



**UNIRSITE KASDI MERBAH OUARGLA**



**Faculté des sciences appliquées  
Département de Génie Mécanique**

**Mémoire Master Académique**

**Domaine: Sciences et Technologies**

**Filière: Génie Mécanique**

**Spécialité: Energétique**

**Présenté par :**

**CHOUFAOUI Siddik & HABITA Dia Elhak**

**Thème**

***Performances énergétiques et influence  
architecturale dans l'habitat***

**Soutenu publiquement**

Le 11 /06 /2018

**Devant le jury composé de :**

Mr. DERGHOUT Zoheir

MA. UKM Ouargla

Président

Mme. DAMENE Djamila

MA. UKM Ouargla

Examineur

Mr. KABDI Zakaria

MC. UKM Ouargla

Encadreur

**Année Universitaire : 2017/2018**

# Dédicace

*En cet honorable lieu, d'un simple geste tracé par écrit, mais qui jaillie du*

*Profond sentiment de reconnaissance, permettez-moi de citer les noms comme un*

*Mémoire pour ceux qui ont une place particulière:*

*A mon très cher père*

*A ma très chère mère*

*A mes très chers frères et soeurs.*

*A toute ma famille.*

*A tous mes ami(e) s sans exception.*

*A la promotion de la 2ème année master énergétique 2017/2018*

*A tous ; je dédie ce mémoire , qui est le fruit de mes études supérieurs, tel un  
présent du cœur, en priant ALLAH tout puissant à le mettre au service de notre  
nation et du bien de l'humanité, et qu'il sera une lumière sur mon parcours  
professionnel.*

## ***Remerciement***

*Avant tout, nous remercions **ALLAH** de nous avoir donné le courage,*

*la patience et la chance d'étudier et de suivre*

*à son terme ce modeste travail. Nous tenons à exprimer notre*

*profonde gratitude et nos vifs remerciements à*

*mon promoteur **Mr. KABDI Zakaria**, pour ses orientations, ses*

*précieux conseils et sa contribution dans l'élaboration de ce travail.*

*Nous tenons également à remercier*

*tous nos enseignants du département de Génie Mécanique.*

*Nous tenons enfin à remercier les Honorables Membres du jury*

*d'avoir accepté de juger ce travail,*

***Mme. DAMENE Djamila et Mr. DARGOUTH Zouhir***

## Résumé

L'optimisation de la consommation énergétique est devenue impérative de nos jours vu la rareté des énergies fossiles et les conséquences de leur utilisation sur l'environnement. Dans cet objectif on a pris en compte dans notre travail, les paramètres climatiques, la forme et l'orientation des bâtiments pour évaluer ses performances énergétiques. Ceci en utilisant le logiciel TRNSYS.

Après la représentation des résultats obtenus de la consommation d'énergie en fonction des données climatiques, du facteur de forme et de l'orientation, nous observons que la consommation d'énergie dépend des données du climat, de la forme de forme, mais l'orientation n'a pas d'influence sur la consommation énergétique dans le bâtiment.

## ملخص

لقد أصبح ترشيده استهلاك الطاقة أمراً حتمياً في الوقت الحاضر نظراً لندرة الوقود الأحفوري وعواقب استخدامه على البيئة. مع أخذ هذا الهدف في الاعتبار، أخذنا بعين الاعتبار المعلمات المناخية وشكل المباني وتوجهاً لتقييم أدائها في مجال الطاقة. هذا باستخدام برنامج TRNSYS. بعد تمثيل النتائج التي تم الحصول عليها من استهلاك الطاقة وفقاً للبيانات المناخية، عامل الشكل والتوجيه، نلاحظ أن استهلاك الطاقة يعتمد على بيانات المناخ، من عامل الشكل، ولكن ليس للتوجيه أي تأثير على استهلاك الطاقة في المبنى.

## Summary

the optimization of energy consumption has become imperative nowadays given the scarcity of fossil fuels and the consequences of their use on the environment. With this objective in mind we have taken into account the climatic parameters, the shape and orientation of the buildings to evaluate its energy performance. This using the TRNSYS software.

After the representation of the results obtained from the energy consumption according to the climatic data, the form factor and the orientation, we observe that the consumption of energy depends on the data of the climate, of the invoice of form, but the orientation has no influence on energy consumption in the building.

# Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Nomenclature

Introduction générale 1

## Chapitre I : Consommation énergétique et formes architecturales des bâtiments en Algérie

I.1.Introduction 3

I.2. Climat en Algérie 4

I.2.1.Définition 4

I.2.2.Classification du climat en Algérie 4

I.3.Bâtiment et Consommation d'énergie 5

1.3.1. Bâtiments très performants 5

1.3.2. Bâtiments administratifs 6

I.4.Secteur de consommation énergétique 6

I.4.1. Consommation énergétique par secteur 6

I.4.2.Consommation mondiale d'énergie 7

I.4.3.La consommation énergétique à Ouargla 8

I.5.Énergie solaire dans le bâtiment 8

I.5.1.Bâtiment zéro énergie 8

I.6.Forme architectural et climat chaud 9

I.7.Facteur influencent la consommation énergétique 10

I.7.1. Facteur de forme 10

I.7.2. Orientation 10

I.7.3.Isolation et fenêtrage 11

I.8.Choix des régions étudiées 12

I.8.1.Région de Ouargla 12

I.8.1.1. Donnés géographiques 12

I.8.1.2. Données météorologiques 13

<b>I.8.2.Région de Djelfa</b>	<b>13</b>
<b>I.8.2.1.Données géographiques</b>	<b>13</b>
<b>I.8.2.2.Données météorologiques</b>	<b>14</b>
<b>I.8.2.3. Données architecturales de Ouargla et Djelfa</b>	<b>14</b>
<b>I.9.Conclusion</b>	<b>16</b>
<b>Chapitre 2 : Simulation des différentes formes de bâtiments</b>	
<b>II.1. Simulation à l'aide du logiciel TRNSYS</b>	<b>18</b>
<b>II.1.1. Avantages du logiciel TRNSYS</b>	<b>19</b>
<b>II.1.2. Inconvénients du logiciel TRNSYS</b>	<b>19</b>
<b>II.2. Étapes de la simulation</b>	<b>20</b>
<b>II.3.Différentes formes de simulation</b>	<b>21</b>
<b>II.3.1. La forme rectangulaire "R "</b>	<b>21</b>
<b>II.3.2. La forme "L"</b>	<b>22</b>
<b>II.3.3.La forme " U</b>	<b>23</b>
<b>II.3.4.La forme Cour "C"</b>	<b>24</b>
<b>II.4.Les tableaux des formes et les facteurs des formes</b>	<b>25</b>
<b>II.5.Orientation</b>	<b>29</b>
<b>II.6.Le coefficient global de transfert thermique</b>	<b>30</b>
<b>Chapitre 3 : Résultats et discussion</b>	
<b>III.1. Résultats des bâtiments de logement</b>	<b>34</b>
<b>III.2. Résultats des bâtiments administratifs</b>	<b>42</b>
<b>Conclusion générale</b>	<b>45</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>46</b>

# Liste des figures

<i>FIGURES</i>	<i>TITRES</i>	<i>Page</i>
<i>I.1</i>	<i>Classification du climat en Algérie [2]</i>	<i>4</i>
<i>I.2</i>	<i>Secteur de consommation énergétique (MEM 2014).</i>	<i>7</i>
<i>I.3</i>	<i>Répartition de la consommation énergétique mondiale selon les ressources en 2013 (AIE, 2014)</i>	<i>7</i>
<i>I.4</i>	<i>Bâtiments zéro énergie</i>	<i>8</i>
<i>I.5</i>	<i>Exemple de l'orientation de la maison</i>	<i>11</i>
<i>I.6</i>	<i>Le principe de l'isolation thermique</i>	<i>12</i>
<i>I.7</i>	<i>Situation géographique d'Ouargla.</i>	<i>13</i>
<i>I.8</i>	<i>Situation géographique de Djelfa.</i>	<i>14</i>
<i>I.9</i>	<i>Quelques formes de construction à Ouargla et Djelfa.</i>	<i>15</i>
<i>II.1</i>	<i>Représentation schématique d'un type.</i>	<i>19</i>
<i>II.2</i>	<i>Orientation et Dimensions de la forme rectangulaire.</i>	<i>21</i>
<i>II.3</i>	<i>Orientation et Les dimensions de la forme "L".</i>	<i>22</i>
<i>II.4</i>	<i>Orientation et Dimensions de la forme " U ".</i>	<i>23</i>
<i>II.5</i>	<i>Orientation et Dimensions de la forme " COUR ".</i>	<i>24</i>
<i>II.6</i>	<i>Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude le rectangulaire</i>	<i>29</i>
<i>II.7</i>	<i>Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude le forme U.</i>	<i>30</i>
<i>II.8</i>	<i>Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude de forme L.</i>	<i>30</i>
<i>III.1</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment d'un niveau à Ouargla.</i>	<i>34</i>
<i>III.2</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment deux niveau à Ouargla.</i>	<i>34</i>
<i>III.3</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction facteur de forme CF pour un bâtiment trois niveaux à Ouargla.</i>	<i>34</i>

<i>III.4</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de d'un niveau à Ouargla.</i>	<i>35</i>
<i>III.5</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de deux niveau à Ouargla.</i>	<i>35</i>
<i>III.6a</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de trois niveau à Ouargla.</i>	<i>35</i>
<i>III.6b</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de chauffage et climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de trois niveau à Ouargla.</i>	<i>35</i>
<i>III.7</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment d'un niveau à Djelfa.</i>	<i>36</i>
<i>III.8</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment deux niveau à Djelfa.</i>	<i>36</i>
<i>III.9</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction facteur de forme CF pour un bâtiment trois niveaux à Djelfa.</i>	<i>36</i>
<i>III.10</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de d'un niveau à Djelfa.</i>	<i>37</i>
<i>III.11</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de deux niveau à Djelfa.</i>	<i>37</i>
<i>III.12a</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de trois niveau à Djelfa.</i>	<i>37</i>
<i>III.12b</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de chauffage et climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de trois niveau à Djelfa.</i>	<i>37</i>
<i>III.13</i>	<i>Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme rectangulaire de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla</i>	<i>38</i>



III.14	<i>Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme L de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.</i>	38
III.15	<i>Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme U de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla</i>	38
III.16	<i>Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme Cour de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla</i>	38
III.17	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme rectangulaire de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.</i>	39
II.18	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme L de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.</i>	39
III.19	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme U de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.</i>	39
III.20	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme Cour de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla</i>	39
III.21	<i>Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme rectangulaire de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa</i>	40
III.22	<i>Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme L de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.</i>	40
III.23	<i>Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme U de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation</i>	40

	<i>(0°.30°.60°.90°) à Djelfa</i>	
<i>III.24</i>	<i>Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme Cour de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa</i>	<i>40</i>
<i>III.25</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme rectangulaire de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.</i>	<i>41</i>
<i>II.26</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme L de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.</i>	<i>41</i>
<i>III.27</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme U de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.</i>	<i>41</i>
<i>III.28</i>	<i>Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme Cour de trois niveaux pour différent valeur de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.</i>	<i>41</i>
<i>III.29</i>	<i>Evolution de la consommation de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Ouargla.</i>	<i>42</i>
<i>III.30</i>	<i>Evolution de la consommation de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Djelfa.</i>	<i>42</i>
<i>III.31</i>	<i>Evolution de la consommation de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Ouargla.</i>	<i>42</i>
<i>III.32</i>	<i>Evolution de la consommation de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Djelfa.</i>	<i>42</i>
<i>III.33</i>	<i>Evolution de la consommation de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Ouargla.</i>	<i>43</i>
<i>III.34</i>	<i>Evolution de la consommation de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Djelfa.</i>	<i>43</i>
<i>III.35</i>	<i>Evolution de la consommation de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Ouargla.</i>	<i>43</i>

<i>III.36</i>	<i>Evolution de la consommation de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Djelfa</i>	<i>43</i>
---------------	--	-----------

## Liste des Tableaux

	<i>TITRES</i>	<i>Page</i>
<b>II.1</b>	Dimensions de la forme rectangulaire (Nombre d'étages K=0) H=3m	25
<b>II.2</b>	Dimensions de la forme rectangulaire (Nombre d'étage K=1) H=6m	25
<b>II.3</b>	Dimensions de la forme rectangulaire (Nombre d'étage K=2) H=9m	25
<b>II.4</b>	Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=0) H=3m	25
<b>II.5</b>	Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=1) H=6m	26
<b>II.6</b>	Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=2) H=9m	26
<b>II.7</b>	Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=0) H=3m	26
<b>II.8</b>	Dimensions de la forme L de bâtiment administratif (Nombre d'étage K=5), H=18m D	26
<b>II.9</b>	Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=0), H=3m	27
<b>II.10</b>	Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=1), H=6m	27
<b>II.11</b>	Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=2), H=9m	27
<b>II.12</b>	Dimensions de la forme L de bâtiment administratif (Nombre d'étage K=5), H=18m	27
<b>II.13</b>	Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=0), H=3m	28
<b>II.14</b>	Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=1), H=6m	28
<b>II.15</b>	Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=2), H=9m	28

## Nomenclature

CF	Confort thermique	$m^{(-1)}$
S	surface	$m^2$
R	Longueur	m
L	Longueur	m
L*	Longueur intérieure	m
R*	Longueur intérieure	m
D	Largeur	m
H	Hauteur	m
K	Nombre d'étage	
$\lambda$	le coefficient de transfert de chaleur par conduction	$\text{kJ/h.m.K}$
Ré	la résistance thermique	$\text{W /K}$
e	Epaisseur	m
Ki	le flux de chaleur entre l'extérieur et l'intérieur	$\text{W/m}^2\text{k}$
hi	le coefficient de transfert de chaleur par convection intérieur	$\text{W/m}^2 \text{K}$
he	le coefficient de transfert de chaleur par convection extérieur	$\text{W/m}^2 \text{K}$

## Introduction générale

La consommation irrationnelle et excessive des ressources énergétiques, a pour conséquences d'un côté, la raréfaction de ses ressources et la hausse de leurs prix et d'un autre côté, du fait des émissions, de la pollution atmosphérique et de l'effet de serre qui attaque la couche d'ozone avec de graves conséquences.

C'est à partir de ces dernières années et de ces constats destructeurs qu'on a commencé à prendre conscience de l'obligation d'intégrer le climat dans l'étude architecturale des constructions, ainsi que de tenir compte d'autres paramètres comme la forme, l'orientation et l'isolation des bâtiments dans le monde et en Algérie.

Dans les régions sahariennes du sud algérien en particulier, étant donné les conditions climatiques très rudes en été, qui dure jusqu'à quatre mois par an. L'utilisation de la climatisation en continue, entraîne des consommations d'énergie très importantes.

Dans notre travail, on s'intéresse à l'étude de la consommation énergétique de deux régions, la région de Ouargla et de Djelfa.

Pour avoir un confort thermique convenable dans les bâtiments d'habitats et administratifs, nous tiendront compte dans notre étude, de la forme, de l'orientation, de l'isolation et de l'énergie solaire par le fenêtrage.

Nous avons divisé notre mémoire en trois parties. Dans la première partie, on commence par l'introduction, le climat et la consommation d'énergie dans les bâtiments résidentiels et administratifs en Algérie, puis on expose les différentes formes architecturales des deux régions d'Ouargla et de Djelfa.

La deuxième partie traite la simulation des différentes formes de bâtiments dans ces deux régions en utilisant quatre formes différentes (rectangulaire R, L, U, COUR) de bâtiments. Dans notre simulation nous avons utilisé logiciel TRNSYS dans l'objectif d'obtenir les résultats numériques.

La troisième partie traite les résultats obtenus et les discussions.

# **Chapitre I**

## **Consommation énergétique et formes architecturales des bâtiments en Algérie**

## **I.1. Introduction**

Dans ce chapitre, on présentera d'une part quelques méthodes et outils d'aide à la conception bioclimatique qui prend en charge l'aspect climatique dans le cadre de la stratégie globale de conception architecturale et d'autre part des notions, des systèmes bioclimatiques et des connaissances relatifs aux exigences humaines en matière de confort thermique et de comportement du bâtiment sous l'effet des facteurs climatiques. Ces connaissances sont exigées par ces outils d'aide à la conception afin de donner des solutions pertinentes.

