

# ETUDE DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DU CHAUFFAGE ET DU REFROIDISSEMENT D'UN BÂTIMENT ADMINISTRATIF AU MAROC

YESSOUF R.<sup>1</sup>, MEZRHAB A.<sup>2</sup>, ANDRÉ P.<sup>3</sup>

1 Laboratoire BEMS « Building Energy Monitoring and Simulation », Département des sciences et gestion de l'environnement, faculté des sciences, Université de Liège, Belgique & Laboratoire de Mécanique et Energétique, faculté des sciences, Université Mohamed Premier Oujda, Maroc.

2 Laboratoire de Mécanique et Energétique, faculté des sciences, Université Mohamed Premier Oujda, Maroc

3 Laboratoire BEMS « Building Energy Monitoring and Simulation », Département des sciences et gestion de l'environnement, faculté des sciences, Université de Liège, Belgique

## Résumé

Le gouvernement marocain vise à réaliser une économie d'énergie primaire d'environ 12% à l'horizon 2020 en mettant en place un plan d'efficacité énergétique dans les différents secteurs économiques. En effet, le secteur de bâtiment est un gros consommateur d'énergie, mais en même temps possède le plus fort potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique au Maroc. C'est dans cette perspective s'inscrit ce travail.

En considérant un bâtiment administratif type, l'étude a été effectuée sous le logiciel TRNsys pour calculer le bilan énergétique (besoins annuelles de chauffage et de refroidissement) de cette construction qui ne contient pas des mesures d'efficacité énergétique dans les six zones climatiques du Maroc.

## 1. Introduction

De tout temps, l'énergie a joué un rôle majeur dans le développement humain et économique ainsi que dans le bien-être de la société. La croissance de la demande énergétique mondiale, l'épuisement inévitable des ressources fossiles, à plus ou moins long terme, et la détérioration de l'environnement sont les principaux facteurs amenant à une prise de conscience de l'utilisation rationnelle de l'énergie. C'est pour cela, il faut penser à l'introduction des mesures d'efficacité énergétique dans tous les secteurs notamment le secteur du bâtiment qui est un gros consommateur.

L'ensemble des parties d'un bâtiment est soumis aux transferts thermiques, qui sont des échanges de chaleur entre le milieu chaud et le milieu froid. La connaissance et la maîtrise de ces transferts thermiques permet une gestion de la consommation énergétique d'un bâtiment. La diminution de ces échanges thermiques permet de maintenir

une température tempérée à l'intérieur du bâtiment en y apportant le moins d'énergie possible.

## 2. Méthode de calcul

Notre travail consiste à la simulation thermique dynamique d'un bâtiment administratif dans les différentes zones climatiques du Maroc, en étudiant l'impact d'introduction des mesures d'efficacité énergétique (volet passif) sur ce bâtiment choisi, de point de vue confort des occupants et réduction des gaz à effet de serre.

Le besoin de chauffage des locaux pour chaque période de calcul est obtenu par l'équation suivante :

$$Q_h = Q_d - \eta Q_g \quad (1)$$

Avec :

- ✓  $Q_h$  représente le besoin en chauffage
- ✓  $Q_d$  représente les déperditions
- ✓  $Q_g$  représente les gains
- ✓  $\eta$  représente le taux d'utilisation

## 3. Données de l'étude

### 3.1. Données météorologiques

Pour réaliser les simulations thermiques dynamiques, des données météorologiques horaires sont nécessaires à introduire au logiciel TRNsys, ces données sont importées du logiciel « Meteororm ». Elles présentent les températures, l'humidité relative et le rayonnement horizontal direct et diffus. Sachant que, le territoire Marocain a été subdivisé en six zones climatiques.

