

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées

Département De Génie Mécanique



Mémoire Master Professionnel

Domaine: Science et Technologie

Filière: Génie Mécanique

Spécialité: Energétique

Présenté par :

BEGGAA Lalmi & GHERIER Said

Thème

IMPACT DE LA FORME ARCHITECTURALE SUR LA PERFORMANCE ENERGETIQUE

Soutenu publiquement

Le : 30/05/2017

Devant le jury:

Mr. <i>KABDI Zakaria</i>	MCA	Président	UKM Ouargla
Mr ZARROUKI Moussa	MCA	Examineur	UKM Ouargla
Ms. SAIFI Nadia	MCA	Encadreur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2016 /2017

REMERCIEMENT

Avant tout, Nous remercions Dieu de m'avoir donné la santé et le courage de terminer ce travail.

Ensuite, Nous remercions les personnes qui m'ont donné les moyens de mener ce travail jusqu'à bout:

Mes remerciements vont plus particulièrement à Mon encadreur **Dr. SAIFI Nadia** pour avoir guidé mon travail et ma réflexion avec intérêt, rigueur et disponibilité,

Nous remercions également les membres du département de génie mécanique de m'avoir permis de travailler dans de bonnes conditions pendant la réalisation de Mon travail.

Monsieur. **KABDI Zakaria MCA**, Prof à l'université de Kasdi Merbah Ouargla, de m'avoir fait l'honneur de présider Mon jury de thèse.

Monsieur **.ZARROUKI Moussa**, Prof à l'université de Kasdi Merbah Ouargla d'avoir accepté d'examiner Ce travail.

Aussi à remercions nos Amis, Nous remercions aussi tout personnes de près ou de loin a contribué à la finalisation de ce travail.

DEDICACES

Nous dédions ce travail à nos chers parents

Et nos chers frères et nos sœurs

également tous les étudiants du génie Mécanique, BELKHAMSA Abdelaziz ,

GHERAIR Djmoui , GUMMOULI Nourdinne, ZINE Soufian, AMAIR

Rachid, LITIEME Brahim, LITIEM Smail

A Tous nos enseignants du département de génie mécanique.

المخلص

يعد المناخ أحد العناصر الهامة والمؤثرة على كل من التخطيط الحضري والتصميم المعماري. هذا ويرتبط استهلاك الطاقة في المباني بالبيئة المحيطة وهو الأمر الذي من شأنه التأثير على الأداء الحراري بداخلها. وتحتل المباني النصيب الأكبر من استهلاك الطاقة إذ يبلغ استهلاكها ما يقرب من نصف متطلبات الطاقة, ولما ك ان القطاع السكني في صدارة المنشآت المعمارية استهلاكاً للطاقة في العالم بصفة عامة والجزائر بصفة خاصة, يأتي هذا البحث في محاولة لدراسة الأداء الحراري بالمباني وتأثيره على الراحة الحرارية, كذلك يسلط البحث الضوء حول تأثير العوامل المناخية على التشكيلات العمرانية لاسيما فيما يتعلق بالشكل الهندسي والتوجيه للوحدة السكنية, ويتناول البحث بالدراسة المجمعات السكنية في الجلفة و عين صالح و يناقش نماذج لتصميماتها المعمارية خاصة فيما يتعلق بالشكل والتوجيه.

وفي هذا السياق يفترض البحث أن الشكل الهندسي الخارجي للوحدة السكنية وتوجيهها فضلاً عن شكل وتوجيه النسيج العمراني الناتج من تكرارها يؤثر تأثيراً كبيراً على الأداء الحراري للوحدة السكنية وبالتالي طاقتي التدفئة والتبريد. ومن هنا فإن البحث يسعى إلى تقييم الأداء الحراري للأشكال الهندسية والتوجيهات المختلفة للوحدة السكنية وضمن التشكيلات العمرانية المختلفة باستخدام برامج المحاكاة TRANSYS وصولاً إلى نموذج محقق لأعلى أداء حراري بحيث يصلح لاستخدامه في المباني السكنية بالجلفة و عين صالح هذا ويخرج البحث بجملة من النتائج أهمها تأثير الأداء الحراري للبيئة السكنية واستهلاك الطاقة بالشكل والتوجيه. حيث توصل البحث إلى أن نسبة السطح الخارجي إلى الحجم هي المؤثر الأساسي في السلوك الحراري بحيث يزيد استهلاك الطاقة.

كما درسنا في بحثنا هذا على مجموعة من أشكال البناء (L, U, Cour, rectangle) المختلفة والشرط في ذلك الحفاظ على نسبة المساحة في كل الإشكال كما نشاهد تأثير الاتجاه على استهلاك طاقتي التبريد والتسخين.

Résumé

Le climat est l'un des importants et les plus influents sur les deux éléments de planification urbaine et la conception architecturale, elle est associée à La consommation d'énergie dans les bâtiments environnement qui influence la performance thermique à l'intérieur. il occupe Construire la plus grande part de la consommation d'énergie, la consommation de près de la moitié des besoins énergétiques, étant donné que le secteur installations résidentielles à la pointe de consommation d'énergie architecturale dans le monde en général et l'Algérie en particulier, vient Cette recherche dans le but d'étudier la performance thermique des bâtiments et ses effets sur le confort thermique dans les deux villes de Djelfa et Ain Saleh, ainsi que la recherche met en lumière l'impact des facteurs climatiques sur les formations urbaines, en particulier en ce qui concerne la géométrie et de l'orientation d'une habitation.

Dans ce contexte, la recherche suppose que la géométrie de l'unité de logement extérieur et de les diriger ainsi que la forme et l'orientation Sortie tissu urbain de récurrence affecte de manière significative la performance thermique d'une unité résidentielle et donc chauffage et climatisation, la recherche vise à la performance thermique des différentes formes d'orientation de l'ingénierie et l'évaluation de l'unité résidentielle Dans les différentes configurations physiques à l'aide du logiciel de simulation TRANSYS , conduisant à un modèle de chercheur pour une performance thermique supérieure coïncideront pour une utilisation dans les bâtiments résidentiels Djelfa et In Saleh. Il fournit également des modèles de recherche pour assembler les formes de logement montées caractère (L, U, Cour, rectangle) à condition qu'ils contiennent la même surface par rapport à le volume(CF).

Abstract

Climate is one of the most important factors that affect both urban planning and architectural design. Energy consumption of a building is strongly related to the climatic surrounding it which has a major effect on its thermal performance. Residential buildings are considered the most architectural structures consuming energy in the world. This research comes in an attempt to study the thermal performance of residential buildings and its impact on thermal comfort. The research also seeks to study the impact of climatic factors on the urban configuration, especially with regard to the geometric shape and orientation of the housing unit. Also the research provides an overview of the residential complexes in the Djelfa and In Salah and their design especially with regard to their form and orientation.

In this context, the research assumes that the geometric shape and orientation of the housing unit as well as the form and orientation of its urban configuration significantly affects the thermal performance of the housing unit, and thus the heating and cooling loads. Hence, the research seeks to evaluate the thermal performance of different geometrical shapes and orientations of the housing unit and within different urban configurations. The research is carried out using by using the computer programs TRANSYS. The research aims to reach to the best possible configurations which present the high thermal performance in order to use it in residential buildings in Djelfa and In Salah. The results indicate significant thermal effects due to the form's proportions and orientation. The research concluded that the surface to volume ratio is considered the main responsible for the thermal response in different geometric shapes. The energy consumption increases at the same rate of increasing in the surface to volume ratio (S/V) in the Djelfa and In Salah.

In this study, we examined a variety of different forms of construction (**L, U, Cour, rectangle**). In this regard, we maintain the ratio of area in all shapes. We also observe the effect of the trend on the consumption of cooling and heating energy.