En Algérie le secteur très de grande consommation l'énergie est la secteur résidentiel avec une valeur jusqu'à 42% de l'énergie totale. Les perspectives de développement du parc de logements conduiront à un accroissement exponentiel de cette consommation énergétique. Dans ce contexte, la conception et la réalisation de logements énergétiquement efficaces s'impose comme une nécessité à la maîtrise des consommations énergétiques de ce secteur.

IL excite en l'Algérie une crise aigüe en matière d'habitat, dont le confort thermique à souvent été négligé par les concepteurs. En quatre décennies d'indépendance, le souci de construire rapidement et en grande quantité pour faire face à cette crise croissante du logement. On a dû trouver des solutions rapides et pas très coûteuses. Des modèles étrangers se sont généralisés sur tout le territoire algérien, inappropriés, au contexte culturel, social et climatique du pays [1].

## **I.2. Climat en Algérie**

### **I.2.1. Définition**

Le climat est le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs, l'une des principales données de la morphologie des systèmes architecturaux et urbains, incluant la température, la vapeur d'eau, le vent, les radiations solaire et les précipitations dans un endroit particulier et à travers une période de temps.

Le climat est défini comme une généralisation des conditions « temps » de jour en jour et à travers toute l'année [2].

### **I.2.2. Classification du climat en Algérie**

L'Algérie occupe une vaste étendue territoriale, sa superficie dépasse les deux millions de Km<sup>2</sup>. Plus de 4/5 de sa superficie est désertique. D'où une large variété géographique et climatique allant du littoral au désert. La classification climatique en Algérie permet de distinguer quatre zones principales:

**Zone A :** Le littoral marin jouit d'un climat particulièrement tempéré, dû à l'action modératrice de la mer. Caractérisé par des hivers doux et pluvieux, et des étés chauds et humides avec de faibles amplitudes.

**Zone B :** Le climat de l'arrière littoral montagne est plus froid en hiver, où l'altitude et l'éloignement de la mer entraînent une baisse de température et des amplitudes diurnes et annuelles. Les étés sont chauds et moins humides.

**Zone C :** Le climat des hauts plateaux est relativement homogène, à tendance aride et très continentale. Ses hivers sont plutôt froids et longs qu'à la même altitude dans la zone A et B. Les températures sont très basses avec une fréquence de neige. Ses étés sont chauds et secs.

**Zone D :** Le climat Présaharien ou saharien quant à lui est caractérisé par l'intensité du rayonnement solaire et une faible humidité, d'où le caractère du climat aride. L'absence de nuages favorise une forte amplitude de température. La période froide est plus courte avec des jours modérés et des nuits très froides. L'été est très chaud et rigoureux, les températures atteignent les 45°C à l'ombre avec des vents intenses de siroco [3].



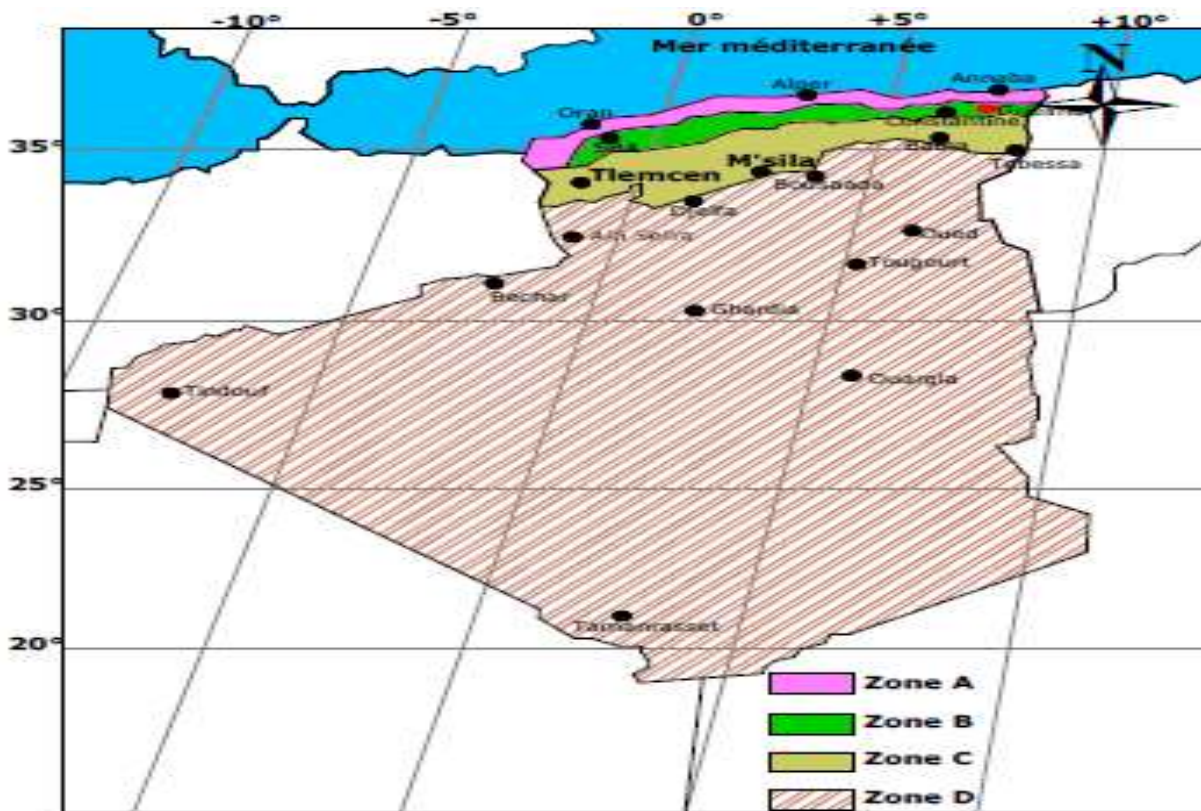


Figure I.1 : Classification du climat en Algérie [3].

### I.3. Bâtiment et Consommation d'énergie

#### 1.3.1. Bâtiment très performants

Un bâtiment passif est défini comme étant un bâtiment dans lequel l'ambiance intérieure est confortable tant en hiver qu'en été, sans devoir faire appel ni à un système conventionnelle de chauffage ou de refroidissement.

Ces bâtiments sont en rupture profonde par rapport aux modes de construction conventionnelle. Ils se caractérisent par une forte réduction des besoins de chauffage, conduisant souvent à supprimer le système de chauffage traditionnel.

Le chauffage est alors assuré par le système de ventilation. Cet objectif peut être atteint grâce à une forte isolation thermique, une forte réduction de ponts thermique et une très bonne étanchéité à l'air. De plus, les déperditions par ventilation sont réduites à travers un système de ventilation double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait.

La ventilation double flux est parfois couplée à une installation de puits climatiques afin de préchauffer l'air neuf et de protéger la centrale double flux des risques de givrage.

Les apports gratuits fournis par le soleil, les occupants et l'équipement sont pris en compte lors du dimensionnement du système de chauffage.

Pour assurer le confort thermique d'été, des solutions passives sont favorisées, l'air neuf est rafraîchi à l'aide de puits climatiques et les apports solaires sont réduits à l'aide de protection solaire. De plus le couplage sur ventilation nocturne inertie thermique permet d'évacuer les apports internes accumulés durant la journée et de refroidir la structure et stocker ainsi l'énergie afin d'éviter une surchauffe le lendemain.

De plus, le couplage sur ventilation nocturne inertie thermique permet d'évacuer les apports internes accumulés durant la journée et de refroidir la structure et stocker ainsi de l'énergie afin d'éviter une surchauffe le lendemain. La réduction des besoins énergétiques, tant pour le chauffage que pour le refroidissement, permet d'adopter des tempes de production d'énergie spécifiques et efficace, combinant des sources d'énergie diversifiées, y compris des énergies renouvelables [4].

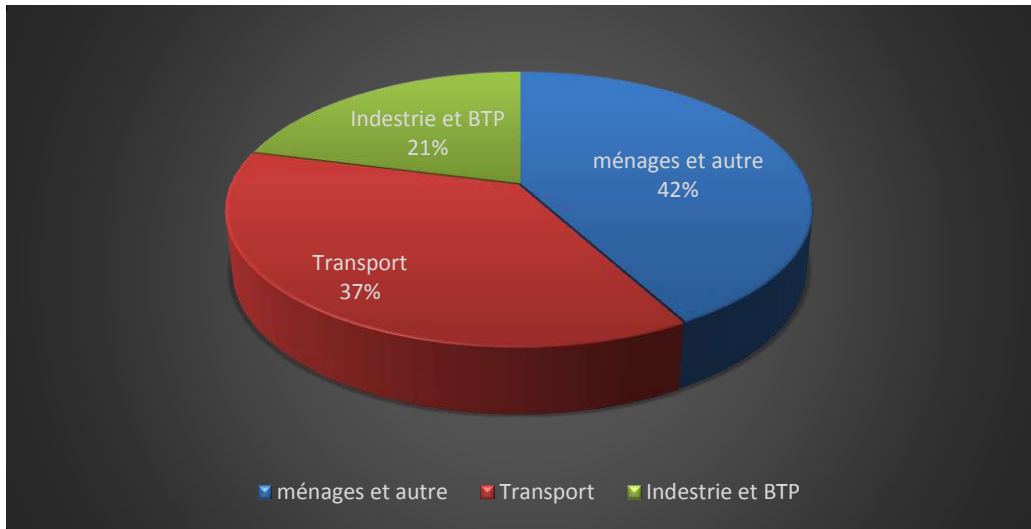
### **1.3.2. Bâtiment administratif**

Le bâtiment administratif se distingue du bâtiment résidentiel dans la proportion d'occupation de la population, dans la répartition des pièces et des volumes et dans l'équipement.

## **I.4. Secteur de consommation énergétique**

### **I.4.1. Consommation énergétique par secteur**

Répartition de consommation finale par secteur à l'échelle nationale, le secteur résidentiel est considéré comme étant le secteur le plus fort, il présente 42% de la consommation finale. Les secteurs de transport et des industries et BTP représentent respectivement 37% et 21% de la consommation final [5].

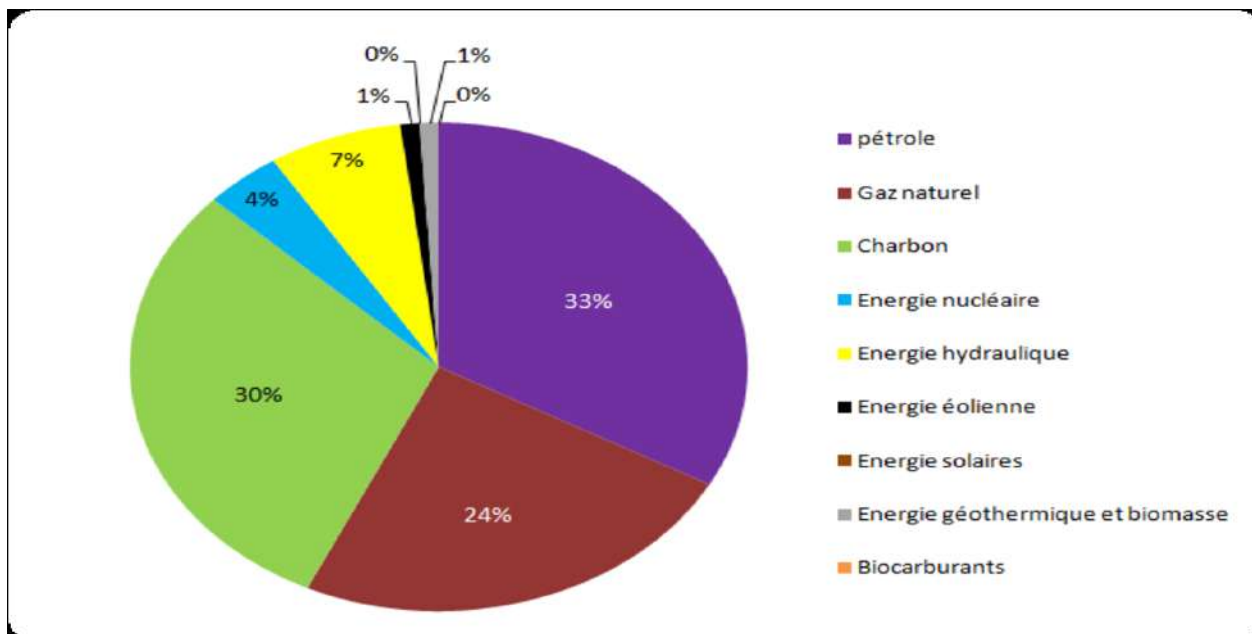


**Figure I.2 : Secteur de consommation énergétique**

### I.4.2. Consommation mondiale d'énergie

L'énergie joue un rôle vital dans notre quotidien en intervenant dans de nombreux domaines d'activités domestiques et économiques, elle est le moteur du développement des sociétés modernes.

Les ressources fossiles constitueront encore dans les 30 prochaines années l'essentiel de l'approvisionnement énergétique mondial et continueront de surmonter le secteur de l'énergie [6]



**Figure I.3 : Répartition de la consommation énergétique mondiale selon les ressources [6].**

### **I.4.3. La consommation énergétique à Ouargla**

Le potentiel énergétique à Ouargla est assuré par deux réseaux. Le premier est celui du gaz naturel de 819,648 Km avec un taux de branchement de 74%. Le second réseau est le réseau électrique de 2935,221 Km avec un taux moyen d'électrification de 98% [7].

## **I.5. Énergie solaire dans le bâtiment**

### **I.5.1. Bâtiment zéro énergie**

Un bâtiment zéro énergie est défini comme étant un bâtiment que produit autant ou plus d'énergie qu'il n'en consomme. Ces bâtiments sont la combinaison de bâtiments basse énergie ou passifs avec des toits solaires photovoltaïques et parfois thermiques. Leur réalisation n'est possible aujourd'hui que via des subventions permettant de limiter le surcoût lié aux systèmes photovoltaïques. Leur développement à large échelle nécessite des évolutions fortes en ce qui concerne le coût des systèmes photovoltaïques. De nombreux programmes d'opérations concernant les bâtiments zéro énergie ou à énergie positive sont en cours de réalisation, ces opérations sont basées sur le même concept du bâtiment. Les besoins d'énergie pour le chauffage, le refroidissement et l'électricité sont réduits à travers une bonne conception de l'enveloppe et des équipements performants et économes. Le complément des besoins d'énergie est comblé par des sources d'énergie renouvelables comme le solaire photovoltaïque et thermique [4].



**Figure I.4 : Bâtiments zéro énergie.**

## I.6. Forme architectural et climat chaud

On essaye d'analyser la performance thermique de quelques formes afin de définir des concepts générateurs de formes adaptées aux conditions climatiques significatives. On a remarqué à travers les constructions traditionnelles que le climat et les conditions qu'il implique étaient pris en considération en les évitant ou en les exploitant tant au niveau des composants de la construction qu'au niveau de la morphologie globale des bâtiments, acteurs influençant la consommation énergétique.

Nous tenterons par la suite le développement, l'optimisation et l'amélioration des types de formes identifiées afin de créer plusieurs possibilités d'innovation et d'intégration des volumes à l'architecture des régions à climat chaud et aride, tout en ayant des formes géométriques, des rapports de proportions définis selon le fonctionnement passif de nos futures maisons.

En réaction contre cette tendance, nous essayons d'examiner concrètement des types de maisons propres à la région d'étude pour confirmer ou infirmer l'adaptation de quelques formes aux conditions climatiques d'été.

La forme des bâtiments dans les climats chauds et arides, l'étude de la forme des habitations dans les climats chauds et arides, peut nous apporter des connaissances énormes sur l'adaptation des maisons aux conditions climatiques

Comme elle peut nous apprendre de traduire en terme de perception thermique nos volumes de construction, ceci peut nous aider à évaluer l'impact réel de nos projets une fois réalisés sur terrain, dans la mesure où les exemples choisis seront illustrés, étudiés et simulés pour les développer le concepteur ainsi, de minimiser le captage solaire et le transfert de chaleur. A ce titre il faut souligner qu'il n'y a pas de listes précises des formes performantes.