Tableau 1: Les coordonnées géographiques des villes représentatives des six zones climatiques

Zone climatique	Ville représentative	Latitude (m)	Longitude	Altitude
<b>Zone 1</b>	Casablanca	55	-7,7°E	33,6°N
<b>Zone 2</b>	Tanger	85	-5,8°E	35,7°N
<b>Zone 3</b>	Oujda	545	-1,8°E	34,7°N
<b>Zone 4</b>	Ifrane	1665	-5,2°E	33,2°N
<b>Zone 5</b>	Marrakech	466	-8°E	31,6°N
<b>Zone 6</b>	Er-Rachidia	1045	-4,4°E	31,9°N

ZONAGE CLIMATIQUE DU MAROC  
ADAPTE AUX BESOINS DE LA REGLEMENTATION  
THERMIQUE DANS LE BATIMENT

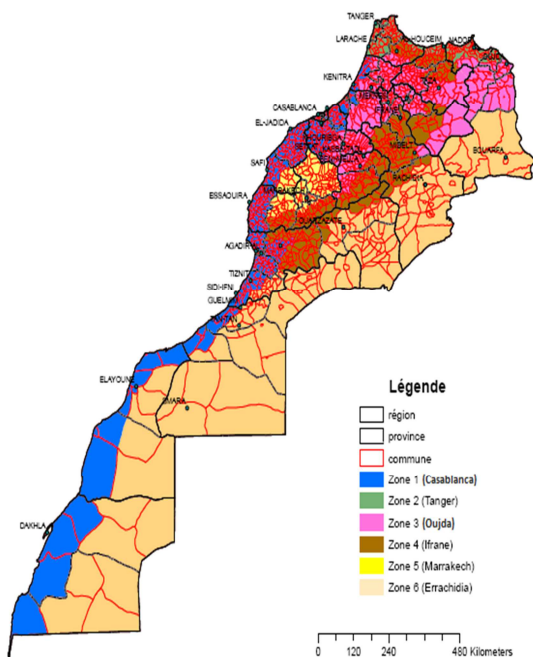


Figure 1: Zonage climatique du Maroc (Source : ADEREE 2010)

### 3.2. Description du bâtiment

Le bâtiment administratif étudié est composé de RDC + 5 étages. Il est construit sur une surface de 1022,25 m<sup>2</sup>, dont une surface chauffé et climatisée de 538,78m<sup>2</sup>et d'un TGBV (Taux Global des Baies Vitrées) de 31,35 %.

### 3.3. Hypothèses de simulation thermique dynamique

#### ❖ Apports dus aux occupants

Le corps humain est assimilé à un générateur thermique dont la puissance dépend de l'activité exercée. Dans notre cas, le nombre d'occupants est déterminé par rapport à la surface de la zone.

Tableau 2 : Profil d'occupation du bâtiment administratif

	Semaine (8:30-16:30)	Week-end
Occupation (personne/m <sup>2</sup> ) :	1 personne/5 m <sup>2</sup>	0

TRNSys présente plusieurs types de gains dus aux occupants en se basant sur la norme ISO 7730, nous choisissons en fonction du type de local les puissances suivantes :

- Pour les bureaux : 100W/personne.
- Pour les couloirs, ascenseurs et escaliers : 185W/personne.

#### ❖ Apports dus aux appareils électriques et éclairage

- Ordinateurs : Puissance électrique de 230 W/poste.
- Éclairage : Puissance électrique de 10W/m<sup>2</sup> de surface utile.

Le bâtiment administratif étudié dispose de 137 ordinateurs.

#### ❖ Taux de renouvellement de l'air

Le taux de renouvellement d'air est fixé, selon la norme marocaine NM ISO 13789/2010, à 0.6 vol/h y compris l'infiltration.

#### ❖ Ombrage interne

La valeur de l'ombrage interne est fixée, tout au long de l'année, à une valeur constante de 25% de la surface des fenêtres extérieures.

#### ❖ Consignes de températures

Le système de climatisation utilisé permet de garder une température de consigne de 26°C, tandis que le système de chauffage la maintient à 20°C.

## 4. Modélisation du bâtiment

Nous avons scindé le bâtiment administratif en 51 zones thermiques. Ce zonage se fait en fonction de la température de consigne, l'orientation et le profil d'occupation.



