

# Etude paramétrique d'un système combiné de chauffage et production d'eau chaude sanitaire au Maroc

S. OUBENMOH<sup>1</sup>, R. SAADANI<sup>1</sup>, A. ALLOUHI<sup>2</sup>, M. RAHMOUNE<sup>1</sup>, M. BENTALEB<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Etude des Matériaux Avancés et Applications, FS - EST Meknès, Université Moulay Ismail, BP 11201, Avenue Zitoune, Meknès, Maroc.

<sup>2</sup>Ecole Supérieure de Technologie-Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route d'Imouzzer, BP 242 Fès, Maroc

Auteur correspondant : safae.obn@gmail.com

## Résumé

Ce travail présente une simulation dynamique d'un système solaire combiné pour la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage des habitats. Pour évaluer les performances thermiques et l'influence des conditions climatiques sur l'intégration potentielle de ce système solaire, une comparaison entre trois zones climatiques du Maroc est faite. Deux types de construction ont été examinés, où la différence entre eux est le niveau de l'isolation. Dans cette étude, les performances thermiques de ce système solaire combiné (SSC) ont été évaluées à l'aide du logiciel TRANSOL qui est un logiciel spécifique dérivé de TRNSYS et permet de simuler de façon dynamique le comportement d'un SSC.

**Mots clés :** *Simulation dynamique, Bâtiment, Système solaire combiné, TRANSOL, Isolation.*

## 1. Introduction

L'exploitation de l'énergie solaire est développée depuis quelques années [1]. En effet l'utilisation de cette énergie dans les habitats fait appel à des capteurs à air ou à eau, produisant simultanément l'énergie thermique pour chauffer pendant la saison d'hiver, rafraichir pendant les saisons d'été et même la production de l'eau chaude domestique tout au long de l'année. Pour étudier les besoins énergétiques des bâtiments, et l'impact de sa conception sur ses performances énergétiques, deux scénarios de simulation ont été étudiés. Le premier scénario nommé (A) dont les performances de la construction sont faibles avec un coefficient de transmission surfacique  $U=0.98 \text{ W/m}^2\text{K}$  et un simple vitrage. Pour le second scénario nommé (B) dont les performances énergétiques de l'enveloppe sont augmentés avec  $U=0.41 \text{ W/m}^2\text{K}$  et un double vitrage. Ils sont munies chacune d'un système solaire thermique capable de chauffer et produire l'eau chaude sanitaire. La géométrie et les dimensions sont considérées les mêmes pour les deux locaux mono zones.

## 2. Description du système de chauffage solaire thermique

### 2.1 Conception du système SSC

La simulation dynamique a été faite par le logiciel TRANSOL, qui est un outil de prédiction des performances thermiques des installations solaires. Il est basé sur des principes de simulation dynamique (calculs au pas de temps d'une demi-heure ou moins) et évolue dans l'environnement de simulation TRNSYS. Ce logiciel inclut une vaste bibliothèque de composants, souvent validée par les données expérimentales [2].

Dans la configuration étudiée, le système est composé d'un ensemble d'éléments dont des capteurs solaires dont la surface totale est de  $20 \text{ m}^2$ , qui fournissent de l'énergie à un ballon au travers d'un échangeur de chaleur externe (Fig.1).

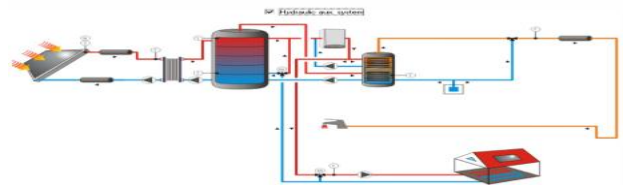


Figure 1 : Schéma de système combiné d'une maison individuelle.

Les ballons solaires avec un volume de  $3000 \text{ l}$  et les ballons auxiliaires sont connectés par un échangeur immergé dans le bas du ballon auxiliaire. L'énergie fournie au ballon auxiliaire, au travers d'une connexion directe en zone haute du ballon, peut aussi provenir d'un système de chauffage auxiliaire hydraulique. Le circuit de chauffage peut être alimenté par l'eau chaude du bas du ballon, et si nécessaire directement par l'appoint.

### 2.2 Données météorologiques

Pour les différents scénarios de simulation, trois bases de données météorologiques sont utilisées. Les principales caractéristiques et les conditions climatiques des régions étudiées sont résumées dans le tableau 1. Les données sont générées à partir de Meteonorm 7.0.

Les villes	Les coordonnées géographiques	Le Climat
Meknès	33°53' N 5°32' O	Climat méditerranéen froid en hiver
Tanger	35° 46' N 5°48' W	Climat chaud, Méditerranéen
Marrakech	31° 37' N 8°00' W	Climat semi-aride

Tableau 1: Caractéristiques générale des trois villes marocaines.