La solution envisagée est donc une remise en question des enveloppes architecturales liée à la reprise de conscience de l'influence du climat sur le confort thermique et la modernisation de la production des formes par la recherche des volumes. De façon générale, il existe à travers la morphologie des constructions vermiculaires des configurations géométriques telles que le cube, le tour, le massif, les calottes sphériques à parois courbes...Etc.

Ces dernières sont susceptibles d'être préformantes et peuvent être intégrés comme parois ou toitures dans l'enveloppe des maisons. Enfin, ce système de rentabilité d'énergie et d'amélioration par la recherche volumique serait certainement mieux, aux performances des concepts d'architecture solaire, le volume architectural est en effet conçu en tenant compte des conditions climatiques des régions concernées [8].

## **I.7. Facteur influent la consommation énergétique**

### **I.7.1. Facteur de la forme**

Le principe dans le choix de la forme du bâtiment est de minimiser les pertes de chaleur par l'enveloppe et la capacité de maximiser la collecte solaire, où la condition la plus importante est le chauffage, et la réduction du rapport entre la surface et le volume peut améliorer la performance thermique.

Cela peut être réalisé en augmentant la surface disponible pour la collecte solaire et en diminuant les surfaces restantes [9].

De nombreux facteurs influents sur la forme du bâtiment, le type et l'utilisation du bâtiment, tels que les considérations de planification.

Dans tous les cas, il a une grande influence sur la réduction de l'intensité énergétique du bâtiment [10].

### **I.7.2. L'orientation**

Avant chaque construction il y a une étape très importants liée à l'emplacement du chantier pour faire l'orientation du bâtiment. Cette étape va transformer le bâtiment sur le coût le plus approprié pour la meilleure condition possible.

L'orientation d'un bâtiment est la direction vers laquelle sont tournées ses façades .c'est-à-dire la direction perpendiculaire à axe de bloc [11].

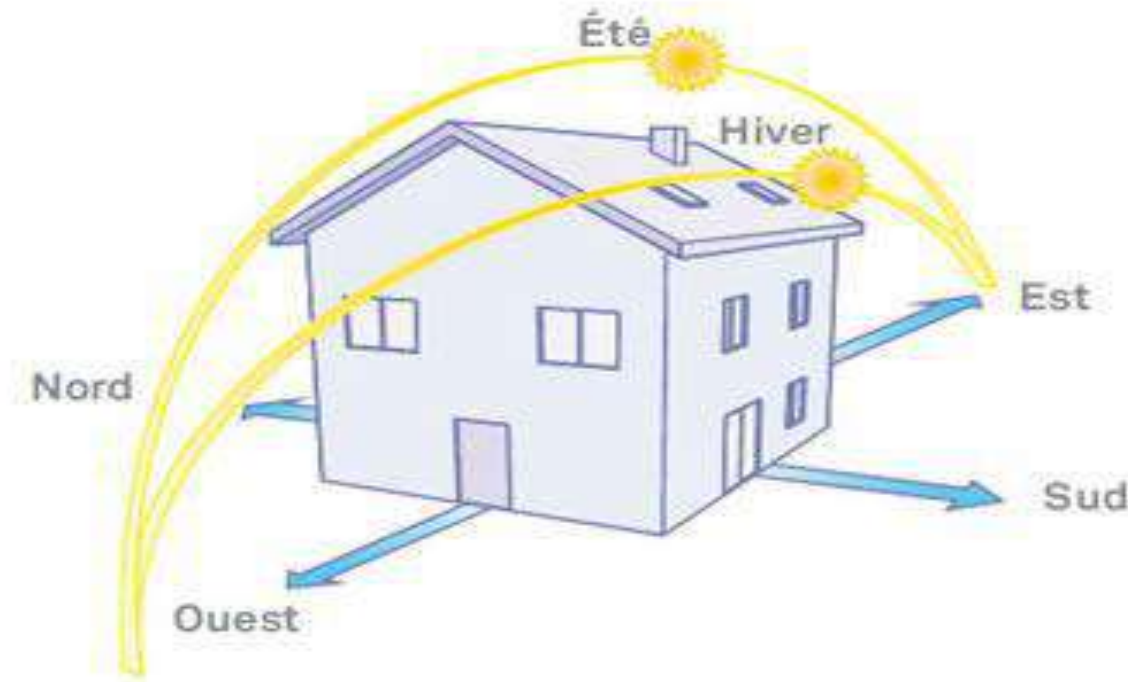
L'orientation du logement est un facteur très importants à considérer surtout pour la distribution des ouvertures (les fenêtres, les portes, les garages).

L'orientation est la disposition d'un bâtiment ou d'un aménagement urbain par rapport à l'élément d'un site ou un point cardinale. Au même temps l'orientation se rapporte à l'angle d'azimut d'une surface ; la direction générale dans laquelle une surface fait face. Tandis que l'orientation réelle est habituellement donnée en degrés, elles peuvent également être données en générale en (N) du Nord, (S) du Sud, (NE) du Nord Est, (O) de l'Ouest [11].

Quelques exemples :

- dans les zones où le confort est acquis principalement par le courant d'air (les vents) il est important d'orienter le bâtiments suivant les vents dominants .
- en régions où la température est plus influente, l'orientation par rapport au soleil est importants.
- Une fenêtre bien placée et orientée peut améliorer le confort intérieur pendant l'hiver.[12]

## ORIENTATION DE LA MAISON



**Figure I.5 : Exemple de l'orientation de la maison.**

### I.7.3. Isolation et fenêtrage

Le principe de l'isolation thermique désigne l'ensemble des méthodes employées afin de limiter les transferts de chaleur entre deux milieux ayant des températures différentes. Ainsi, l'isolation thermique dans les bâtiments a pour principal objectif de conserver à l'intérieur la chaleur en hiver et la fraîcheur en été. Le but de cette isolation est également de diminuer les consommations d'énergie pour les constructions (chauffage en hiver et climatisation éventuelle en été) on a utilisé lame d'air comme isolant dans le logiciel TRNSYS [13]. Le rôle du fenêtrage est important, d'une part cela permet un apport énergétique des rayons solaires pénétrant dans le bâtiment et d'autre part un apport de luminosité.



**Figure I.6 : Le principe de l'isolation thermique.**

## **I.8. Choix des régions étudiées**

### **I.8.1. Région de Ouargla**

#### **I.8.1.1. Données géographiques**

La wilaya de Ouargla est située au Sud-Est Algérien, elle est distante de 800 km de la capitale Alger. Elle couvre une superficie de 163 323 km<sup>2</sup> Elle est limitée au Nord par les wilayas de Djelfa et d'El Oued au Sud par les wilayas d'illizi et Tamanrasset à l'Ouest par les wilayas de Ghardaïa et à l'Est par la Tunisie [8].



La ville de Ouargla est située à 128 mètres d'altitude, à 190 km à l'est de Ghardaïa, 160 km au sud-ouest de Touggourt, 388 km au sud de Biskra. Elle est peuplée de 210 175 habitants (dont 133 024 pour la seule commune d'Ouargla en 2008). [8]



**Figure 1-7: Situation géographique de Ouargla [8].**

### **I.8.1.2. Données météorologiques**

La température moyenne annuelle est de 16.54°C; avec 36.13°C pour le mois le plus chaud (Juillet) et 12.11°C pour le mois le plus froid (Janvier). La température la plus élevée est 49.6°C au 15 Juillet. La température la plus basse est 0°C le 11 Janvier.

L'humidité relative enregistre des taux allant de à 25.3 à 66.2 %. Alors que l'évaporation est très importante dans la période. La moyenne annuelle est de l'ordre de 276.86 mm La pluviométrie Les précipitations sont rares et irrégulières et varient entre 0,22 mm et 17.1 mm par an [8].

## **I.8.2. Région de Djelfa**

### **I.8.2.1. Données géographiques**

La Wilaya de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie du Nord au delà des piémonts Sud de l'Atlas Tellien en venant du Nord, dont le chef lieu de Wilaya est à 300 kilomètres.

La Wilaya de Djelfa est limitée :

Au Nord par les Wilayas de Médéa et de Tissemsilt et à l'Est par les Wilayas de M'Sila et Biskra, l'Ouest par les Wilayas de Laghouat et de Tiaret au Sud par les Wilayas de Ouargla, d'El Oued et de Ghardaïa, et érigée au rang de Wilaya à la faveur du découpage administratif de 1974, cette partie du territoire d'une superficie totale de 32.256,35 km<sup>2</sup> représentant 1,36% de la superficie totale du pays, se compose actuellement de 36 communes regroupées en 12 Dairas [1].



**Figure 1-8: Situation géographique de Djelfa [1].**

### **I.8.2.2. Données météorologiques**

La température moyenne annuelle est de 15°C; avec 29°C pour le mois le plus chaud (Juillet) et -1°C pour le mois le plus froid (Janvier). La température la plus élevée est 37°C au 10 Juillet. La température la plus basse est -6°C le 11 Janvier.

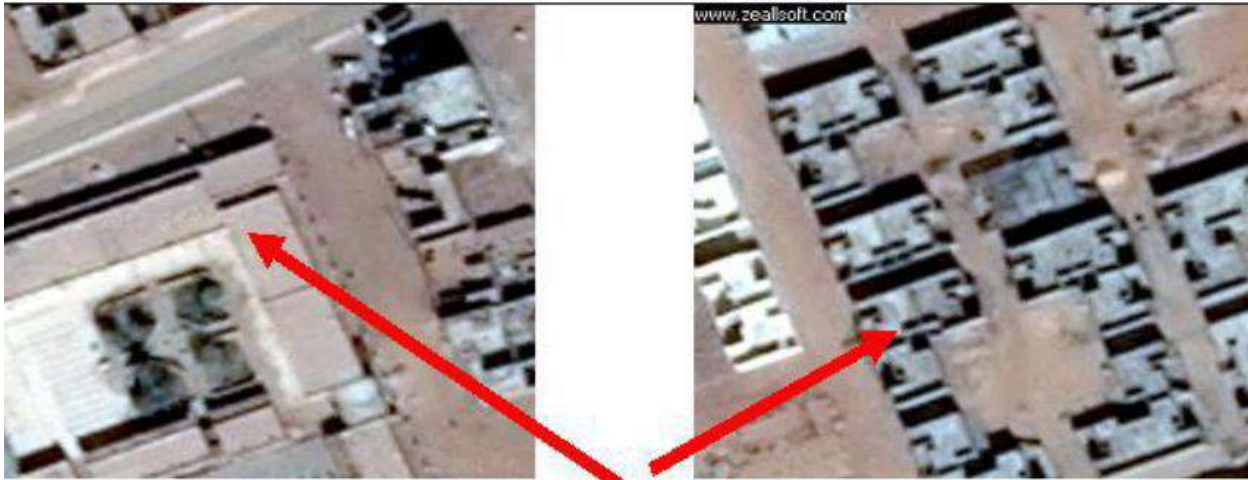
L'humidité relative enregistre des taux allant de 15 à 72 %. Alors que l'évaporation est très importante dans la période. La moyenne annuelle est de l'ordre de 97 mm. La pluviométrie, les précipitations sont rares et irrégulières et varient entre 0,3 mm et 18 mm par an [1].

### **I.8.2.3. Données architecturales de Ouargla et Djelfa**

L'intervention de l'État a contribué à la construction d'un nombre de logements suffisant, mais que la proximité du périmètre agricole et des nombreuses parcelles privées, entraînent un mouvement vers l'extérieur de la ville. Le Sud de la ville par exemple, est dominé par une zone de bâtiments administratifs (hôpital, caserne, écoles, lycées, universités).

Ce processus de développement urbain signifie une typo-morphologie hétérogène, la multiplicité de frontières urbaines, la privatisation des espaces publics, ainsi, l'étalement urbain est perçu comme un facteur de désordre [8].

## Les formes "rectangulaires "



## Les formes "L"



## Les formes "U"



## Les formes "COUR"

Figure I-14 : Quelques formes de construction à Ouargla et Djelfa [8].

## **I.9. Conclusion**

Dans ce chapitre, on a commencé par des explications qui relient la forme du bâtiment et la demande d'énergie du bâtiment. Et ensuite par l'économie d'énergies qui pourraient être obtenues par la bonne conception des bâtiments en termes de morphologie y compris l'orientation. une économie d'énergie pourrait être possible si on construit suivant les normes de l'architecture bioclimatique tout en se basant sur les études précédentes en dispositions des architectures .

Le choix d'une meilleure solution parmi les possibilités se voit facile car plusieurs possibilités s'éliminent suivant le climat, la forme et la nature des bâtiments.

Plus on prend le problème en amont, meilleure est la chance de le régler de façon efficace. Certains choix dans la localisation, l'orientation et la conception d'un bâtiment lui permettent d'être confortable l'hiver comme l'été, sans dépense énergétique excessive [1].

# Chapitre 2

**Simulation des différentes formes des bâtiments**

## II.1. Simulation à l'aide du logiciel TRNSYS

### Généralités

TRNSYS (TRANSIENT SYSTEM SIMULATION PROGRAM : programme de simulation de systèmes transitoires), est un logiciel développé par le laboratoire « SolarEnergy », laboratoire de l'énergie solaire de l'université de WISCONSIN-Madison (Ph.D. de Sanford A. Klein) dans les années 70 [14]. C'est un outil de simulation des systèmes énergétiques [29], en régime dynamique notamment des bâtiments multi zones [15], structuré de manière modulaire, ce qui assure au programme une grande flexibilité et facilité par l'insertion des sous-programmes. On doit noter qu'il a été créé à l'origine pour étudier plus particulièrement les systèmes concernant l'énergie solaire, il est utilisé actuellement de façon plus générale dans le domaine de la modélisation thermo-aéraulique des bâtiments [16]. La version 14.1 a été développée en fortran. Les nouvelles versions se présentent encore plus ouvertes en termes de connexions vers d'autres outils, les langages de programmation, et les outils bureautiques. En même temps, elle tient compte des besoins spécifiques des bureaux d'études dans un contexte d'exploitation commerciale [17].

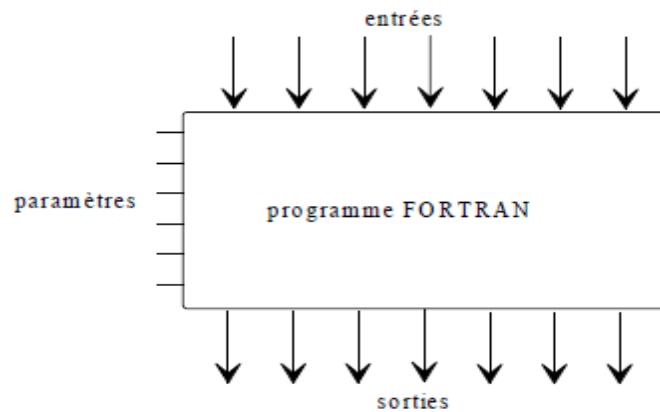
La simulation dynamique permet, par exemple, de simuler le comportement énergétique d'un bâtiment et de son équipement (chauffage, climatisation), en fonction de l'emplacement, des matériaux de construction utilisés, de l'architecture, du concept énergétique choisi, etc [17].

Ce logiciel informatique, se caractérise par trois fonctions qui se résument comme suit [18] :

- Les entrées (Inputs): Elles concernent toutes les informations à introduire et à stocker selon l'ergonomie du logiciel dans des bibliothèques que le concepteur peut utiliser. Ces entrées englobent l'environnement physique (climat, site), le bâtiment (l'enveloppe), les apports internes (occupants...) et les équipements (ventilation, chauffage, climatisation...).
- Le traitement des données: Le travail du logiciel consiste à structurer les données en fonction d'un « modèle de représentation du bâtiment » et de « modèles physico-mathématiques » des phénomènes physiques retenus, puis à produire des résultats.
- Les sorties (outputs) : sont les ensembles des résultats qui peuvent être fournis par le logiciel à l'issue d'une exécution.