Sommaire

Sommaire

LISTE DES FIGURES	VI
LISTE DES TABLEAU	VI
Nomenclature	VI
INTRODUCTION GÉNÉRALE	01
CHAPITRE I : Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation dans l'Algérie	
I.1.Introduction	04
I .2. Consommation énergétique en Algérie par secteur	05
I.2.1. La consommation du secteur "Industries et BTP"	05
I.2.2. La consommation du secteur des ‘‘transports’’	05
I.2.3. La consommation des "Ménages et autres"	05
I.3.Les bâtiments performants	06
I.3.1.Le bâtiment basse consommation (BBC)	06
I.3.2. Le bâtiment passif	07
I.3.3.Le bâtiment zéro énergie	08
I.3.4.Le bâtiment à énergie positive (BEPOS)	09
I.3.5.Les bâtiments bioclimatiques	09
I.4.Définition des bâtiments adaptés aux changements climatique	10
I.5.Importance de la conception sensible au climat	10
I.6.Classification climatique	11
I.6.1.Climat froid (Neige)	11
I.6.2.Climat polaire	11
I.6.3.Climat chaud et aride	12
I.6.4.Climat chaud et humide (humide tropical)	12
I.6.5.Climats tempérés (moyenne humide)	12
I.7. Les paramètres qui se rapportent à la conception architecturale	12
I.7.1.La forme	12
I.7.2.L' Orientation	13
I.7.3. La masse thermique	14
I.7.4. Fenêtrage	14
I.7.5. L'isolation thermique	14
I.8.Zones climatiques l'Algérie	15
I.8.1.Zones climatiques en Algérie	15
I.9.Les régions choisies pour la simulation	16
I.9.1.Djelfa	16
I.9.1.a. Données géographiques	16
I.9.1.b. Données météorologiques	16
I.9.1.c. Données architecturale	17
I.9.2.In Salah	18
I.9.2.a .Données géographiques	18
I.9.2.b. Données météorologiques	18
I.9.2.c. Données architecturales	19
I.10.Conception climatique des bâtiments résidentiels dans l'Algérie	20
I.11. Stratégies et système bioclimatique	20

I.12.modes de transfert de chaleur	20
I.12.1. La conduction	20
I.12.2. La convection	21
I.12.3.Le rayonnement	21
I.13.Conclusion	21
SIMULATION ET DESCRIPTION DE RESULTA	
2.1.Introduction	23
2.2.Méthodologie de travail	23
2.3.Les formes de l’enveloppe proposées pour l’étude	24
2.3.1.La forme "rectangulaire"	25
2.3.2.La forme "L"	26
2.3.3.La forme " U "	27
2.3.4.La forme " Cour"	28
2.3.5.Orientation	29
2.4.Le coefficient global de transfert thermique	31
2.5.Simulation à l’aide du logiciel TRNSYS	32
2.5.1.Généralités	32
2.5.2. Avantages du logiciel TRNSYS	33
2.5.3. Inconvénients du logiciel TRNSYS	33
2.6. Étapes de la simulation	33
2.7.Résultats	34
2.8. Résultats et Discussions	35
2.8.1.Djelfa	35
2.8.2.In Salah	44
2.9.Conclusion	53
Conclusion Général	55
Bibliographies	57
Annexe	59
Annexe A	60
Annexe B	61
Annexe C	63

Liste des figures

Chapite1:Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation dans l'Algérie

Figure 1-1: la consommation énergétique finale par secteur d'activité en 2014[2].	05
Figure 1-2: Des logements sociaux BBC-Effinergie à la commune de La terrasse. [5].	06
Figure 1-3: Ecole passive à Beernem, Buro[6].	07
Figure 1-4: Maison passive à Kalmthout, artmen. [6].	07
Figure 1-5: Comparaison entre les indices de performance énergétique en kwh/m2.an[6]	08
Figure 1-6: maison “zero energy”[7].	08
Figure 1-7: logements collectif à énergie positive à Freiburg. Allemagne. [8].	09
Figure 1-8: illustration de quelques Principes d’architecture bioclimatique [10].	10
Figure 1-9: Exemple de surfaces pour différentes orientations à partir du Nord[1].	13
Figure 1-10: Zonage climatique de l’Algérie adapté aux besoins de la réglementation thermique dans le bâtiment. [23].	15
Figure 1-11: Situation géographique de Djelfa.	16
Figure 1-12 quelques formes de construction à Djelfa [26]	17
Figure 1-13: Situation géographique in Salah	18
Figure 1-14 quelques formes de construction à in Salah [26]	19
Chapitre 2 simulation et Discussions de Résultat	
Figure. 2.1.Orientation et Dimensions de la forme rectangulaire	25
Figure. 2.2.Orientation et Les dimensions de la forme "L".	26
Figure. 2.3.Orientation et Dimensions de la forme " U ".	27
Figure. 2.4.Orientation et Dimensions de la forme " COUR ".	28
Figure. 2.5.Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude le rectangulaire	30
Figure. 2.6.Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude le forme U	30
Figure. 2.7.Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude de forme L	31
Figure. 2.8. Représentation schématique d'un type.	33
Figure2.9. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour Nombre d'étages k=0.	35
Figure. 2. 10. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour Nombre d'étages k=1.	36
Figure. 2.11. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de Chauffage pour Nombre d'étages k=2.	37
Figure. 2.12. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages k=0.	38
Figure. 2.13. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages k=1.	39

Figure. 2.14. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=2$.	40
Figure. 2.15. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme rectangulaire)	41
Figure. 2.16. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme rectangulaire).	41
Figure. 2.17. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme U).	42
Figure. 2.18. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme U).	42
Figure. 2.19. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme L).	43
Figure. 2.20. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme L).	43
Figure. 2.21. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour la ville de Djelfa (Nombre d'étages $k=0$).	44
Figure. 2.22. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour Nombre d'étages $k=1$.	45
Figure. 2.23. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour Nombre d'étages $k=2$	46
Figure. 2.24. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=0$.	47
Figure. 2.25. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=1$	48
Figure. 2.26. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=2$	49
Figure. 2.27. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme rectangulaire).	50
Figure. 2.28. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme rectangulaire).	50
Figure. 2.29. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme U).	51
Figure. 2.30. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme U).	51
Figure. 2.31. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme L).	52
Figure. 2.32. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme L)	52

LISTE DE TABLEAU

Chapitre 1: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation dans l'Algérie

Chapitre 2: Simulation et Description De Résultat

Tableau 2.1. Différentes formes de bâtiments étudiées	25
Tableau 2.2. Dimensions de la forme rectangulaire (Nombre d'étages K=0) H=3m	26
Tableau 2.3. Dimensions de la forme rectangulaire (Nombre d'étages K=1) H=6m	26
Tableau 2.4. Dimensions de la forme rectangulaire (Nombre d'étages K=2) H=9m	26
Tableau 2.5. Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=0) H=3m	27
Tableau 2.6. Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=1) H=6m	27
Tableau 2.7. Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=2) H=9m	27
Tableau 2.8. Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=0) H=3m	28
Tableau 2.9. Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=1) H=6m	28
Tableau 2.10. Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=2) H=9m	28
Tableau 2.11. Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=0) H=3m	29
Tableau 2.12. Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=1) H=6m	29
Tableau 2.13. Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=2) H=9m	29
Tableau 2.14. Calcul du coefficient de transmission de chaleur h	31

Nomenclature

CF	Confort thermique	m^{-1}
S	surface	m^2
D	Depth	m
W	Width	m
W'	Width intérieure	m
D'	Depth intérieure	m
t	Largeur	m
H	Hauteur	m
K	Nombre de étage	
λ	le coefficient de transfert de chaleur par conduction	$kJ/h.m.K$
R	la résistance thermique	W /K
e	Epaisseur	m
Ki	le flux de chaleur entre l'extérieur et l'intérieur	W/m^2k
hi	le coefficient de transfert de chaleur par convection intérieur	$W/m^2 K$
he	le coefficient de transfert de chaleur par convection extérieur	$W/m^2 K$

Introduction

Générale

Introduction générale

Le climat varie d'un endroit à un autre depuis la création de la terre, dont le principal facteur qui provoque cette variation est l'intensité des rayons solaires. Le fait que le climat dépend principalement de ce facteur, l'homme a pu s'adapter aux conditions de sa vie et améliorer de jour en jour son environnement.