Figure 2: Zonage thermique du RDC du bâtiment

Une série de simulations thermiques ont été réalisées sur le bâtiment choisi à l'aide du logiciel TRNSYS, l'étude est faite suivant un scénario de référence qui consiste à considérer le modèle de base de construction ordinaire au Maroc, sans aucune amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment. La figure ci-dessous présente l'interface de notre travail sur TRNSys :

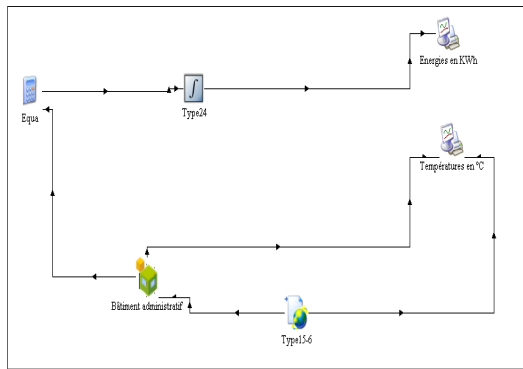
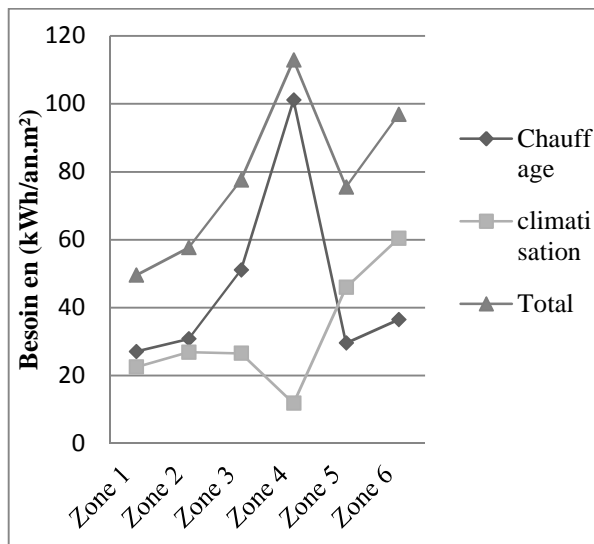


Figure 3: Interface de travail sur TRNSys

## 5. Résultats de l'étude

Le graphe ci-dessous illustre les besoins en chauffage et en climatisation du bâtiment selon les zones climatiques :



Graphe 1: Besoins annuels en chauffage et en climatisation pour un bâtiment administratif selon les zones climatiques

## 6. Discussion des résultats

Les besoins en chauffage et en climatisation du bâtiment administratif varient d'une zone climatique à une autre. Le maximum du total des besoins se manifeste dans la zone 4 (Ifrane), alors que le minimum est observé dans la zone 1 (Casablanca). La demande en chauffage est maximale dans la zone 4 et minimale dans la zone 1. La demande en climatisation, quant à elle, est maximale dans la zone 6 (Er-Rachidia) et minimale dans la zone 4. Cela est expliqué particulièrement par le climat qui diffère d'une zone à une autre.

Dans toutes les zones, les besoins annuels en chauffage et en climatisation dépassent les seuils fixés par le RTCM Règlement Thermique des Constructions au Maroc . En

effet. Comme nous pouvons le noter, c'est dans la zone 4, représentée par la ville d'Ifrane, que l'écart vis-à-vis de la valeur fixée par le RTCM est énorme. Ceci est dû principalement à son climat froid.

## 7. Conclusion

Ces excès constatés sont dus essentiellement à la médiocre performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment. Effectivement, ce cas de référence représente le parc bâti existant actuellement au Maroc, dans lequel aucune mesure d'efficacité énergétique supplémentaire n'a été introduite. Une étude d'impact de la mise en place des isolants thermiques et des doubles vitrages s'avère nécessaire pour améliorer la performance énergétique de ce bâtiment.

## Références bibliographiques

- Modélisation thermique des bâtiments : Évaluation des principaux critères architecturaux sur la qualité thermique des bâtiments, A. KHCHAREM, 2009.
- Caractérisation des besoins énergétiques des bâtiments au Nord du Maroc- S.BABAH, I.R.MAESTRE, A.DRAOUI, P.CUBILLAS, F J.G.GALLERO.
- Améliorez le confort de votre maison, l'isolation thermique, ADEME, 5614 Mars 2008.
- La réglementation thermique de la construction au Maroc, RTCM/ADEREE 2014.
- Manuel du logiciel TRNSys 17