Pour simuler un système thermique, il faut tout d'abord définir l'ensemble des composants élémentaires formant le système. Chaque composant est représenté par un TYPE qui est en fait un programme fortran. Un TYPE est généralement schématisé par une boîte possédant des variables d'entrée, des paramètres constants et des variables de sortie L'utilisateur doit connecter les entrées et les sorties de tous ces modules pour déterminer le comportement du système dans son ensemble. Toutes ces correspondances 'entrées-sorties' sont définies dans le fichier de simulation DECK dont l'extension est (.deck) [14]. A l'origine la programmation se fait par carte

informatique (souvent appelée carte perforée). En rassemblant plusieurs de ces cartes on forme un “deck”. D’ailleurs l’expression existe encore et un deck est formé à chaque projet, voir figure



**Figure II.1 : Représentation schématique d'un type.**

### **II.1.1. Avantages du logiciel TRNSYS**

- Grâce à son approche modulaire, TRNSYS est extrêmement flexible pour modéliser un ensemble de systèmes thermiques à différents niveaux de complexité (modules avec procédures de calcul plus ou moins élaborées).
- L'accès au code source permet aux utilisateurs de modifier ou d'ajouter des composants qui ne figurent pas dans la librairie d'origine.
- Une vaste documentation sur les sous-programmes y compris des explications, les usages usuels et les équations de base.
- Une définition très souple de la période de simulation : choix du pas de temps, du début et de la fin de la simulation [19].

### **II.1.2. Inconvénients du logiciel TRNSYS**

Pas de valeur ou de système par défaut, l'utilisateur doit donc posséder et introduire l'ensemble exhaustif des données définissant le bâtiment et le système [19].



## II.2. Étapes de la simulation

Avant de commencer on doit introduire la description du bâtiment et des données météorologiques fournies avec le programme pour certaines villes, ou bien obtenues à l'aide des logiciels spécialisés et destinés à fournir ces données sous forme de fichiers ayant l'extension convenable avec le logiciel de simulation, dans notre cas c'est (.tm2) pour TRNSYS.

Le choix du fichier météorologique et la température du sol doit suivre le critère le plus important pour l'étude, dans notre cas c'est la température mais aussi on n'avait pas de choix entre plusieurs fichiers ou centres météorologiques car il y a un seul centre dans la région étudiée. Le fichier (.tm2) doit comporter:

- La température extérieure.
  - L'ensoleillement direct et diffus sur une surface horizontale (TRNSYS se charge par la suite de calculer le rayonnement incident direct et diffus sur toutes les surfaces demandées).
- La description des éléments du système thermique et de leur fonctionnement [20].
- Des liens existent avec certains programmes de dessin pour faciliter la saisie des données décrivant le bâtiment (précédemment 2 SiBat avec TRNSYS 16), à partir de la version 16, ils ont créé TRNBuild propre au TRNSYS pour décrire les bâtiments. On dit qu'on a modélisé le bâtiment à l'aide du sous-programme TRNBuild [13].

## II.3. Différents formes de simulation

### II.3.1. La forme rectangulaire "R "

Le premier modèle de configuration possible est de forme rectangulaire. La largeur L est orientée directement au Sud pour ne pas confondre les dimensions et les façades.

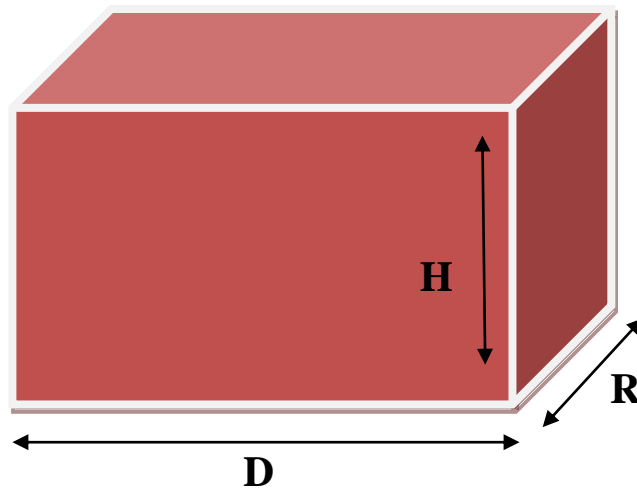


Figure. II.2 : Orientation et Dimensions de la forme rectangulaire

On a fixé les valeurs de D puis on a calculé celles de R.

La surface  $S = R \times D = 200 \text{ m}^2$ .

Equation du facteur de forme :

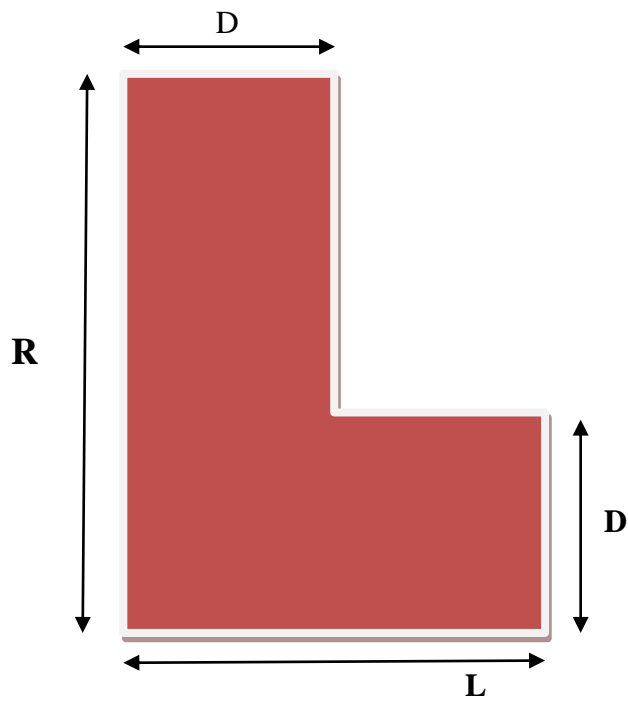
$$CF = S/V \text{ (1/m)}$$

Le coefficient de forme ou le facteur de forme est calculé par la relation :

$$CF = (2H(D+R)+S)/V$$

### II.3.2. La forme "L"

L'orientation de la forme est indiquée dans la figure



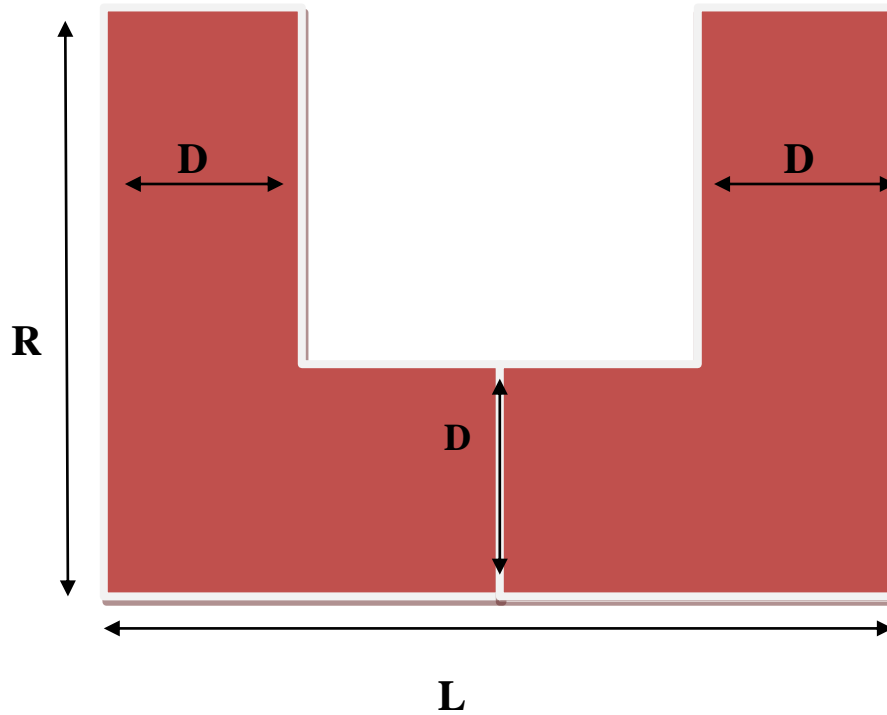
**Figure II.3 : Orientation et Les dimensions de la forme "L"**

Le coefficient de forme ou le facteur de forme est calculé par la relation

$$CF = (2H(R+L)+S)/V$$

$$L = [(S-(D.R))+D^2]/D$$

### II.3.3. La forme " U "



**Figure II.4 : Orientation et Dimensions de la forme " U "**

Le coefficient de forme ou le facteur de forme est calculé par la relation

$$CF = \frac{2H(R+L) + 2H(R-D) + S}{V}$$

$$L = \frac{(S - 2(R \cdot D)) + 2D^2}{D}$$

### II.3.4. La forme Cour "C"

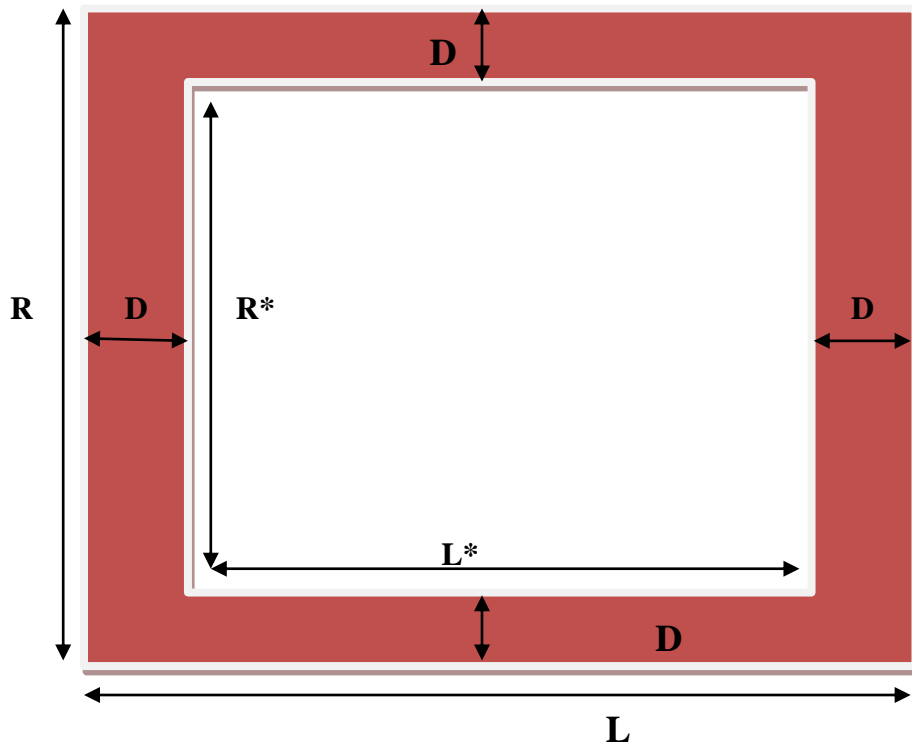


Figure II.5 : Orientation et Dimensions de la forme " COUR "

Le coefficient de forme ou le facteur de forme est calculé par la relation

$$CF = [2H (R+L) + 2H (R^*+L^*) + S]/V$$

$$L^* = L - 2D$$

$$R^* = [S - 2(DL)]/2D$$

$$R = [(S - 2(DL))/2D] + 2D$$

## II.4. Les tableaux des formes et les facteurs de formes

### Tableau de la forme rectangulaire R

Tableau II.1: Dimensions de la forme rectangulaire R (Nombre d'étages K=0), H=3m

D	4	5	6	7
R	50	40	33.33	28.57
S	200	200	200	200
CF	0.87	0.78	0.72	0.68

Tableau II.2: Dimensions de la forme rectangulaire R (Nombre d'étage K=1), H=6m

D	4	5	6	7
R	50	40	33.33	28.57
S	200	200	200	200
CF	0.7	0.61	0.55	0.52

Tableau II.3: Dimensions de la forme rectangulaire R (Nombre d'étage K=2), H=9m

D	4	5	6	7
R	50	40	33.33	28.57
S	200	200	200	200
CF	0.65	0.56	0.5	0.46

Tableau II.4: Dimensions de la forme rectangulaire R de bâtiment administratif (Nombre d'étage K=5), H=18m

D	4	5	6	7
R	50	40	33,33	28,57
S	200	200	200	200
CF	0,59	0,50	0,44	0,41

## Tableau de la forme L

Tableau II.5 : Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=0), H=3m

D	4	5	6	7
L	40	31	25.33	21.57
R	14	14	14	14
S	200	200	200	200
CF	0.87	0.78	0.72	0.68

Tableau II.6: Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=1), H=6m

D	4	5	6	7
L	40	31	25.33	21.57
R	14	14	14	14
S	200	200	200	200
CF	0.7	0.61	0.55	0.52

Tableau II.7: Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=2), H=9m

D	4	5	6	7
L	40	31	25.33	21.57
R	14	14	14	14
S	200	200	200	200
CF	0.65	0.56	0.5	0.46

Tableau II.8: Dimensions de la forme L de bâtiment administratif (Nombre d'étage K=5), H=18m

D	4	5	6	7
L	40	31	25.33	21.57
R	14	14	14	14
S	200	200	200	200
CF	0.59	0.50	0.44	0.41

## Tableau de la forme U

Tableau II.9: Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=0), H=3m

D	4	5	6	7
L	32	24	19.33	16.57
R	13	13	13	13
S	200	200	200	200
CF	0.87	0.78	0.72	0.68

Tableau II.10: Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=1), H=6m

D	4	5	6	7
L	32	24	19.33	16.57
R	13	13	13	13
S	200	200	200	200
CF	0.7	0.61	0.55	0.52

Tableau II.11: Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=2), H=9m

D	4	5	6	7
L	32	24	19.33	16.57
R	13	13	13	13
S	200	200	200	200
CF	0.65	0.56	0.5	0.46

Tableau II.12: Dimensions de la forme U de bâtiment administratif (Nombre d'étage K=5), H=18m

D	4	5	6	7
L	32	24	19.33	16.57
R	13	13	13	13
S	200	200	200	200
CF	0.59	0.50	0.44	0.41



## Tableau de la forme Cour C

Tableau II.13: Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=0), H=3m

D	3	4	5	6
L	14	14	14	14
R	25.33	19	16	14.66
S	200	200	200	200
L*	8	6	4	2
R*	19.33	11	6	2.66
CF	0.99	0.83	0.73	0.66

Tableau II.14: Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=1), H=6m

D	3	4	5	6
L	14	14	14	14
R	25.33	19	16	14.66
S	200	200	200	200
L*	8	6	4	2
R*	19.33	11	6	2.66
CF	0.83	0.66	0.56	0.49

Tableau II.15: Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=2), H=9m

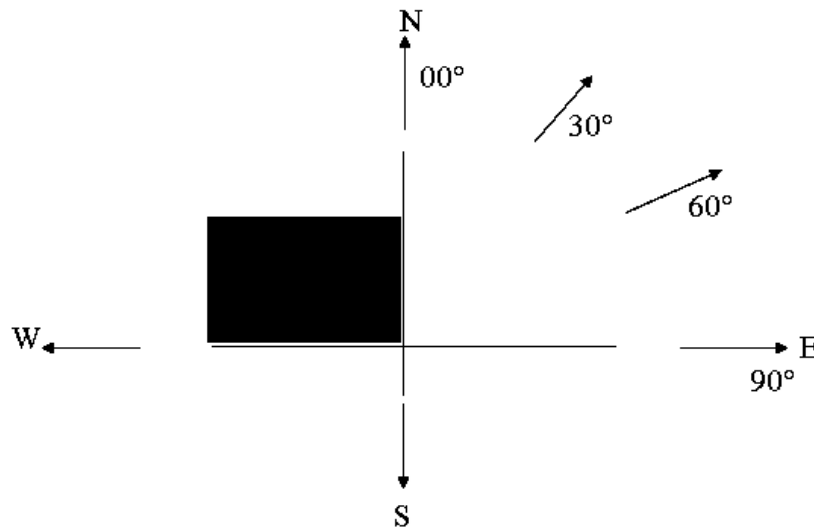
D	3	4	5	6
L	14	14	14	14
R	25.33	19	16	14.66
S	200	200	200	200
L*	8	6	4	2
R*	19.33	11	6	2.66
CF	0.77	0.61	0.51	0.44

## II.5. Orientation

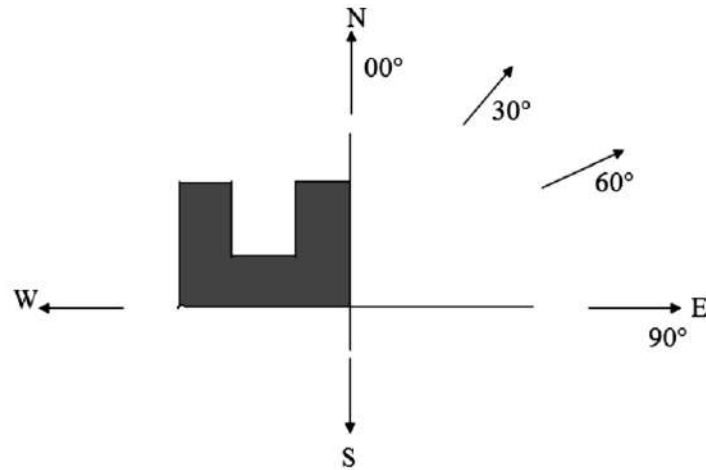
L'orientation est l'une des facteurs décisives dans le contrôle de la direction du bâtiment par rapport au soleil et doit être vu dans les premières étapes de la conception et au niveau architectural. La quantité d'énergie solaire est déterminée par la direction du climat et est la principale raison des exigences de contrôle solaire, à la fois à l'échelle civile et à l'échelle du bâtiment. Les deux critères qui sont adoptés:

- Quantité d'énergie solaire incidente sur la paroi,
- Coïncidence des moments où l'énergie incidente et la température d'air sont maximales.