La croissance démographique dans les villes sahariennes a engendré un développement spatial important et en même temps l'habitat traditionnel est de plus en plus abandonné ou modifié avec l'introduction des matériaux de construction modernes et du métal.

En Algérie, les études ont négligé l'influence du climat sur le bâtiment comme on n'a pas entamé le sujet de la forme de construction sur le climat intérieur sauf dans les dernières années où la crise de l'énergie est devenue un débat international. Et maintenant, malgré que le sujet est pris en considération par plusieurs chercheurs, on doit dire que le climat du Sahara ne fait pas encore sujet comme il faut, surtout si on connaît que la période estivale dépasse trois mois par an et que le recours aux systèmes de refroidissement modernes (souvent split système) est l'origine des pics de consommation de l'énergie électrique très élevée qui provoque parfois insuffisance d'électricité et donc interruption de courant.

La forme du bâtiment, l'orientation, Fenêtrage et L'isolation thermique sont les paramètres de conception les plus importants qui affectent le confort thermique intérieur et la conservation de l'énergie dans l'échelle de construction. La configuration et le moulage intelligents de la forme intégrée et de ses environs peuvent réduire considérablement le niveau d'inconfort dans un bâtiment et réduire la consommation d'énergie nécessaire pour maintenir des conditions confortables.

Notre étude a pour objectif de chercher le confort thermique, pour assurer un niveau de confort thermique acceptable en étudiant l'influence de l'enveloppe du bâtiment sur les ambiances intérieures et comment déterminer la forme et l'orientation de bâtiment afin d'apporter des solutions aux exigences du confort thermique et de réduire les besoins en climatisation dans les zones arides.

On a réparti notre travail sur deux chapitres, le premier chapitre est une introduction à notre problématique, on verra le climat dans le monde, le confort et les différentes méthodes développées dans les climats durs pour se protéger des conditions défavorables et atteindre le confort.

Introduction Générale

Le deuxième chapitre, on va parler de l'architecture et son impact sur le confort que l'homme a cherché depuis toujours, on se basant sur le climat chaud et les formes utilisées à l'époque. On verra des exemples de travaux dans le domaine de l'architecture bioclimatique, les différentes formes proposées pour améliorer le confort interne et surtout comment réduire la facture de consommation de l'énergie.

Aussi dans même chapitre on verra la démarche pratique de notre travail, en commençant par la description du logiciel utilisé pour la simulation (TRNSYS) et les différentes étapes suivies, puis les hypothèses de l'étude et comment on va analyser nos échantillons.

On achève ce manuscrit par une conclusion générale.

Chapitre 1

Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1 .1.Introduction

Le secteur résidentiel est à l'origine de 42% de la consommation d'énergie finale en Algérie. 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 efficace s'impose comme une nécessité à la maîtrise des consommations énergétiques de ce secteur.

Le contexte algérien connaît une crise aiguë en matière d'habitat, dont le confort thermique a 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].

Cette expérience est continue avec le programme quinquennal 2005-2009 qui prévoit un million de logements. Ce programme provoque aussi la question d'intégration climatique (où le même plan de masse a été répété à travers les cités algériennes), qui implique une consommation énergétique importante, due au recours aux équipements coûteux et gros consommateurs d'énergie pour pallier aux conditions d'inconfort que ces constructions engendraient.

Dans ce chapitre, on présentera d'une part quelques méthodes et outils d'aide à la conception bioclimatique qui prennent 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.

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.2. Consommation énergétique en Algérie par secteur:

Par secteur d'activité, l'évolution de la consommation finale en 2014 fait ressortir ce qui suit :

1.2.1. La consommation du secteur "Industries et BTP"

a connu une légère hausse (+2,8%) par rapport à l'année 2013 à 8,2 Mtep. En effet, la hausse de la consommation des sous-secteurs des matériaux de construction (+3,4%), des industries manufacturières (+7,3%) et BTP (+17,6%) a largement compensé la baisse (-1,6%) de la consommation du sous-secteur « autres industries ». [2]

1.2.2. La consommation du secteur des "transports"

s'est accrue de +5,7% en 2014, pour atteindre 14,6 Mtep, due essentiellement à la croissance du transport routier (0,74 Mtep). [2]

1.2.3. La consommation des "Ménages et autres"

qui comprend également le secteur de l'agriculture, a augmenté de 0,9 Mtep par rapport à l'année 2013 pour atteindre 16,6 Mtep en 2014, tirée principalement par l'accroissement de la consommation du sous-secteur résidentiel (0,5 Mtep). [2]

L'analyse de l'utilisation finale de l'énergie par secteur d'activité met en lumière la prépondérance du secteur des "ménages et autres" (y compris agriculture), qui représente 42% contre 37% pour le transport et 21% pour l'industrie. Ceci reflète notamment l'amélioration du niveau de vie des citoyens [2]

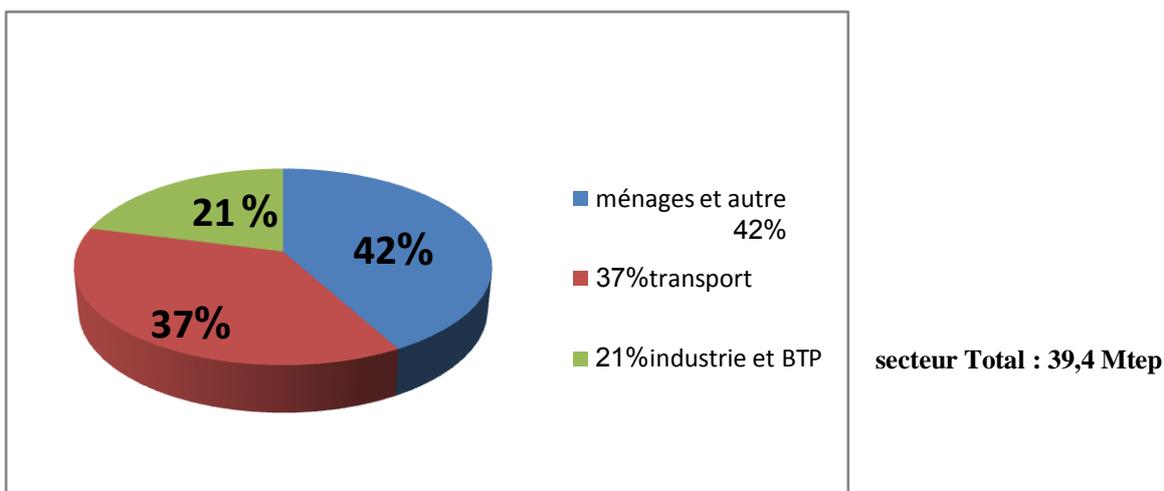


Figure 1-1 : la consommation énergétique finale par secteur d'activité en 2014 [2]

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.3. Les bâtiments performants :

Suite à la présentation des différents labels de performance énergétique, on peut présenter, maintenant, les divers concepts des bâtiments performants qui sont encadrés par ces labels.

En effet, ces bâtiments sont classés en trois catégories de même que les labels qui leurs associent : bâtiments performants, bâtiments très performants, et bâtiments zero énergie ou à énergie positive.

1.3.1. Le bâtiment basse consommation (BBC) :

En Anglais “low energy house”. Ce terme est généralement utilisé pour désigner des bâtiments dont des performances énergétiques sont supérieures à celles des bâtiments standards [3]

Les bâtiments d’habitation sont BBC (selon le label Effinergie) lorsque la consommation d’énergie primaire est inférieure à 50 kWh/m²/an pour les postes suivants : Chauffage, Eau Chaude Sanitaire, Ventilation, Eclairage et Refroidissement. Cependant La consommation énergétique globale des bâtiments à usage autre que d’habitation (tertiaire,...) ne doit pas dépasser 50 % de la consommation conventionnelle[4].

D’après l’association Effinergie, ce niveau de performance peut être atteint par l’optimisation de l’isolation, la réduction des ponts thermiques et l’accroissement des apports passifs. Ce concept ne comprend a priori aucun moyen de production local d’énergie, sans toutefois l’exclure.



