascicule 1, D.T.R. C3-2, CNERIB, 1998.
- [8] Logiciel, '*TRNSYS Version 16*', Utilisation Manuel, Laboratoire de l'Energie Solaire.
- [9] D.G. Muller, '*L'Architecture Ecologique, 29 Exemples Européens*', Le Moniteur, Paris, 287 p., 2001.
- [10] C. Rougeron, '*L'Isolation Acoustique et Thermique dans le Bâtiment*', 3^{ème} Edition, Eyrolles, 308 p., 1979.
- [11] I. Benoudjafer, '*Rapport de Stage Professionnel, Groupe de Sociétés Hasnaoui*', Sidi Bel Abbès, Algérie, 25 p., Juin 2010.
- [12] A. Mokhtari, K. Brahimi et R. Benziada, '*Architecture et Confort Thermique dans les Zones Arides, Application au Cas de la Ville de Béchar*', Revue des Energies Renouvelables, Vol. 11, N°2, pp. 307 – 315, 2008.
- [13] S.A. Al-Sanea, M.F. Zedan and S.A. Al-Ajlan, '*Effect of Electricity Tariff on the Optimum Insulation-Thickness in Building Walls as Determined by a Dynamic Heat-Transfer Model*', Applied Energy, Vol. 82, N°4, pp. 313 – 330, 2005.
- [14] D. Medjelakh et S. Abdou, '*Impact de l'Inertie Thermique sur le Confort Hygrothermique et la Consommation Energétique du Bâtiment*', Revue des Energies Renouvelables, Vol. 11, N°3, pp. 329 – 341, 2008.
- [15] N. Fezzioui, B. Draoui, M. Benyamine et S. Larbi, '*Influence des Caractéristiques Dynamiques de l'Enveloppe d'un Bâtiment sur le Confort Thermique au Sud Algérien*', Revue des Energies Renouvelables, Vol. 11, N°1, pp. 25 – 34, 2008.
- [16] M.S. Mohsen and B.A. Akash, '*Some Prospects of Energy Saving in Building*', Energy Conversion and Management, Vol. 42, N°11, pp. 1307 – 1315, 2001.