### 2.3 Consommation en eau chaude sanitaire

La consommation en eau chaude sanitaire quotidienne est liée généralement à plusieurs paramètres comme la géographie, l'équipement de l'habitat, le comportement et le nombre des occupants. Pour le scénario marocain, il n'y a jusqu'à présent, aucune étude portée sur le profil quotidien de la consommation pour maisons individuelles [3]. Par conséquent, le fait que les conditions tunisiennes confèrent pratiquement aux propriétés géographiques et culturelles que celle du Maroc et en se basant sur un travail réalisé par hazami et al. [4], on va estimer que la moyenne de consommation en eau chaude sanitaire est de 250 l/j pour une famille marocaine individuelle composée de 5 personnes. Le profil Matinal-Morning est sélectionné comme paramètre d'entrée du modèle dont le total des coefficients horaires sur les 24 heures est égal à 24.

### 2.4 Description de l'habitat étudié

Pour étudier aussi le comportement thermique et énergétique du bâtiment, le modèle choisi est une maison individuelle en 1<sup>er</sup> étage avec une superficie de 100 m<sup>2</sup> y compris les murs et les équipements d'accès. L'orientation de l'espace est établie en fonction du mouvement du soleil, de façon à ce que les espaces réservés pour l'habitation sont implantés au côté Sud et Est exposé au soleil et le côté nord, peu ensoleillé en hiver, est réservé aux diverses utilités de l'habitation.

Les caractéristiques de la maison et les propriétés de construction sont indiquées dans le tableau 2.

	Construction A	Construction B
Type de murs	Normal	Bien isolé
U (W/m <sup>2</sup> .K)	0.98	0.41
Type de fenêtres	Clair et simple	Clair et double avec une lame d'air de 8mm.
Caractéristiques communes		
Nombre d'étage	1	
Pourcentage de fenêtres sur murs externe %	21% sud, 14 % Est, 14 % Nord et 0 % Ouest	
Infiltration 1/h	0.8	
Les gains spécifiques (W/m <sup>2</sup> )	2.5	
Taux d'occupation	0.04	

Tableau 2 : Propriétés des deux types de constructions A et B.

### 3. Besoin en chauffage

Selon les deux cas, différents correspondants à la propriété de construction (A) et (B) sont indiqués dans le tableau 2, la répartition des besoins de chauffages pour les trois villes tout au long d'une année est générée par TRNSYS comme illustré sur les Figures 2 et 3.

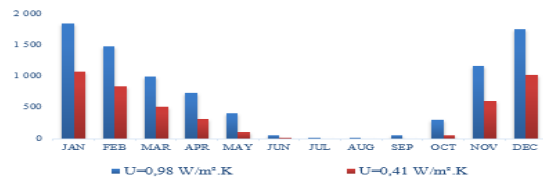


Figure 2: Besoin en chauffage mensuel de Meknès.



Figure 3: Comparaison des besoins de chauffage pour les deux types de construction.

L'analyse de ces chiffres des trois villes a montré que l'introduction de l'isolation dans l'enveloppe de bâtiment pour maintenir sa température intérieure en hiver au niveau de confort (La période de chauffage s'étale sur septembre - mai), entraîne une diminution tangible des besoins de chauffage de presque 50% par rapport à la variante non isolée (période de chauffage est plus courte de deux mois (octobre - avril) comme est indiqué à Marrakech et Tanger, alors que le maximum est observé pour la ville de Meknès. Cette ville présente une demande forte et remarquable par rapport aux autres villes, vu ces conditions géographiques (environ 500 mètres d'altitude) et climatiques. En effet pour le mois de janvier, la variante (B) a connu une réduction de la demande moyenne en chauffage allant jusqu'à 1070 KWh par rapport à la variante (A).

Construction	Meknès		Tanger		Marrakech	
	Local A	Local B	Local A	Local B	Local A	Local B
Chauffage KWh	8782	4513	6476	2973	5886	2635
ECS KWh	3517	3517	3518	3518	3517	3517
Total KWh	12299	8030	9994	6491	9403	6152

Tableau 3 : Besoins annuels en chauffage et ECS.

Le tableau 3 résume les besoins annuels de chauffage et en eau chaude sanitaire pour les deux cas. Il montre que ces charges dans la variante (B) ont sensiblement diminué d'environ 51% à Meknès, 45% à Tanger et de 44% à Marrakech, avec un maximum de 8782 KWh/ an à Meknès

pour le type (A). Nous notons également que, pour les deux types de construction, la charge d'ECS est restée constante vu quelle est indépendante du type de bâtiment.

#### 4. Effet du type de construction sur la température intérieure

L'impact de la construction sur la température intérieure pour les deux scénarios (avec et sans système combiné) est récapitulé dans la figure 4. La simulation est effectuée seulement sur la période de forte demande (la première semaine de janvier).