Figure 1-2 : Des logements sociaux BBC-Effinergie à la commune de La terrasse. [5]

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.3.2. Le bâtiment passif :

En anglais “Passive House”, en allemand “Passivhaus”. Le concept de bâtiment passif a été développé dans les années 1970 et formalisé en 1985 par le Pr. Bo Adamson de l’université de Lund (Suède) et Wolfgang Feist de l’institut de logement et de l’environnement de Darmstadt (Allemagne).

Le bâtiment passif désigne un bâtiment garantissant un climat intérieur confortable aussi bien en été qu’en hiver sans recours aux systèmes de chauffage ou de refroidissements actifs ; c’est à dire les apports passifs solaires et internes et les systèmes de ventilation suffisent à maintenir une ambiance intérieure agréable toute l’année. [3]



Figure 1-3: Ecole passive à Beernem, Buro [6]



Figure 1-4: Maison passive à Kalmthout, artmen. [6]

Pour réaliser cela on prend en considération les principes suivants [6]:

- * le solaire passif : l’utilisation passive du rayonnement solaire.
- * La sur-isolation : une isolation thermique particulièrement performante, une absence des ponts thermiques et une étanchéité à l’air très élevées.
- * La récupération de la chaleur et le chauffage d’appoint : un système d’aération approvisionne constamment en air frais.
- * L’efficacité électrique et énergies renouvelables : grâce à des appareils électroménagers performants et une installation solaire thermique.

Ce bâtiment très faiblement consommateur d’énergie ; 80% de moins d’énergie de chauffage que les construction existants ou neuves traditionnelles (fig. I-5), il n’a pas besoin de plus de 15 kWh par m² et par an de chauffage, que la consommation d’énergie primaire ne doit

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

pas dépasser la valeur de 120 kWh par m² et par an et que l'étanchéité à l'air soit efficace avec un paramètre n₅₀ < 0,6 h⁻¹

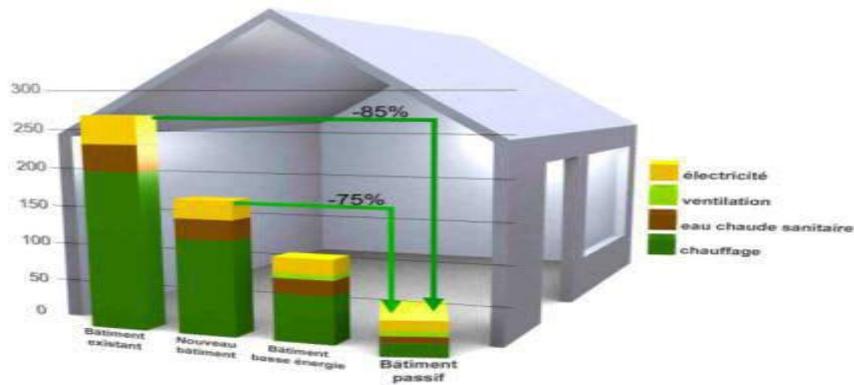


Figure 1-5 : Comparaison entre les indices de performance énergétique en kWh/m².an [6]

1.3.3. Le bâtiment zéro énergie :

En anglais “zero energy house”. Le bâtiment zéro énergie combine de faibles besoins d'énergie à des moyens de production d'énergie locaux. Sa production énergétique équilibre sa consommation. Ce bâtiment est quasi autonome en énergie sur l'année (son bilan énergétique net annuel est donc nul), il obtient tous ses énergies requise par d'énergies solaire et d'autres sources d'énergie renouvelable et il présente des niveaux d'isolations supérieurs à la moyenne [3].

Les maisons zéro énergie se chauffent en général par des panneaux solaires thermiques, avec l'appoint fourni par une pompe à chaleur alimentée en électricité. Les panneaux photovoltaïques sont donc dimensionnés par les besoins en électricité de la pompe à chaleur, additionnés par les autres besoins électriques.

Le principe de la maison à énergie zéro est donc complètement différent de celui de la maison passive, puisqu'il consiste en une compensation de la consommation totale, quelle qu'elle soit, et non en une optimisation des conditions favorisant la sobriété énergétique de la maison.



Figure 1-6: maison “zéro énergie” [7]

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.3.4. Le bâtiment à énergie positive (BEPOS):

Le bâtiment à énergie positive est un bâtiment dont le bilan énergétique global est positif (il dépasse le niveau zéro énergie), c'est-à-dire qu'il produit plus d'énergie (thermique ou électrique) qu'il n'en consomme. L'énergie complémentaire peut être soit stockée afin d'être consommée ultérieurement, soit réinjectée au réseau de distribution d'électricité pour être revendue [8].

Pour qualifier un bâtiment qui serait à énergie positif [9], deux indicateurs énergétiques sont retenus :

- * Le bâtiment doit être sobre en énergie hors production locale et à faible contenu carbone.
- * La consommation totale d'énergie primaire du bâtiment doit être compensée en moyenne par la production locale d'énergie.



Figure 1-7: logements collectif à énergie positive à Freiburg. Allemagne. [8]

1.3.5. Les bâtiments bioclimatiques :

L'architecture bioclimatique cherche de la meilleure adéquation entre le bâtiment, le climat et ses occupants pour réduire au maximum les besoins énergétiques non renouvelables [10]. Le bâtiment bioclimatique tire parti du climat (fig. I-8) afin de rapprocher au maximum ses occupants des conditions de confort avec des températures agréables, une humidité contrôlée, un éclairage naturel, et permet de réduire les besoins énergétiques (chauffage ou climatisation).

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie



Figure 1-8: Illustration de quelques principes d'architecture bioclimatique (implantation et organisation spatiale) [10]

1.4. Définition des bâtiments adaptés aux changements climatique:

On peut définir l'adaptation aux changements du climat comme « l'ensemble des évolutions

d'organisation, de localisation et de techniques que les sociétés devront opérer pour limiter les impacts négatifs de ces changements et maximiser leurs effets bénéfiques » .

Par exemple, éloigner les populations et le capital productif de zones rendues inondables par le changement climatique, adopter des variétés de plantes plus résistantes et mieux adaptées aux climats du futur, ajuster les réseaux énergétiques aux variations attendues de la consommation d'énergie ou réhabiliter des zones urbaines après des désastres naturels liés au changement climatique sont toutes des actions d'adaptation. [11]

1.5. Importance de la conception sensible au climat:

Il est dorénavant reconnu que les décisions prises durant les phases initiales de conception architecturale produisent l'impact le plus important sur la performance énergétique d'un bâtiment. Selon Ruano (2007) un bon choix de forme et d'orientation pour un bâtiment peut entraîner une réduction atteignant jusqu'à 40% de sa consommation énergétique. [12]

L'adaptation de la forme des constructions aux conditions climatiques est devenue un problème continue, elle est considérée comme étant un intermédiaire entre l'univers naturel et l'homme; cette définition relève principalement du concept d'abri climatique, l'habitation, l'enceinte thermique, le lieu d'échange entre les flux internes et externes est donc un échangeur thermique entre l'homme et les conditions climatiques extérieures. Son rôle est de minimiser les

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

effets non désirables et de favoriser les effets convenables pour le confort des occupants. En effet, la relation envisagée entre le climat et la forme dépend de la nature des enveloppes, de l'implantation et des groupements.

La complexité de cette relation peut avoir une incidence sur la quantité des pertes ou des gains d'énergie calorifique (chaleur) et surtout sur le besoin en cette énergie .[13]

Dans le domaine du bâtiment, le nombre de constructions en logements ou en bâtiments tertiaires est amené à augmenter considérablement. L'absence d'application de réglementation thermique alliée à des contraintes économiques de coût de construction et des pratiques architecturales importées a longtemps favorisé la réalisation de bâtiments totalement inadaptés aux climats.