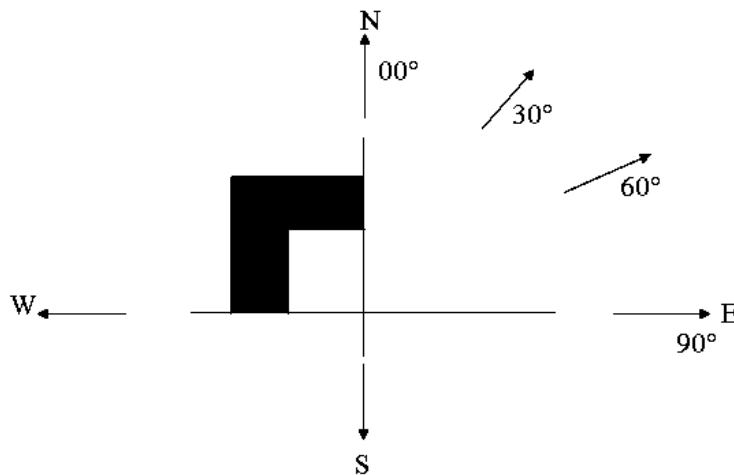
Quatre valeurs d'orientation ont été considérées, à savoir 0E, 30E, 60E, et 90E comme le montre les figure suivants [13].



**Figure II.6 : Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude de la forme rectangulaire R**



**Figure II.7 : Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude le forme U**



**Figure II.8 : Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude de forme L**

## II.6. Le coefficient global de transfert thermique

Concernant la composition des parois, on a pris les résultats trouvés par W. Mezabia et Y.Djebrit [14]. Dans leur étude sur le climat chaud et aride de façon que :

- ✓ L'épaisseur des murs verticaux sera 46 cm.
- ✓ L'épaisseur de la lame d'air sera 3 cm.
- ✓ Le matériau de construction sera la brique creuse de 20 cm d'épaisseur.
- ✓ Le toit est constitué d'une couche de l'hourdis et de béton.
- ✓ Le sol est couvert d'une couche de béton lourd, de mortier et de carrelage

Tableau II.16 Calcul du coefficient de transmission de chaleur h [14].

Parois	Parametres	Composants					Ki (W/m²k)
Les murs	-	Enduit	Brique	Lame d'air	Brique	Platre	0.710
	$\lambda$ (kJ/h.m.K)	4.152	1.69	0.216	1.69	1.264	
	e (m)	0.015	0.2	0.03	0.2	0.015	
	Ré (K.m²/W)	0.013	0.426	0.500	0.426	0.043	
Le toit	-	Mortie	Beton lourd	Hourdis	Platre		0.807
	$\lambda$ (kJ/h.m.K)	4.152	0.578	4.801	1.264		
	e (m)	0.015	0.15	0.2	0.05		
	Ré (K.m²/W)	0.013	0.934	0.150	0.142		
Le plancher	-	Terre	Beton	Mortier	Carrelage		4.059
	$\lambda$ (kJ/h.m.K)	0.252	6.318	4.152	6.137		
	e (m)	0.005	0.2	0.05	0.03		
	Ré (K.m²/W)	0.071	0.114	0.043	0.018		
$h_i = 9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , $h_e = 22 \text{ W/m}^2 \text{ K}$						<b>h= 0 .174</b>	

# **Chapitre 3**

## **Résultats et discussions**

## Résultats et discussions

Dans ce chapitre nous avons représenté les résultats obtenus par la simulation à l'aide du logiciel TRNSYS.

On représente les courbes d'évolution de la consommation d'énergie en fonction du facteur de forme CF pour les différentes configurations R, L, U et C dans le cas du chauffage en hiver et de climatisation en été, pour les deux régions de Ouargla et de Djelfa. Puis on représente les courbes d'évolutions de la consommation d'énergie en fonction des facteurs du forme CF pour les différentes orientations ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  et  $90^\circ$ ) pour les deux types de bâtiment de logement et administratif.

### III.1. Résultats des bâtiments résidentiels

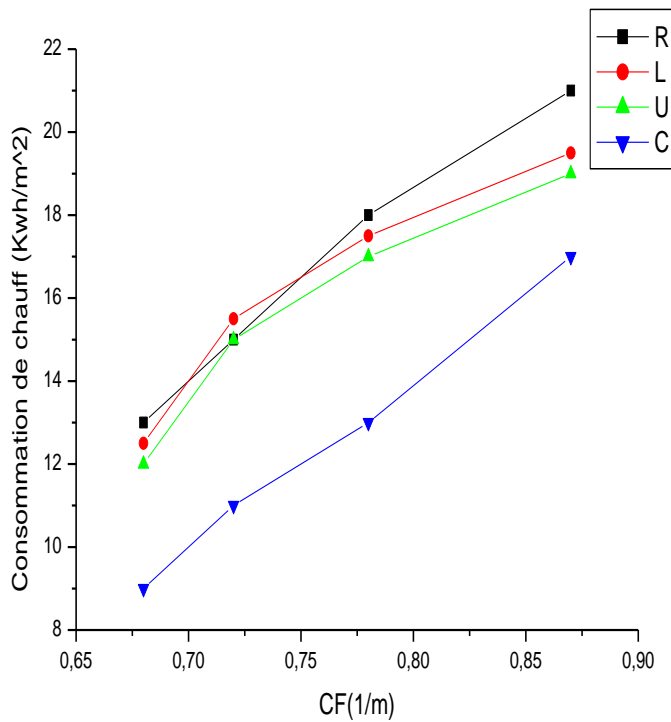


Figure 3.1 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment d'un niveau à Ouargla

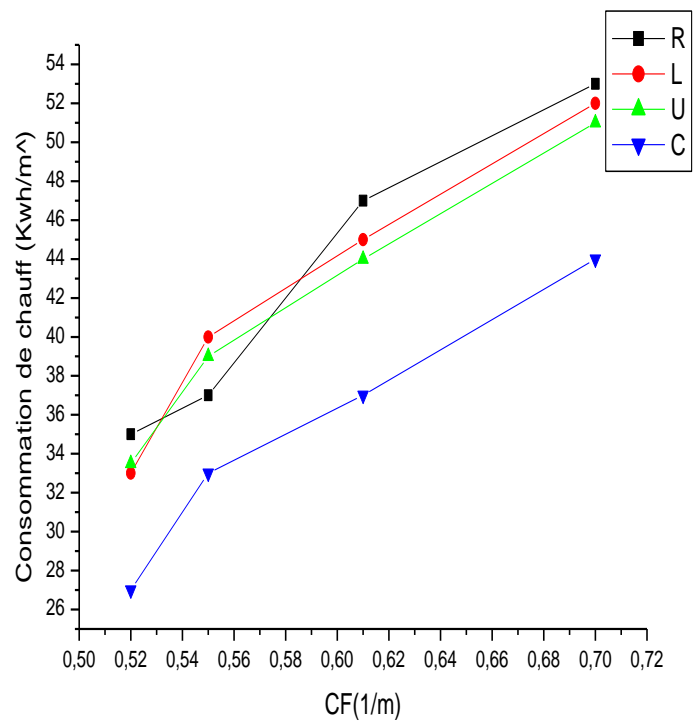


Figure 3.2 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment deux niveaux à Ouargla

Pour un bâtiment de trois niveaux à Ouargla, on observe une augmentation de la consommation d'énergie de chauffage, 28.75% en moyenne pour R, 31.57% pour L, 25.64% pour U, 24.28% pour C avec augmentation du facteur de forme CF du bâtiment La consommation d'énergie augmente également avec l'augmentation des étages.

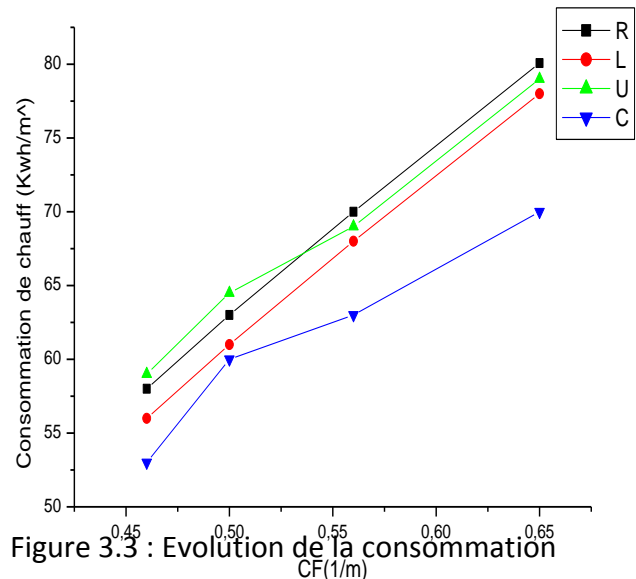


Figure 3.3 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment trois niveaux à Ouargla.

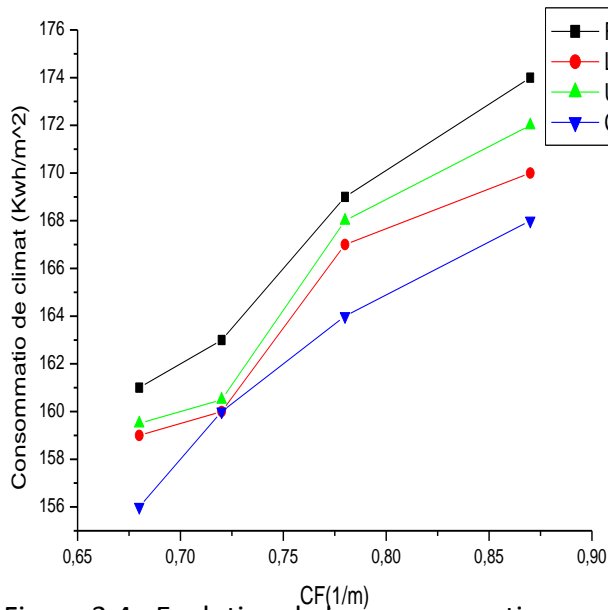


Figure 3.4 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment d'un niveau à Ouargla.

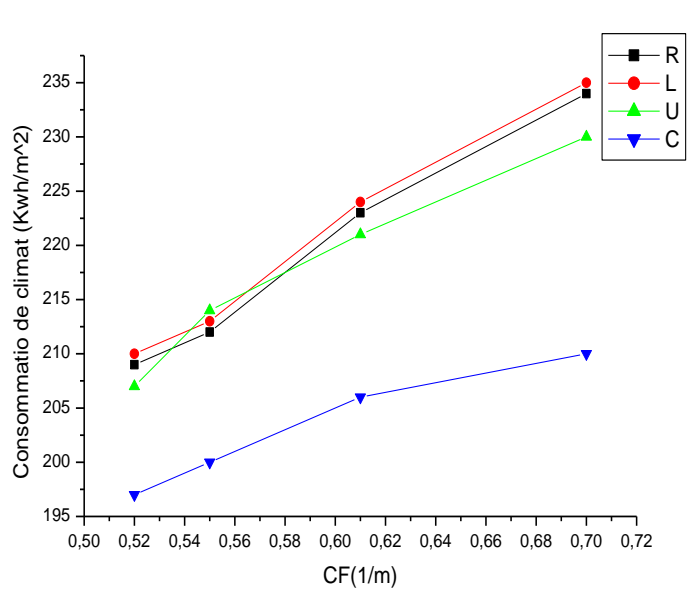


Figure 3.5 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment deux niveaux à Ouargla.

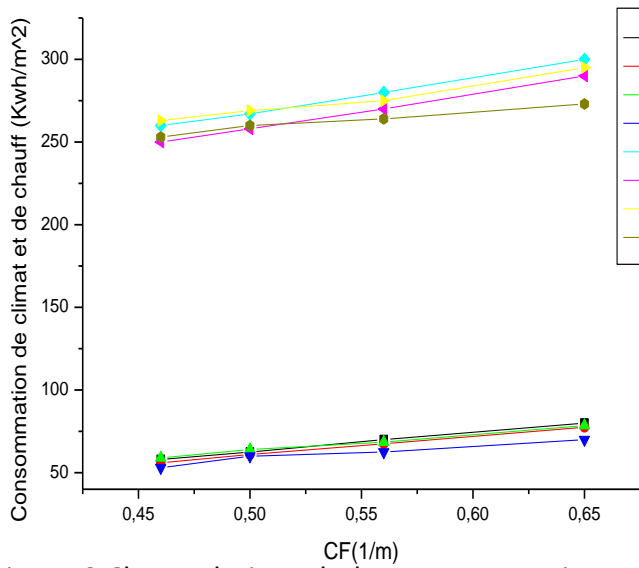


Figure 3.6b : Evolution de la consommation énergétique de chauffage et climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de trois niveaux à Ouargla.

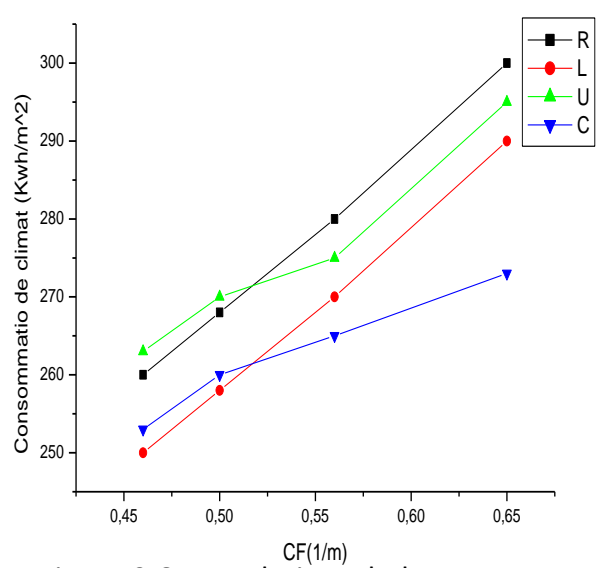


Figure 3.6a : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de trois niveaux à Ouargla.

Pour un bâtiment de trois niveaux à Ouargla Figure 3.6a, on observe une augmentation de la consommation d'énergie de climatisation, 13.33% en moyenne pour R, 13.80% pour L, 12% pour U, 6.66% pour C avec l'augmentation du facteur de forme. La consommation d'énergie augmente également avec l'augmentation des étages. La Figure 3.6b représente les consommations de chauffage et de climatisation à Ouargla.