- Pour les cas sans système de chauffage solaire, on constate que la température intérieure du local (B) a augmenté de 3 à 4 °C par rapport au local ordinaire (A) pour les trois villes. Cela est dû à l'effet de l'isolation qui influence sur le comportement thermique en réduisant les pertes de chaleur de l'enveloppe.
- En ce qui concerne les cas avec le SCS, la température est maintenue entre 15 °C la nuit et 22 °C pendant la journée. En remarque que la température diminue dans la variante (A), dont la cause principale est l'absence totale d'isolation et la baisse de l'inertie thermique. La température de l'air intérieur montre bien que le local (B) en question dispose d'une isolation et d'une inertie thermique considérables. En effet les parois ont permis de réduire les déperditions vers l'extérieur et de jouer un rôle important dans le stockage de l'énergie émise par le plancher chauffant. La même remarque peut être faite pour les trois régions.

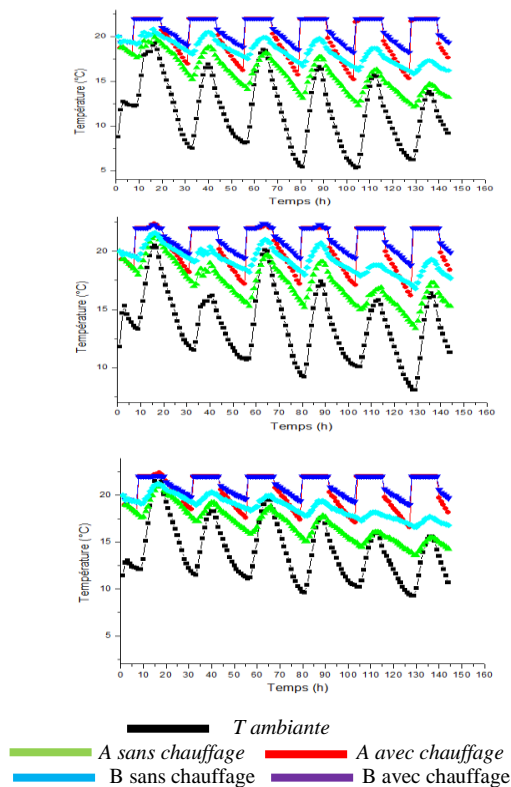


Figure 4: Effet de la construction sur la température intérieure pour Meknès, Tanger et Marrakech.

#### 5. Analyse de la fraction solaire

La part solaire pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire pour la ville de Meknès est illustré dans la figure 4. D'après ses résultats, le minimum est atteint pour la ville de Meknès où l'exigence de chauffage est forte. La fraction solaire est remarquable dans la variante (B). Dans ce cas, le DWH et les besoins de chauffages sont entièrement couverts par l'énergie solaire.

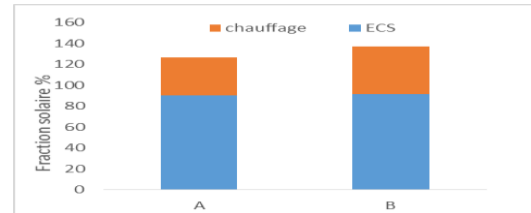


Figure 5: Fraction solaire annuelle de chauffage et ECS pour Meknès.

#### 6. Conclusion

Dans le présent travail, une étude paramétrique des systèmes de chauffage solaire pour trois villes à climats différents du Maroc et entre deux types de construction est effectuée. Les résultats sont obtenus à l'aide de la simulation dynamique annuelle par le logiciel TRANSOL. Cette analyse vise, d'une part, d'aider les ingénieurs et les concepteurs à évaluer l'impact des bâtiments à basse consommation sur les besoins de chauffage par rapport aux bâtiments ordinaires. Nous constatons que les charges totales sont réduites de 51 %, 45 % et 44 % pour Meknès, Tanger et Marrakech, respectivement. D'autre part, on peut adapter les systèmes du SCS aux conditions climatiques du Maroc.

Nous concluons que pour les trois cas étudiés, la fraction solaire est supérieure à 45% lorsque les paramètres optimaux du système de chauffage solaire sont bien déterminés.

#### Références

- [1] Document, *Réglementation thermique du bâtiment au Maroc*.
- [2] Document, *Manuel d'utilisation de TRANSOL v3.1*.
- [3] A. Allouhi et al. *solar domestic heating water systems in Morocco: An energy analysis*, Energy Conversion and Management, mars-2015, p. 105-113.
- [4] M. Hazami et al. *Energetic and exergetic performances of an economical and available, integrated solar storage collector based on concrete matrix*, Energy Convers Manage 2010, 51:1210-8