1.6. Classification climatique:

L'un des systèmes de classification les plus couramment utilisés pour décrire le climat est celui de Köppen. Le système Köppen reconnaît cinq types climatiques majeurs basés sur les moyennes annuelles et mensuelles de la température et des précipitations. Chaque type est désigné par une lettre majuscule. Une deuxième lettre de la classification considère la précipitation et une troisième lettre la température de l'air [14]

1.6.1. Climat froid (Neige)

La température moyenne du mois le plus froid est inférieure à 0 ° C et la moyenne estivale peut atteindre 22 ° C. Le potentiel de chauffage solaire peut être limité [15]. Les précipitations totales ne sont pas très élevées et les températures saisonnières varient considérablement [14]

1.6.2. Climat polaire

Ces climats font partie des zones où la glace permanente et la toundra sont toujours présentes. Seulement environ quatre mois de l'année ont au-dessus des températures de congélation. Les deux climats d'E de Köppen et le climat de H sont le climat de Tundra (ET), le climat de neige et de glace (EF) et le climat de montagne (H).

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.6.3. Climat chaud et aride

Un peu de pluie et une température quotidienne énorme sont la caractéristique principale de ce climat. Les températures moyennes hivernales sont supérieures à 0 ° C et supérieures à 18 ° C en été. Un climat chaud et aride a un fort ensoleillement avec une grande partie de la radiation directe [15]. La classification de Köppen reconnaît trois climats B qui sont le climat tropical et subtropical du désert, la steppe à moyenne latitude et le climat désertique et le climat steppique tropical et subtropical. Le climat chaud et aride

1.6.4. Climat chaud et humide (humide tropical)

La caractéristique la plus importante de ce climat est les températures élevées et les fortes pluies. La température moyenne minimale mensuelle est supérieure à 18 ° C. L'humidité et la nébulosité augmentent l'importance du rayonnement solaire diffus, tout en diminuant le potentiel de refroidissement radiatif du ciel. Les précipitations et les vents sont le principal déterminant des saisons [15]. Köppen spécifie trois climats A qui sont le climat équatorial humide, la mousson tropicale et le climat littoral du vent du commerce et le climat tropical humide-sec

1.6.5. Climats tempérés (moyenne humide)

Ces climats ont des étés chauds et secs et des hivers frais et humides. Les températures moyennes vont de 0-18 ° C pour le plus froid, et 10-22 ° C pour le mois le plus chaud. Le potentiel de chauffage solaire peut être élevé, mais des problèmes de surchauffe peuvent être importants pendant la saison chaude [15]. Le climat continental humide, le climat continental humide Et le climat subarctique continental.

1.7. Les paramètres qui se rapportent à la conception architecturale:

1.7.1. La forme:

Le principe principal dans le choix de la forme du bâtiment est la capacité de maximiser la collecte solaire et de minimiser les pertes de chaleur par l'enveloppe, où la condition la plus importante est le chauffage. Cela peut être réalisé en augmentant la surface disponible pour la collecte solaire et en diminuant les surfaces restantes. En outre, la réduction du rapport entre la surface et le volume peut améliorer la performance thermique [16]. De nombreux facteurs influent sur la forme du bâtiment, tels que les considérations de planification, le type et

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

l'utilisation du bâtiment, la faisabilité et le coût initial. Dans tous les cas, il a une grande influence sur la réduction de l'intensité énergétique du bâtiment, [17].

1.7.2.L' Orientation:

L'orientation d'un bâtiment est la direction vers laquelle sont tournées ses façades. C'est -à-dire la direction perpendiculaire à l'axe des blocs.

L'orientation se rapporte à l'angle d'azimut d'une surface à Nord vrai relatif; la direction générale dans laquelle une surface fait face. Tandis que l'orientation réelle est habituellement donnée en degrés du nord (à partir de l'orientation nord), elles peuvent également être données en général des directions telles que (N) du Nord, (S) du Sud, (NE) du Nord Est, (O) de L'Ouest. Comme c'est montré dans la figure I-9 [1]

L'orientation est la disposition d'un bâtiment ou d'un aménagement urbain par rapport aux éléments d'un site ou au point cardinal. L'orientation d'un logement est désignée par celle de sa face principale, c'est-à-dire en général celle qui comporte la plus grande surface de vitrage [1]

L'orientation d'un habitat répond à plusieurs critères: les besoins en lumière naturelle, l'intérêt d'utiliser le rayonnement solaire pour le chauffage, ou au contraire la nécessité de s'en protéger pour éviter la surchauffe, la protection du vent en hiver ou en tire profit pour le rafraîchissement d'été (les possibilités de ventilation naturelle), les vues, sont autant de paramètres importants pour le choix de l'orientation.[1]

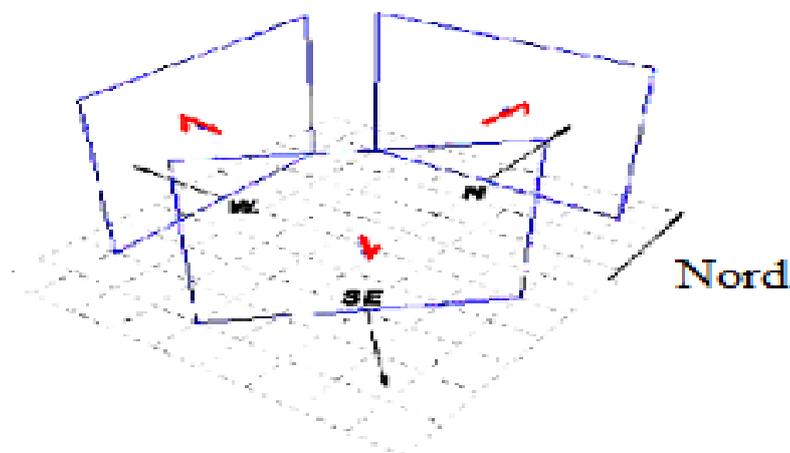


Figure 1-9: Exemple de surfaces pour différentes orientations à partir du Nord [1].

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.7.3. La masse thermique :

La masse thermique dans un système solaire passif est habituellement un matériau de construction classique tel que la brique, le béton coulé, la maçonnerie de béton ou la tuile et est habituellement placé dans le plancher ou les parois intérieures [18] . Pour avoir une masse thermique efficace, son matériau doit avoir une capacité calorifique élevée avec une conductance modérée, une densité modérée et une émissivité élevée. L'isolation nocturne augmente l'efficacité de la masse thermique pendant la saison de chauffage[19] . On constate que les économies maximales dans les charges annuelles de refroidissement et de chauffage sont d'environ 17% et 35%, respectivement, en raison de l'optimisation des épaisseurs de masse thermique L_{mas} pour la même valeur R_n en Arabie Saoudite. Une étude de Kosny et al. (2001) ont montré que l'on pouvait réaliser des économies d'énergie allant jusqu'à 18% (chauffage et refroidissement) et 8% (chauffage uniquement) en comparant les bâtiments légers aux bâtiments lourds [16]

1.7.4. Fenêtrage :

Le système de vitrage est une stratégie importante dans la conception solaire passive, car il peut causer la grande partie du gain de chaleur du bâtiment. Le gain de chaleur à travers la fenêtre extérieure représente 25-28% du gain de chaleur total, et ajouté à l'infiltration, il fait 40% du total tandis que le gain de chaleur de mur extérieur représente 23-24% [20] . Matériau de la fenêtre, l'orientation et son rapport de surface au mur WWR sont les principaux facteurs affectent la performance du système vitré. L'utilisation efficace de ces facteurs par l'application de la ventilation naturelle peut améliorer le confort thermique en diminuant l'effet négatif du rayonnement solaire[21] . Le principal facteur d'influence des facteurs précédents est le rapport global fenêtre à surface murale. Sur les expositions est, sud et ouest, les zones de fenêtre plus grandes admettront plus de gain solaire pendant l'hiver[17] .

1.7.5. L'isolation thermique

L'isolation a la capacité de contrôler le processus de transfert de chaleur entre les bâtiments et l'environnement extérieur. Cela peut être exprimé par le terme de valeur U . L'isolation a une grande influence sur la réduction de la quantité de gain de chaleur en été et la perte de chaleur en hiver. Cela permet de maintenir la température de l'air intérieur dans le confort thermique, réduisant ainsi les exigences de chauffage et de refroidissement. [22]

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.8. Zones climatiques l'Algérie :

1.8.1. Zones climatiques en Algérie

Les travaux de zonage climatique ont été réalisés . Le territoire Algérien a été subdivisé en zones climatiques homogènes en se basant sur l'analyse des données climatiques enregistrées par 60 stations météorologiques sur la période de 1999-2008 (10 ans).