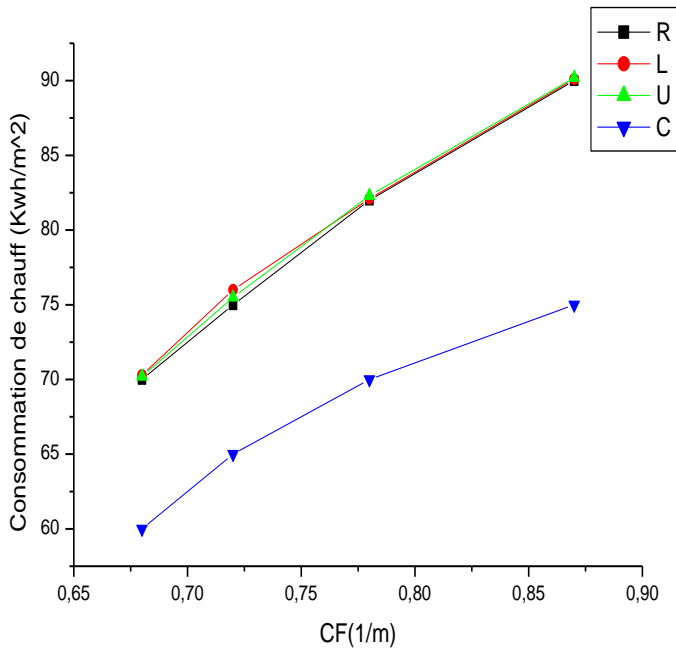


Figure 3.7 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment d'un niveau à Djelfa.

Pour un bâtiment de trois niveaux à Djelfa, on observe une augmentation de la consommation d'énergie de chauffage 22.54% en moyenne pour R, 22.34 % pour L, 21.48% pour U, 12.85% pour C avec augmentation du facteur de forme CF du bâtiment. La consommation d'énergie augmente également avec l'augmentation des étages.

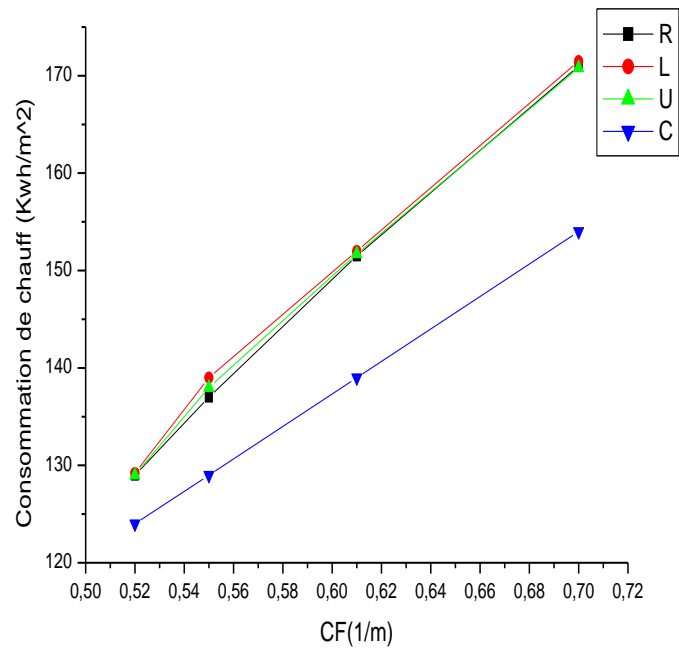


Figure 3.8 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment deux niveaux à Djelfa.

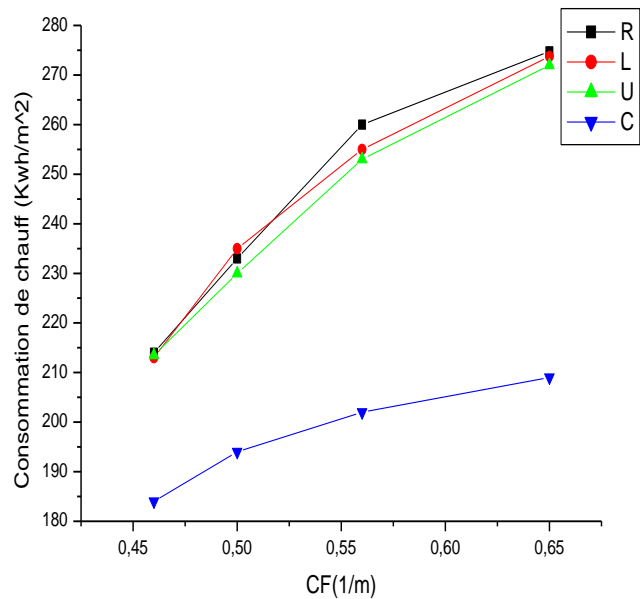


Figure 3.9 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de trois niveaux à Djelfa.

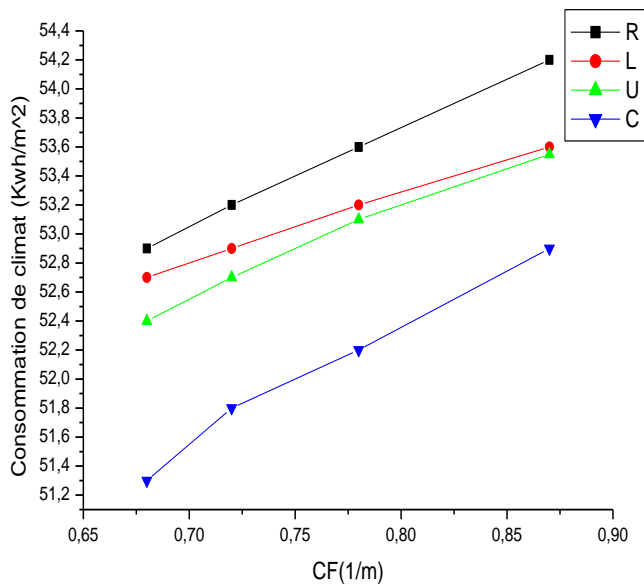


Figure 3.10 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment d'un niveau à Djelfa.

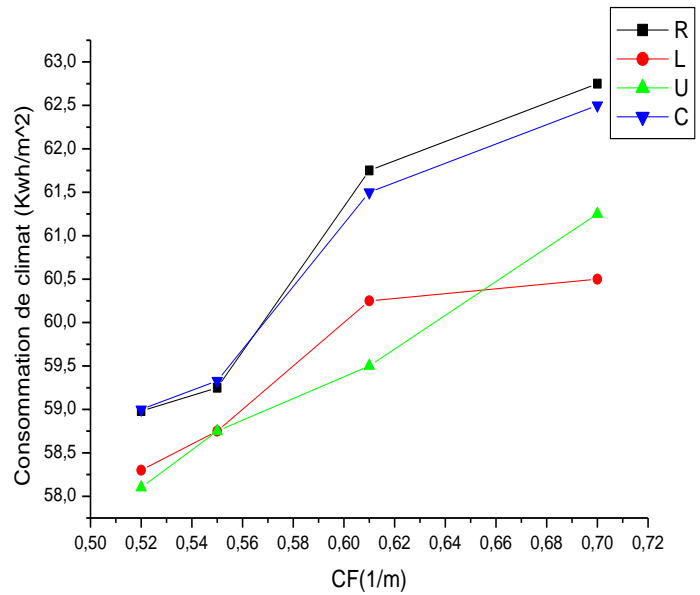


Figure 3.11 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment deux niveaux à Djelfa.

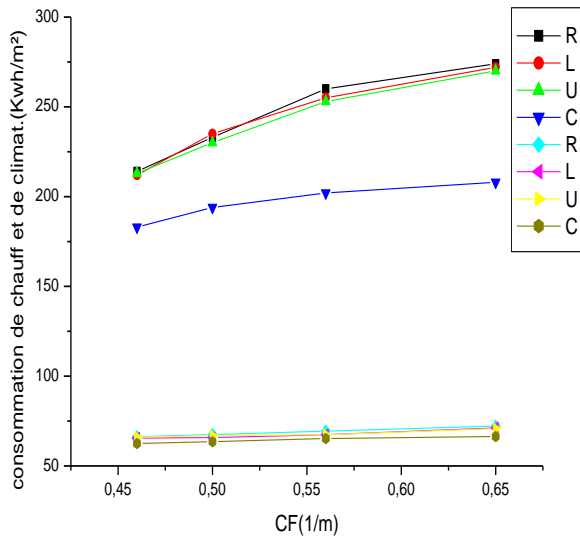


Figure 3.12b : Evolution de la consommation énergétique de chauffage et de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de trois niveaux à Djelfa.

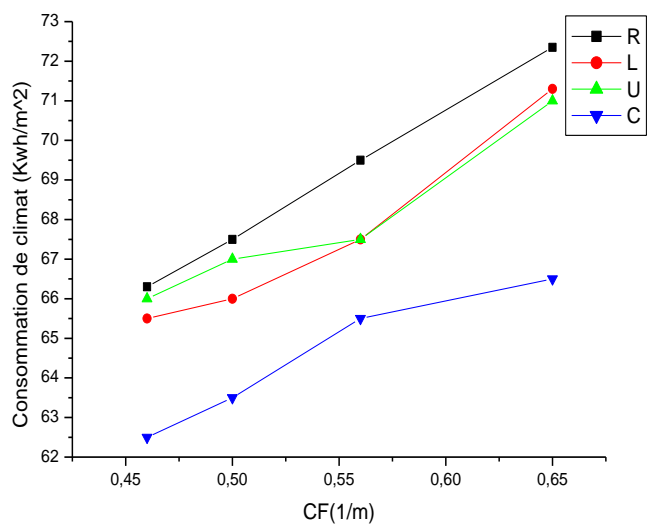


Figure 3.12a : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment de trois niveaux à Djelfa.

Pour un bâtiment de trois niveaux à Ouargla Figure 3.12a, on observe une augmentation de la consommation d'énergie de climatisation, 13.33% en moyenne pour R, 13.80% pour L, 12% pour U, 6.66% pour C avec l'augmentation du facteur de forme. La consommation d'énergie augmente également avec l'augmentation des étages. La Figure 3.12b représente les consommations de chauffage et de climatisation à Djelfa.

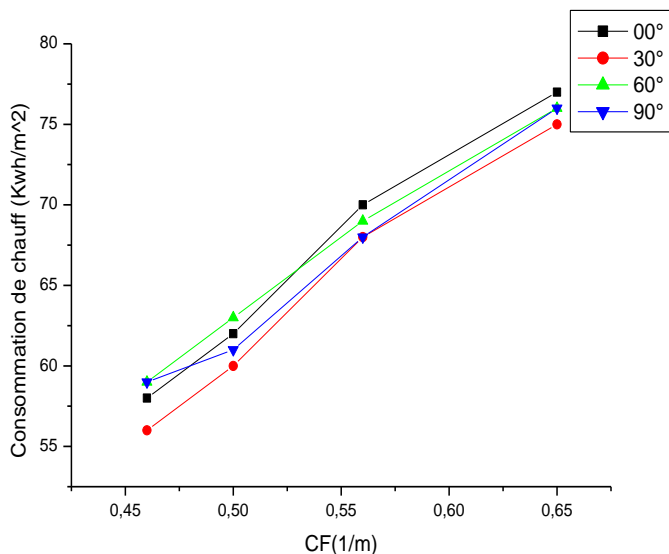


Figure 3.13 : Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme rectangulaire de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.

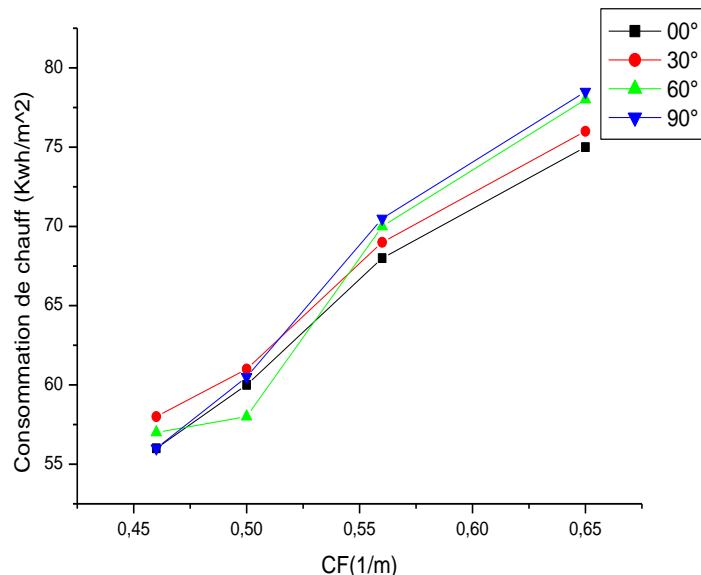


Figure 3.14 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme L de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.

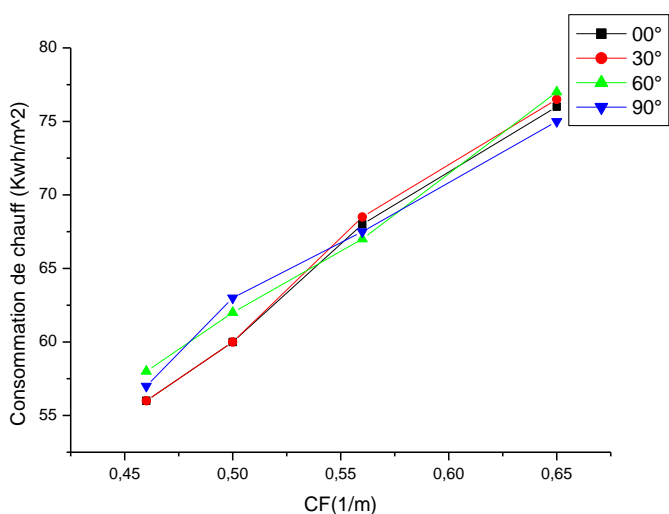


Figure 3.15 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme U de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.

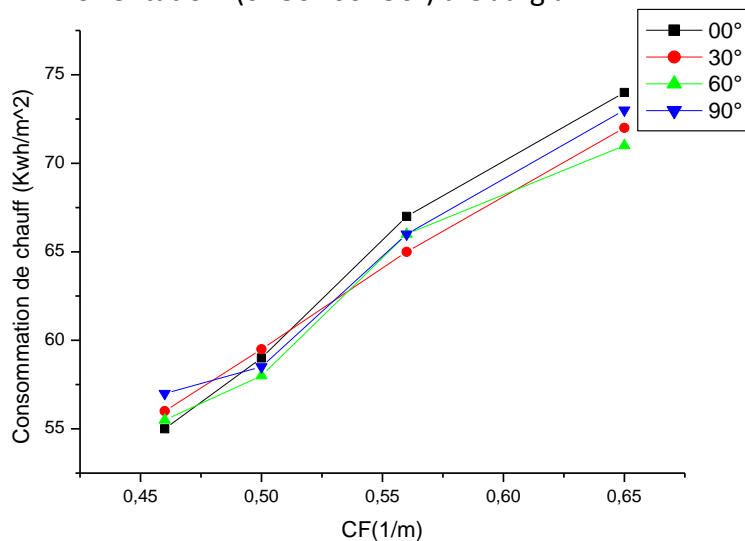


Figure 3.16 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme COUR de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.

Les résultats de simulation obtenus montrent une augmentation de la consommation d'énergie pour une orientation donnée en fonction du facteur de forme.

La variation de la consommation en fonction de l'orientation pour un facteur de forme donné est faible de moins de 3% dans les configurations (R.L.U.C).

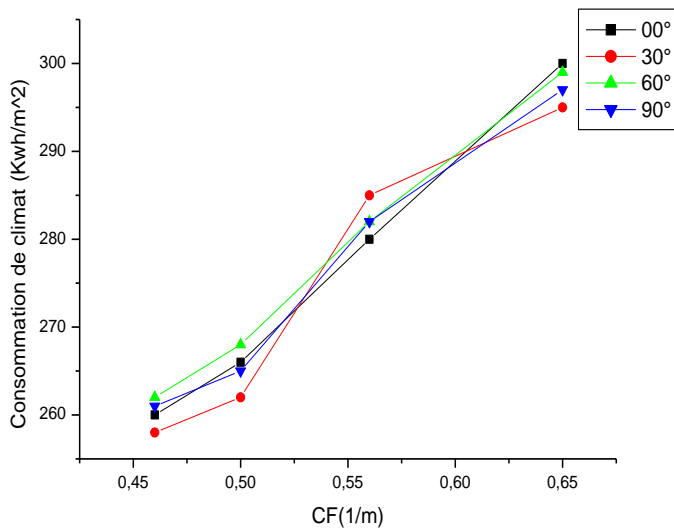


Figure 3.17 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme rectangulaire de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.

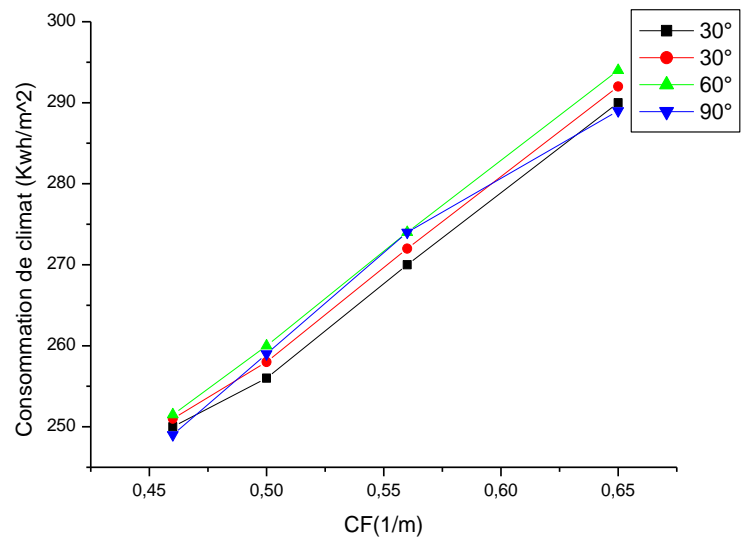


Figure 3.18 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme L de trois niveaux pour Différents valeurs de l'orientation (0°,30°,60° 90°) à Ouargla

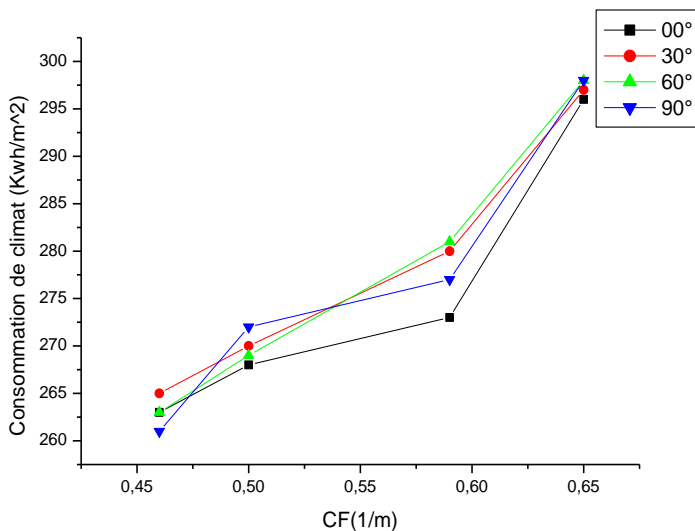


Figure 3.19 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme U de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.

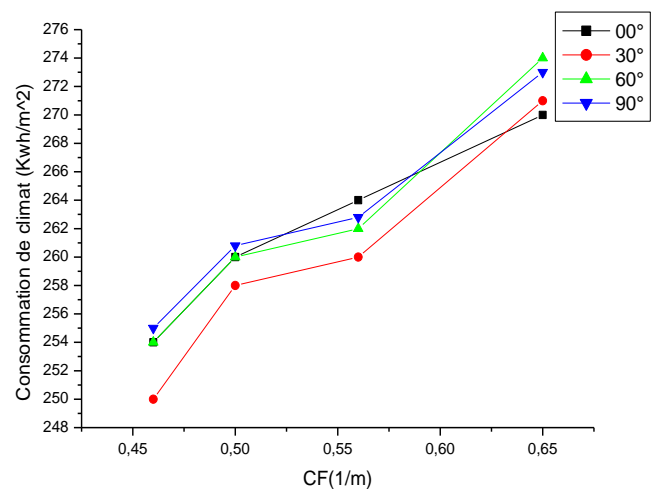


Figure 3.20 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction facteur de forme CF pour un bâtiment en forme COUR de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Ouargla.

Les résultats de simulation obtenus montrent une augmentation de la consommation d'énergie pour une orientation donnée en fonction du facteur de forme. La variation de la consommation en fonction de l'orientation pour un facteur de forme donné est faible de moins de 4% dans les configurations (R.L.U.C).

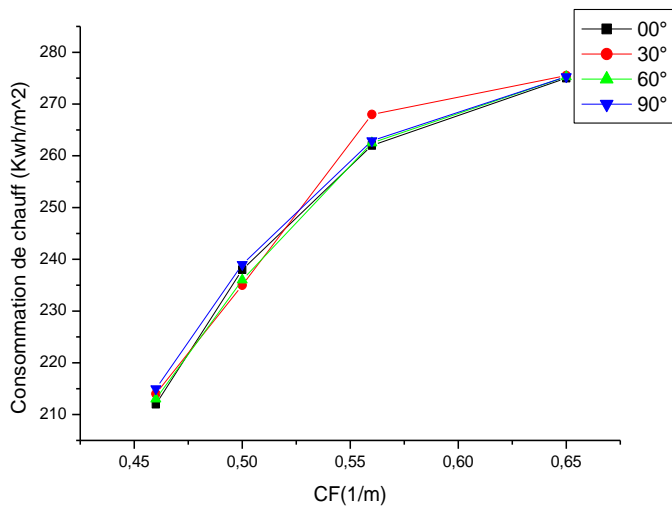


Figure 3.21 : Evolution de consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme rectangulaire de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.

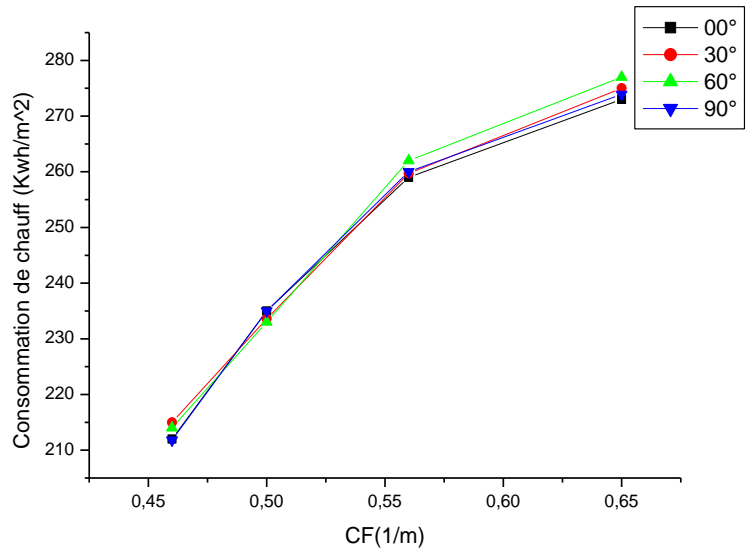


Figure 3.22 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme L de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.

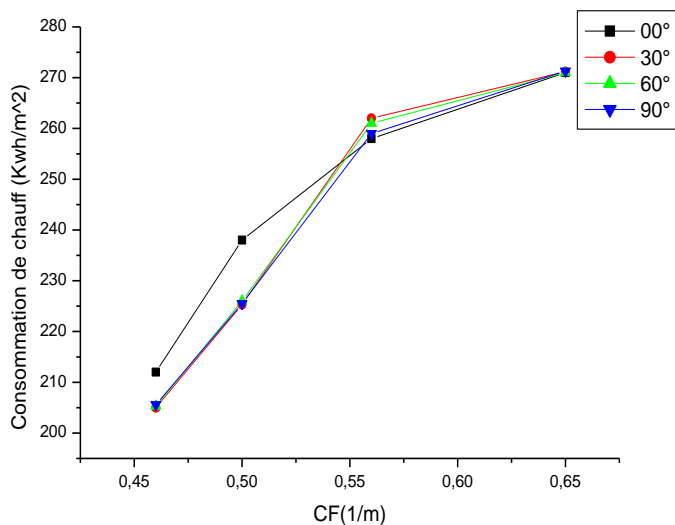


Figure 3.23 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme U de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.

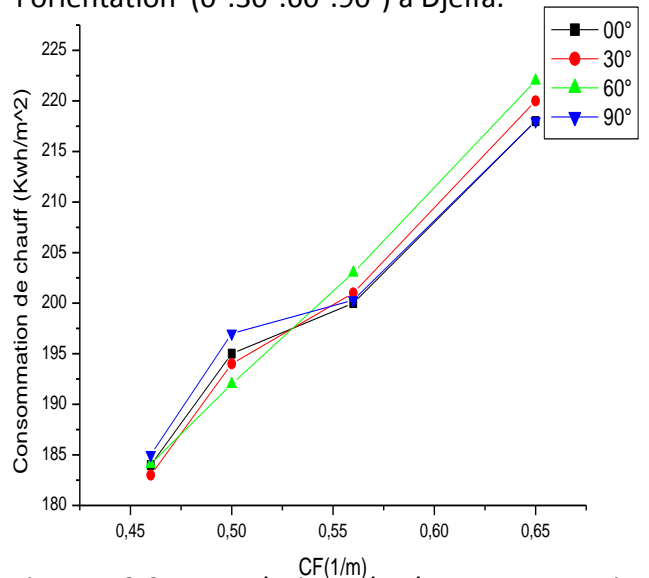


Figure 3.24 : Evolution de la consommation énergétique de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme COUR de trois niveaux pour différents valeurs l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.

Les résultats de simulation obtenus montrent une augmentation de la consommation d'énergie pour une orientation donnée en fonction du facteur de forme.

La variation de la consommation en fonction de l'orientation pour un facteur de forme donné est faible de moins de 3% dans les configurations (R.U.C), cette variation est nulle pour la forme L.

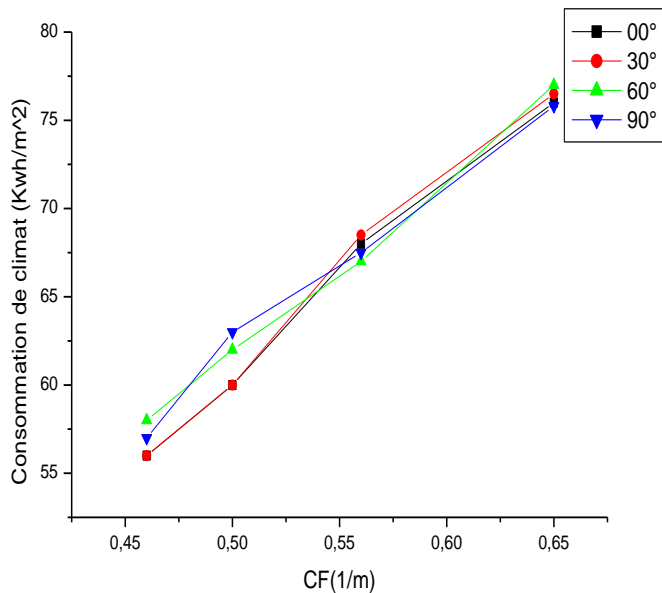


Figure 3.25 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme rectangulaire de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.

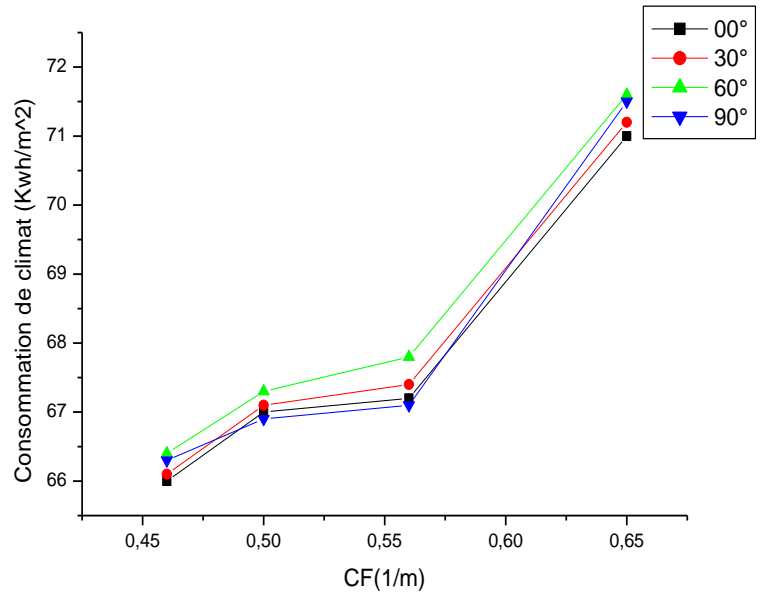


Figure 3.26 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme L de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°,30°,60°,90°) à Djelfa.

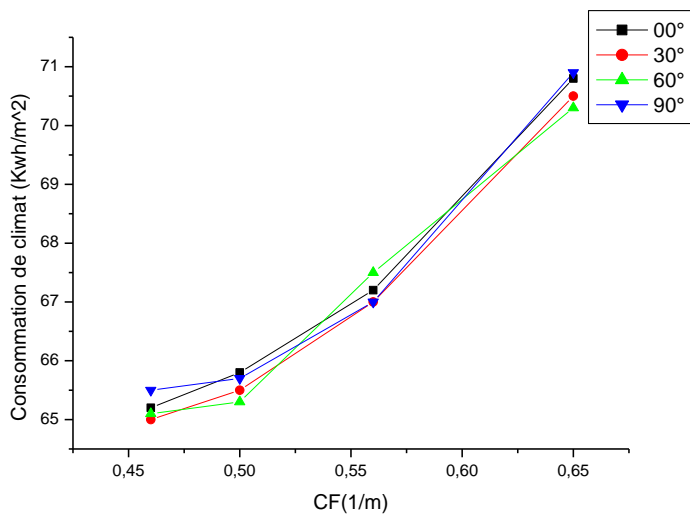


Figure 3.27 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment en forme U de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.

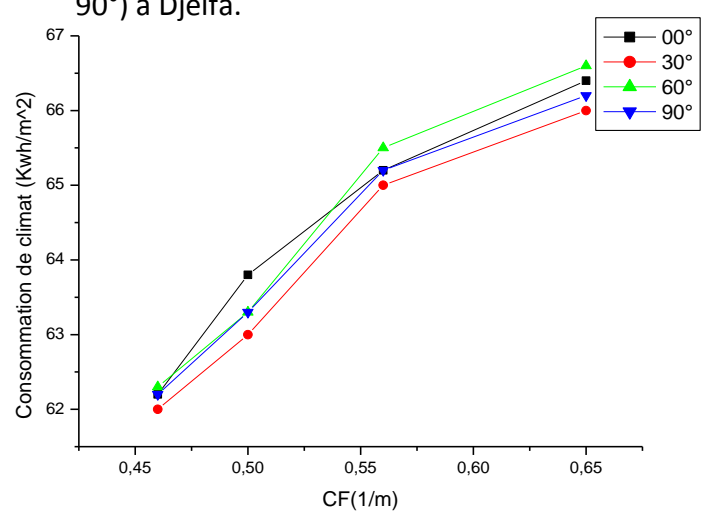


Figure 3.28 : Evolution de la consommation énergétique de climatisation annuelle en fonction facteur de forme CF pour un bâtiment en forme COUR de trois niveaux pour différents valeurs de l'orientation (0°.30°.60°.90°) à Djelfa.

Les résultats de simulation obtenus montrent augmentation de la consommation d'énergie pour une orientation donnée en fonction du facteur de forme. La variation de la consommation en fonction de l'orientation pour un facteur de forme donné est faible de moins de 4% dans les configurations (R.L.U.C).

### III.2. Résultats des bâtiments administratifs

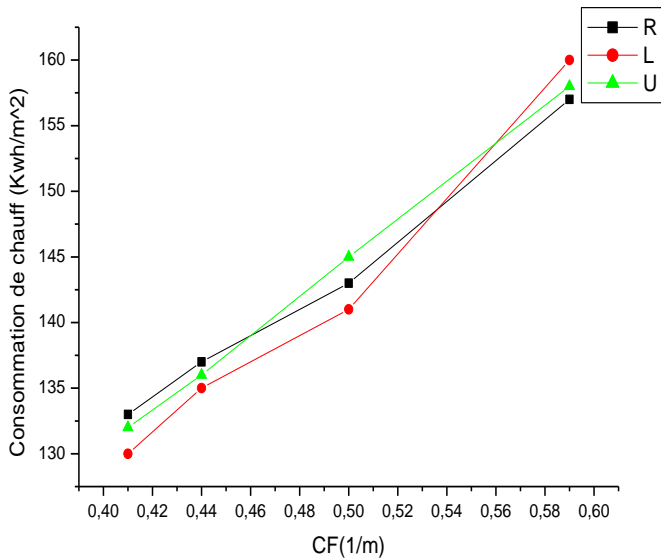


Figure 3.29 : Evolution de la consommation de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Ouargla.