Deux types de zonage ont été établis par [23]:

- un zonage sur la base des degrés jours de chauffage à base 18°C.
- un zonage sur la base des degrés jours de climatisation à base 26°C.

un zonage climatique unique pour les besoins de la réglementation thermique a été réalisé avec des fichiers climatiques annuels journaliers, sur la base des besoins thermiques annuels de chauffage et de climatisation des bâtiments dans 48 station météorologique

La figure (suivant) présente la carte représentant le zonage climatique adapté aux besoins de la réglementation thermique dans le bâtiment :

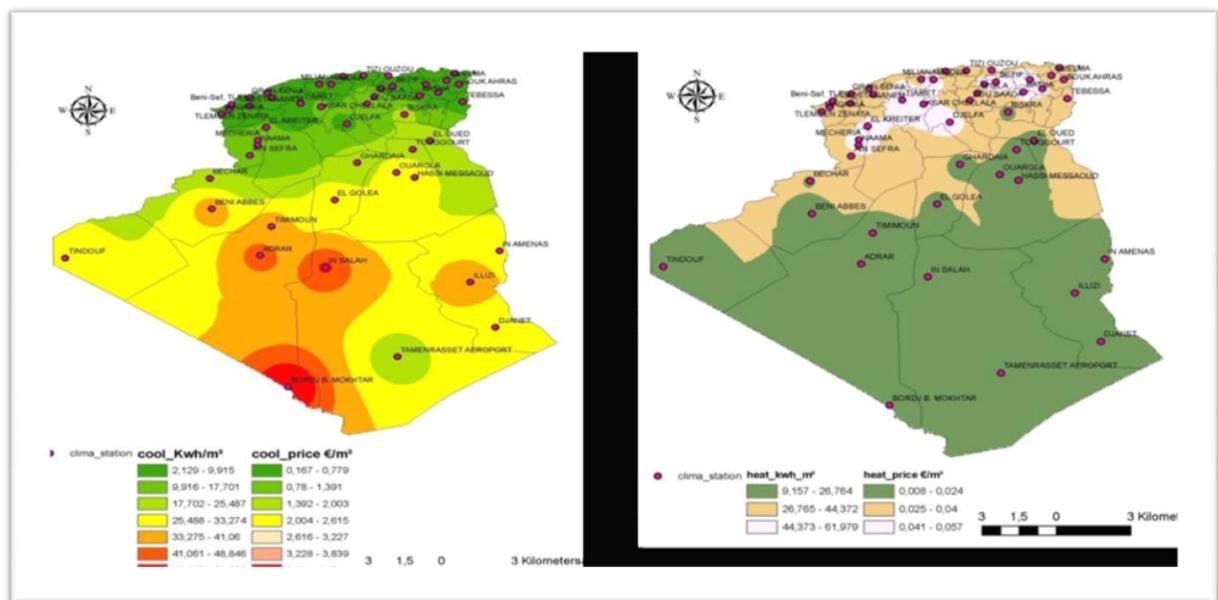


Figure 1-10: Zonage climatique de l'Algérie adapté aux besoins de la réglementation thermique dans le bâtiment [23]

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.9. Les régions choisies pour la simulation:

1.9.1. Djelfa

1.9.1.a . Données géographiques:

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 au Sud de la capitale Elle est comprise entre 2° et 5° de longitude Est et entre 33° et 35° de latitude Nord.

La Wilaya de Djelfa est limitée:

- * Au Nord par les Wilayas de Médéa et de Tissemsilt
- * A l'Est par les Wilayas de M'Sila et Biskra
- * A l'Ouest par les Wilayas de Laghouat et de Tiaret
- * Au Sud par les Wilayas de Ouargla, d'El Oued et de Ghardaïa

Et Erigée au rang de Wilaya à la faveur du découpage administratif de 1974, cette partie du territoire d'une superficie totale de 32.256,35 km² représentant 1,36% de la superficie totale du pays se compose actuellement de 36 communes regroupées en 12 Daïras.



Figure 1-11: Situation géographique de Djelfa.

1.9.1.b. 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. [24]

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

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. [24]

Les vents dominants sont ceux de N/NE et S/SE avec une vitesse pouvant atteindre de 4.85m/s et parfois dépasser 14 km/h. Le sirocco (vent chaud et sec) peut être observé au courant de l'année. En 2012, la vitesse maximale du vent est enregistrée avec 63 km/h le 15 Juillet. [24]

1.9.1.c. Données architecturales

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[25]

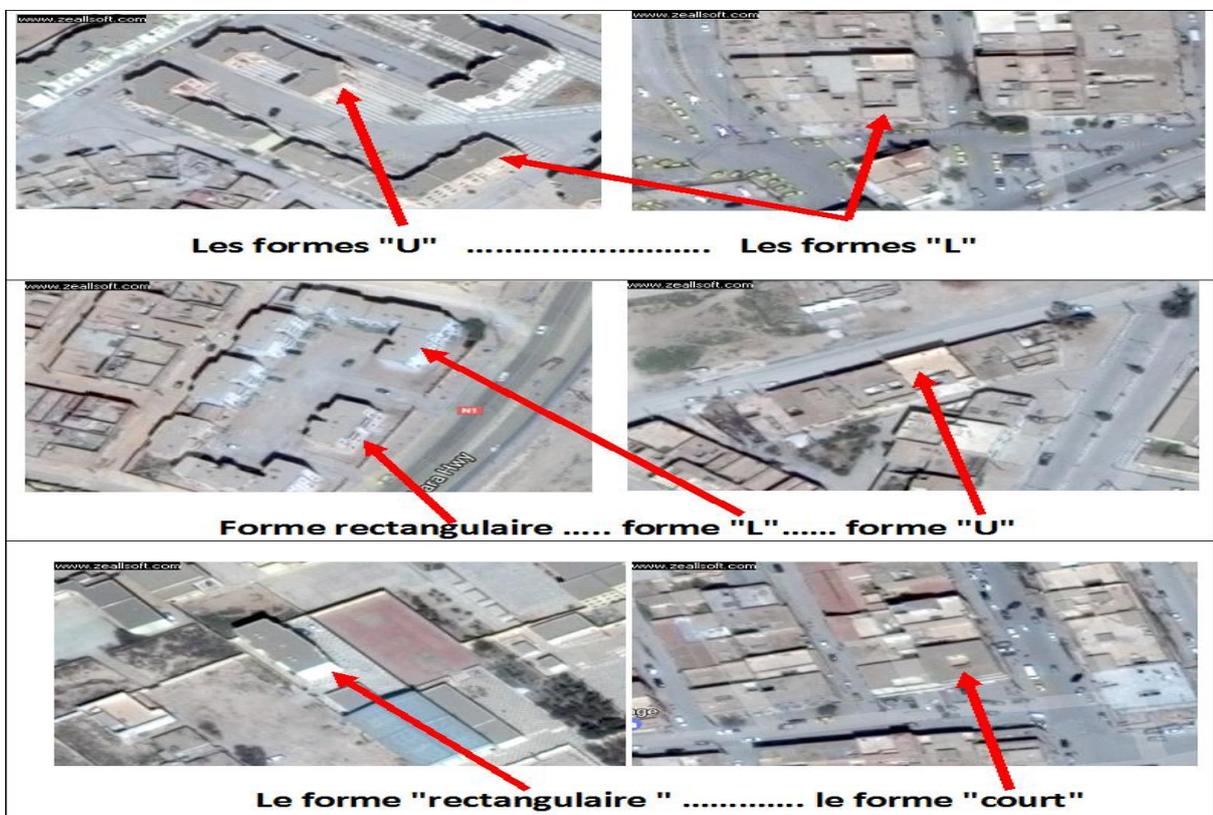


Figure 1-12 . Quelques formes de construction à Djelfa. [26]

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.9.2. In Salah

1.9.2.a .Données géographiques:

In Salah est située dans le Grand Sud algérien, dans le plus vaste désert chaud du monde, au nord de la wilaya de Tamanrasset. la ville de In Salah s'étend sur 43 938 km², Située à 265 mètre d'altitude et pour coordonnées géographiques Latitude: 27.25, Longitude: 2.52 27° 15' 0" Nord, 2° 31' 12" Est

La le daïra d'In Salah est limitée :

Au Nord par el golea (ghardaia)

A l'Est par foggart Azzaouia et Ilizzi

A l'Ouest par In Ghar et adrar

Au Sud par In Amguel



Figure 1-13: Situation géographique In Salah.