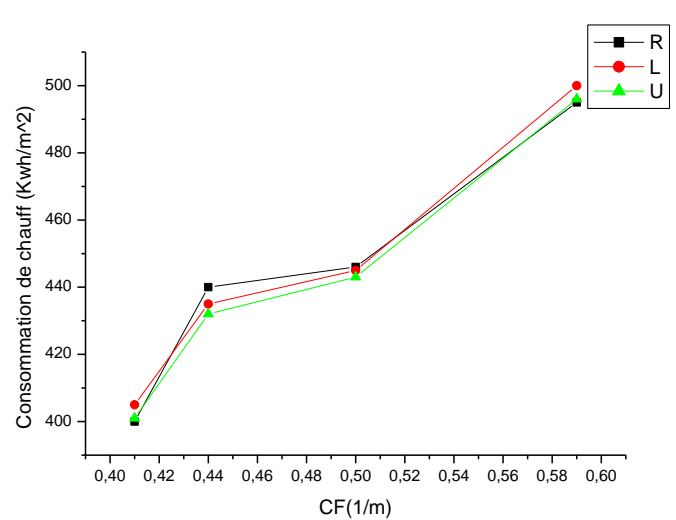


Figure 3.30 : Evolution de la consommation de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Djelfa.

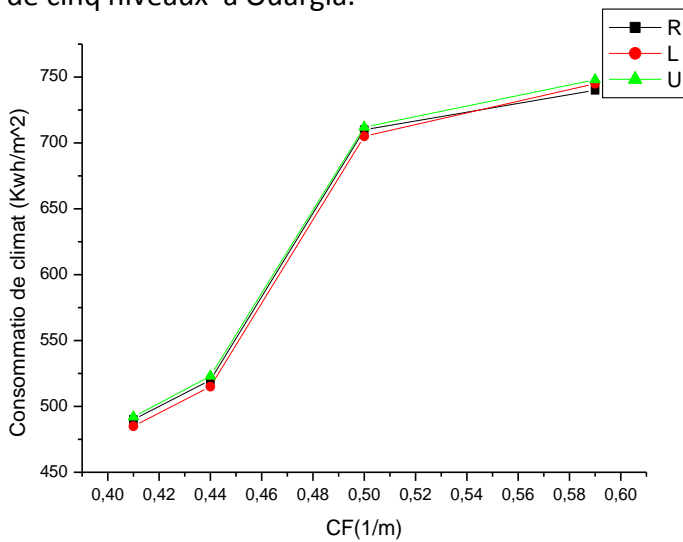


Figure 3.31 : Evolution de la consommation de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif cinq niveaux à Ouargla.

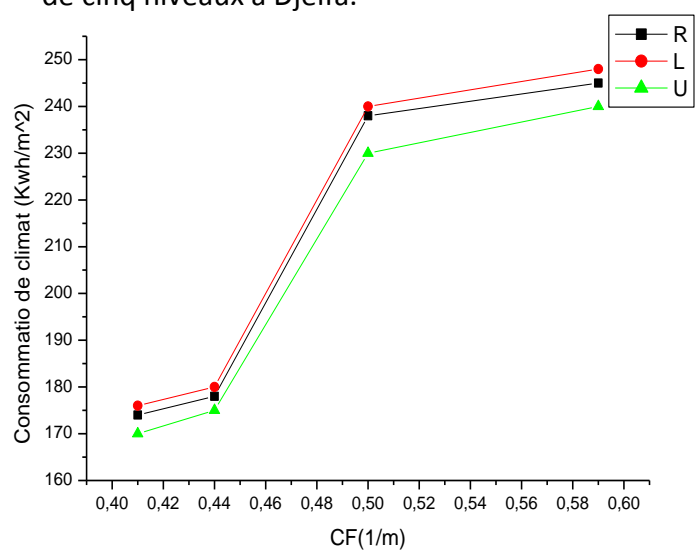


Figure 3.32 : Evolution de la consommation de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Djelfa.

Les résultats de simulation des bâtiments administratifs montrent une augmentation de la consommation d'énergie de 14.2% R, 18.75% L, 15.92% U à Ouargla pour le chauffage et 19.19% R, 19.11%L, 19.32% U à Djelfa pour le chauffage, 33.78%R, 34.45%L, 34.13%U à Ouargla pour la climatisation et 29.32%R, 29.6%L, 29.16%U à Djelfa pour la climatisation, ceci en fonction du facteur de forme pour les configurations (R, L, et U) en chauffage et en climatisation.

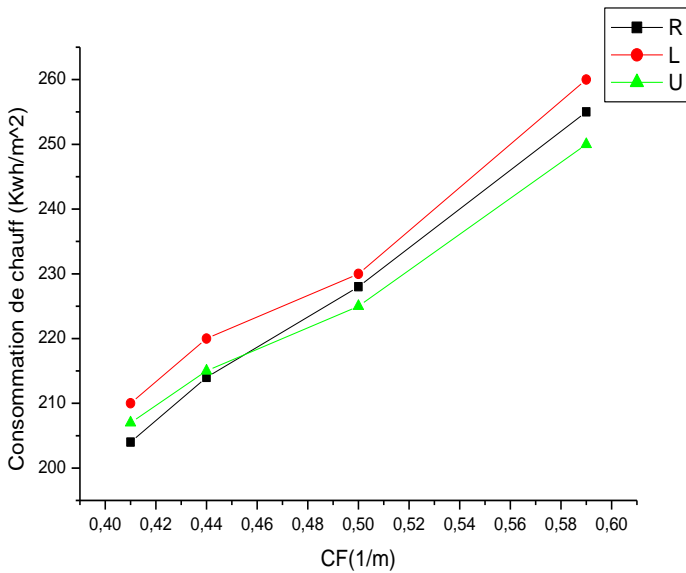


Figure 3.33 : Evolution de la consommation de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Ouargla.

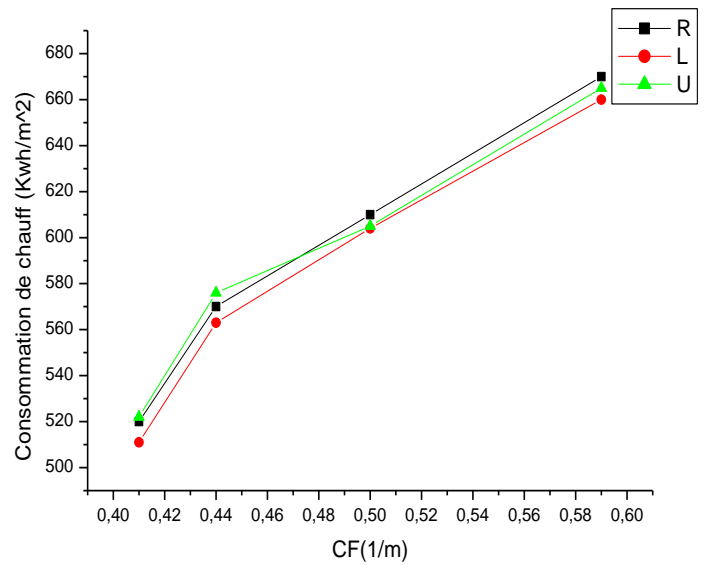


Figure 3.34 : Evolution de la consommation de chauffage annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Djelfa.

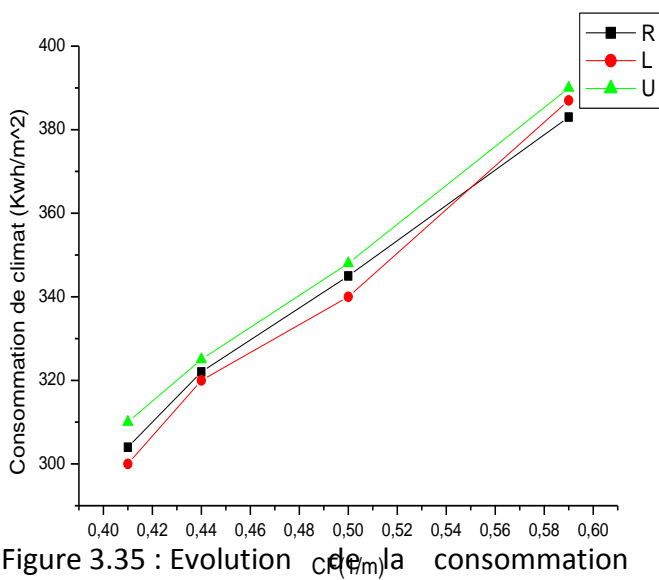


Figure 3.35 : Evolution de la consommation de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif cinq niveaux à Ouargla.

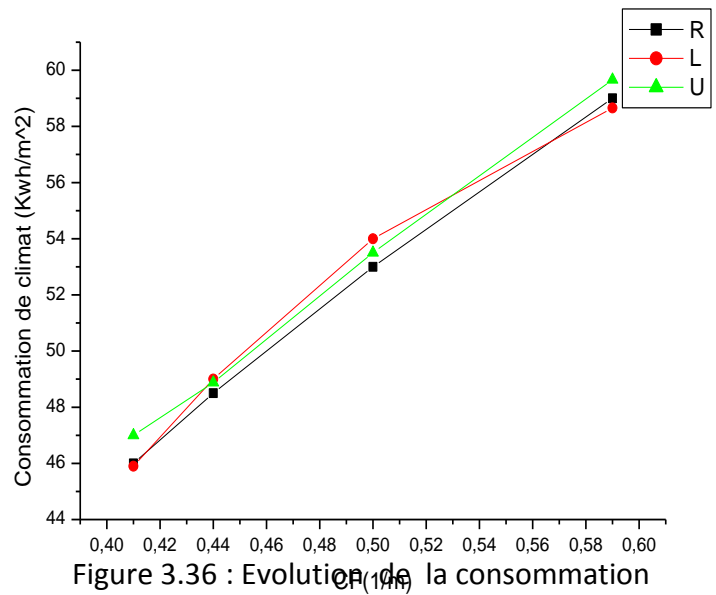


Figure 3.36 : Evolution de la consommation de climatisation annuelle en fonction du facteur de forme CF pour un bâtiment administratif de cinq niveaux à Djelfa.

Les résultats de simulation des bâtiments administratifs montrent une augmentation de la consommation d'énergie de 20% R, 19.23% L, 17.2% U à Ouargla pour le chauffage et 22.61% R, 22.72%L, 21.8% U à Djelfa pour le chauffage, 21.64%R, 23.07%L, 21.11%U à Ouargla pour la climatisation et 22.42%R, 22.37%L, 21.66%U à Djelfa pour la climatisation, ceci en fonction du facteur de forme par des configurations (R, L, et U) en chauffage et en climatisation.

Dans le cas du chauffage sans fenêtrage la consommation d'énergies des bâtiments administratifs est plus importants par contre dans le cas de la climatisation sans fenêtrage, la consommation d'énergie est moins importants.



## Conclusion générale

L'objectif de notre travail est de contribuer à maîtriser la consommation d'énergie et à l'optimiser dans le domaine du bâtiment.

Depuis quelques temps la consommation énergétique est sans cesse en augmentation et devenue un problème pour les énergéticiens et les architectes.

Avant d'entamer une construction, il est impératif de tenir compte du climat, de la forme, de l'isolation et de l'orientation du bâtiment ainsi que du confort thermique.

En somme, on doit contrôler l'énergie solaire gratuite en la stockant l'hiver pour la restituer à la demande et la maîtriser en été par l'utilisation de plusieurs procédés adéquats.

Dans la simulation de notre système, nous avons utilisé le logiciel TRNSYS avec lequel on a passé beaucoup de temps à le connaître.

Plusieurs séquences de simulation ont été effectuées pour différents facteurs de forme, et d'orientation en introduisant les données climatiques des deux régions étudiées à savoir Ouargla et Djelfa. Ces deux régions ont des données climatiques très différentes en été comme en hiver.

Après l'analyse des résultats obtenus, nous constatons que le climat de la région a un rôle important dans la consommation d'énergie puis le facteur de forme (R, L, U, Cour), ainsi que le nombre étages du bâtiment. Ceci est valable pour les bâtiments résidentiels et les bâtiments administratifs, en chauffage et en climatisation pour les deux régions étudiées. On constate que l'orientation du bâtiment a peu d'influence (environ 3% ) sur la réduction de la consommation d'énergie.

## Bibliographies:

- [1] Begga.L, Gherier.S, Impact de la forme architecturale sur la performance énergétique-. Mémoire De Master Université Kasdi Merbah, Ouargla.2016.
- [2] MEKHERMECHE A. « Contribution à l'étude des propriétés mécaniques et thermiques des briques en terre en vue de leur utilisation dans la restauration des Ksours sahariennes » Mémoire de Magister Université de Ouargla 2012.
- [3] Medjelekh, D. 2006. Impact de l'inertie thermique sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique du bâtiment cas de l'habitation de l'époque coloniale à Guelma, mémoire de magister : Architecture Bioclimatique, l'université Mentouri de Constantine.
- [4] khabali ,S. MED. ALI CHIBANI . Analyse des bilans énergétique dans les bâtiments conventionnels et les bâtiments a basse consommation d'énergie, Mémoire de Master professionnel Université de Ouargla 2013.
- [5] MEM : Ministère de l'énergie et des mines, Bilan Energétique National de l'année (2010- 2014).
- [6] peuportier. B, 2003 (Eco-conception des bâtiments. Batir en préservant l'environnement), éd. Presses des Mines, Paris.
- [7] La direction de SONELGAZ de Ouargla.
- [8] Dif Abdellah Impact De Facteur De Forme Sur La Consommation Energétique Dans Les Bâtiments (Différentes Régions En Algérie) Mémoire De Master, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 2013.
- [9] Huda Mohammed Hussein Abed , Effect Of Building Form On The Thermal Performance Of Residential Complexes In The Mediterranean Climate Of The Gaza Strip Thèse De Doctorat, 2012 Islamic University Of Gaza.
- [10] Mikler, Vladimir; Bicol, Albert; Breisnes, Beth And Labrie, M Ichel (2008). Passive Design Toolkit – Best Practices, City Of Vancouver, Canada.
- [11] Nadia SAIFI, Contribution A La Conception Des Bâtiments A Faible Consommation D'énergie Dans Les Zones Arides, Thèse De Doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2015.
- [12] Hans Rosenlund – Climatic Design of buildings using passive Techniques, Building Issues – 2000, volume 10 N°1.
- [13] Ghedamsi Rébha – Elaboration Dun Matériau De Construction En Vue de isolation thermique des bâtiments, thèse de Magister, université de Ouargla 2013.
- [14] Weather Underground. Un Site Météo Www. Wunderground.Com, 10/02/2018
- [15] W. Mezabia Et Y.Djebrit.. Modélisation Du Comportement Energétique Des Bâtiments Dans Les Zones Arides. Mémoire De Master 2011 Université Kasdi

**Merbah, Ouargla.**

**[16] Fraisse, Gilles - La Régulation Thermique Des Bâtiments Tertiaires : Application De La Logique Floue A La Régulation Centrale Du Chauffage En Régime Intermittent. S.L - : INSA De Lyon, 1997. Thèse De Doctorat.**

**[17] Michel Bernier - Introduction A TRNSYS (Version 16) - Département De Génie Mécanique Ecole Polytechnique De Montréal.**

**[18] Yoann RAFFENEL - Optimisation Du Contrôle Thermique Dans Une Habitation Multi Sources. L'école Centrale De Lyon. 2008.**

**[19] Werner KEILHOLZ, Paul SETTE - Les Evolutions De Trnsys – La Version 16 - Journée Thématique SFT-IBPSA Mars 2005**

**[20] DIDA Mustapha. Contribution à l'étude de l'effet d'isolation thermique sur la consommation énergétique des bâtiments . . Mémoire De Master 2016 Université Kasdi Merbah, Ouargla.**

**[21] DIEZ-WEBSTER Urko, RANDLE Sébastien - Modélisation D'une Maison A Energie Positive - Rapport Final Du PFE Juin 2006, Institut National Des Sciences Appliquées.**