1.9.2.b. Données météorologiques:

La température moyenne annuelle est de 36°C; avec 48°C pour le mois le plus chaud (Juillet) et 6°C pour le mois le plus froid (Janvier). La température la plus élevée est 48°C au 2 Juillet. La température la plus basse est 1°C le 11 Janvier. [24]

L'humidité relative enregistre des taux allant de 14 à 31 %. Alors que l'évaporation est très importante dans la période. [24]

Les vents dominants sont ceux de N/NE et S/SE avec une vitesse pouvant atteindre de 4.85m/s et parfois dépasser 21 km/h. Le sirocco (vent chaud et sec) peut être observé au courant de l'année. En 2012, la vitesse maximale du vent est enregistrée avec 63 km/h le 15 Juillet. [24]

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.9.2.c. Données architecturales

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[25]

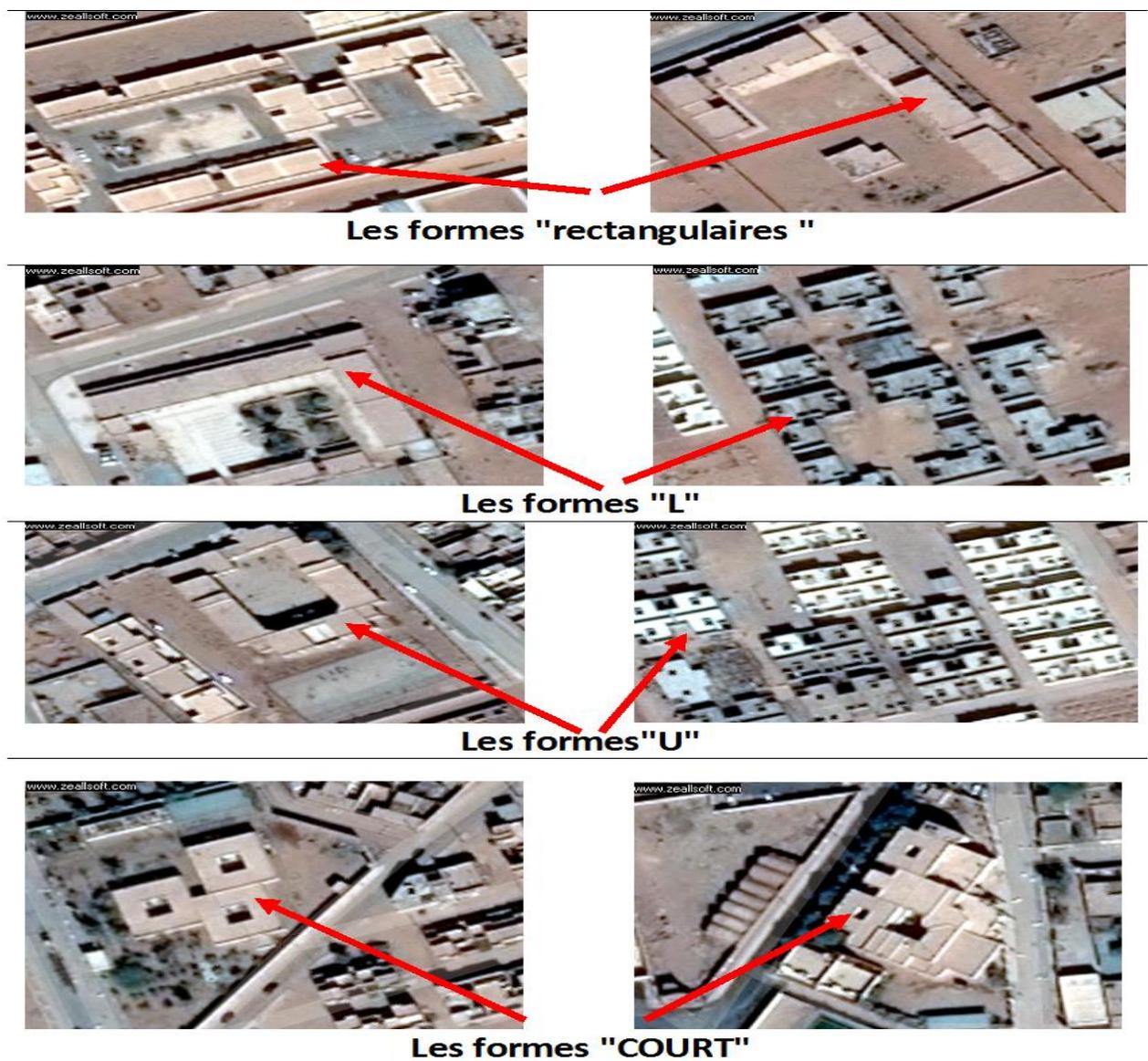


Figure 1-14 . Quelques formes de construction à In Salah. [26]

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.10. Conception climatique des bâtiments résidentiels dans l'Algérie

Les perspectives de développement se rapportant au parc résidentiel, en Algérie, prévoient un accroissement exponentiel de la consommation énergétique. Dans ce contexte, la conception et la réalisation de logements énergétiquement efficace s'impose comme une nécessité à la maîtrise des consommations énergétiques de ce secteur. L'objectif principal de ce travail est le développement d'un guide pratique, afin d'aider les architectes à concevoir des bâtiments performants en terme énergétique et confortable sur le plan thermique. Tout en focalisant à la zone aride et semi-aride d'Algérie.

1.11. Stratégies et système bioclimatique :

Pour prendre une décision pertinente (de point de vue performance énergétique et confort thermique du bâtiment) dans les phases amont du projet où l'architecte peut être seul à intervenir, ainsi pour rendre son dialogue avec les autres intervenants (les ingénieurs) plus fructueux dès que ce dernier impliqué . [27]

1.12. modes de transfert de chaleur :

Pour l'architecte, cette culture technique se traduit par une connaissance de la composante énergétique à travers ses manifestations (transferts d'énergie et de masse), et ses répercussions sur l'occupant (confort thermique). Donc, Tous les systèmes bioclimatiques et les stratégies conceptuels se basent sur les phénomènes physiques suivants.

1.12.1. La conduction :

La conduction est le mode de propagation de l'énergie thermique dans les solides, il y a conduction lorsqu'il existe un gradient de température non nul à l'intérieur de solide. Concernant les bâtiments, la chaleur reçue par la face extérieure⁵⁹ de l'enveloppe plus chaude que sa face intérieure est transférée vers cette dernière par la matière⁶⁰ qui constitue l'enveloppe. Lorsque les molécules s'échauffent à la surface sous l'effet du rayonnement solaire, elles transmettent cette chaleur aux molécules voisines, et de proche en proche, la chaleur capté se répartit dans toute la masse, jusqu'à atteindre l'uniformité des températures.

Chapitre I: Conception des bâtiments adaptés au climat et sa situation en l'Algérie

1.12.2. La convection :

La convection est la mode de transfert de la chaleur qui se produit uniquement au sein des milieux fluides lorsque ceux-ci sont en mouvement, et présentent des hétérogénéités de température. Concernant les bâtiments, l'air extérieur, avec le déplacement de gaz le long de la paroi plus froide de l'enveloppe lui fournit de la chaleur alors que la surface intérieure de cette paroi donne de la chaleur à l'air ambiant intérieur plus froid. Dans le processus de convection la chaleur se déplace comme toujours des zones chaudes vers les zones froides.

1.12.3. Le rayonnement :

Le rayonnement est un mode de transfert d'énergie à distance entre surfaces solides séparées par un milieu transparent. Le flux radiatif échangé dépend, entre autres, des températures des surfaces, de leurs propriétés radiatives, de leurs géométries et de leurs positions relatives. Concernant les bâtiments, toutes les parois internes des pièces et tous les corps qu'elle contient, plus chauds que la surface intérieure de l'enveloppe, lui fournissent de la chaleur, sans que ce transfert fasse intervenir de la matière.

1.13. Conclusion

Dans ce chapitre, on a entamé les économies d'énergie qui pourraient être obtenues par la bonne conception des bâtiments en termes de morphologie y compris l'orientation. On a montré qu'il existe une forte relation entre la forme du bâtiment et la demande en énergie du bâtiment, une économie d'énergie pourrait être possible si on construit suivant les normes de l'architecture bioclimatique tout en basant sur les études précédentes mises en dispositions des architectes.

Plus on prend le problème en amont, meilleures sont les chances de le régler de façon efficace. Certains choix dans la localisation, l'orientation et la conception d'un bâtiment lui permettent d'être confortable hiver comme été, sans dépense énergétique excessive.

Le choix d'une meilleure solution parmi les possibilités se voit facile car plusieurs possibilités s'éliminent suivant le climat et la forme et la nature du bâtiment. Mais une étude précise doit toujours avoir lieu dans autre chapitre

Chapitre 2

Simulation Et **Description De** **Resultat**

2.1.Introduction

Se protéger des rigueurs du climat a été, toujours, recherché par l'homme en créant à l'intérieur de son abri des conditions relativement confortables. L'adaptation de l'habitat à l'égard du rayonnement solaire et des facteurs climatiques en général se fait de manière naturelle.

Le tout premier objectif est de mettre en évidence le rôle du facteur climatique, et le soleil en particulier, dans la détermination de la forme des bâtiments, la nécessité d'intégrer celui-ci en amont de la conception du projet.

Dans ce chapitre nous avons donc pour but de présenter l'analyse du bilan énergétique des bâtiments sur différentes formes, forme rectangulaire; forme "L"; forme "U"; forme "Cour" en calculant juste la consommation d'énergie due à la climatisation et de chauffage en annuelle afin de trouver les dépenses en terme économique suivant chaque forme d'elles pour qu'on trouve la forme optimale ayant la consommation d'énergie moins cher dans Djelfa et In Salah.

Une simulation à l'aide du logiciel TRNSYS (version 16.1) a été effectuée pour tester plusieurs configurations d'amélioration afin de déterminer les éléments qui peuvent servir à des conditions meilleures

2.2.Méthodologie de travail

La méthodologie suivie pour vérifier les hypothèses émises et atteindre les objectifs tracés repose sur deux outils de recherché. Sur le plan méthodologique, nous insisterons sur une étude comparative typo-morphologique de quelques exemples montrant les différentes solutions adaptées au niveau de la forme pour lutter contre l'intensité des radiations solaires.

Cette évaluation tentera d'apprécier les caractéristiques typologiques. Les invariantes performantes pourraient faire l'objet d'une «forme» ou d'un concept générateur de forme. Celui la pourrait être utilisé comme base de données pour la conception dans les régions similaires à l'aire de notre étude.

Alors notre travail se conduit essentiellement en:

- Les facteurs qui influent sur la performance thermique du bâtiment,
- Le rôle des facteurs climatiques sur la conception architecturale et urbaine,
- Les stratégies de conception adaptée aux conditions climatiques et la conception solaire passive,
- La situation de la conception climatique dans des complexes résidentiels,

Chapitre 2: Simulation et interprétation des résultats

- Les effets de la forme géométrique du bâtiment sur le confort thermique intérieur,
- Les effets de l'orientation du bâtiment sur le confort thermique intérieur,
- Le rôle de la configuration urbaine de complexes résidentiels dans la performance thermique des bâtiments,
- La détermination des formes de base les plus performantes et la définition de leurs caractéristiques morphologiques.
- Analyse Morphologique des formes de maisons dans les climats chauds - arides et les climats de steppe Le test de la performance thermique des modes les sélectionnés.

Les paramètres de conception suivants dans les configurations urbaines seront analysés:

- Les formes que nous avons choisies dans cette étude sont: forme rectangulaire; forme "L"; forme "U"; forme "Cour";
- Facteur forme qui est égal à Rapport surface-volume: S / V ;
- L'orientation du bâtiment, c'est-à-dire 0E (E-W), 30E, 60E et 90E (N-S);
- Nombre d'étages du bâtiment.

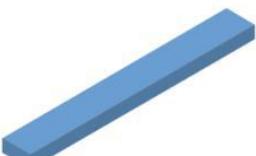
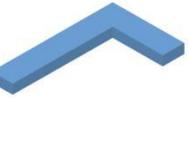
2.3. Les formes de l'enveloppe proposées pour l'étude

Le coefficient de forme, ou de compacité, mesure le rapport de la surface de l'enveloppe au volume habitable (m^2/m^3). Il permet de qualifier les volumes construits en indiquant leur degré d'exposition aux conditions climatiques ambiantes.

En effet, dans les climats tempérés, les déperditions thermiques des bâtiments dues aux différences de température entre l'ambiance intérieure (stable) et les conditions extérieures (variables), se font principalement par conduction au droit de l'enveloppe du bâtiment. Il s'ensuit que, pour un même volume, les déperditions seront plus importantes à mesure qu'augmente la surface de l'enveloppe, dite surface déprédative. Par conséquent, l'architecte cherche à minimiser la surface de déperdition tout en maximisant l'enveloppe, ce qui se traduit par une faible compacité. Les formes proposées sont montrées sur le tableau 2.1. Le choix des formes et de leurs dimensions a été fait à partir de la documentation profonde des travaux précédents.

Les formes proposées sont toutes les bâtiments 160 m^2 de surface, le bâtiment est composé par deux appartements la surface de chaque appartement de 80 m^2

Tableau 2.1. Différentes formes de bâtiments étudiées

LES FORMES	FORME COUR	RECTANGULAIRE	LA FORME U	LA FORME L
(Nombre d'étages K=0) H=3m				
(Nombre d'étages K=1) H=6m				
(Nombre d'étages K=2) H=9m				

2.3.1. La forme rectangulaire

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

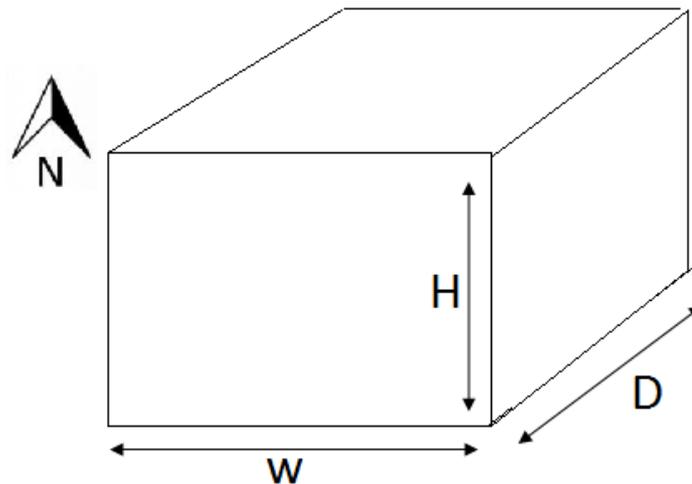


Figure. 2.1. Orientation et Dimensions de la forme rectangulaire

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

$$\text{La surface: } A = t \times D = 160 \text{ m}^2 \dots\dots\dots(2,1)$$

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

$$CF=(2H.(D+t)+S)/ V \dots\dots\dots (2,2)$$

Tableau 2.2. Dimensions de la forme rectangulaire (Nombre d'étages K=0) H=3m

t	D	S	CF
3.5	45.71429	160	0.948512
4	40	160	0.883333
4.5	35.55556	160	0.834028
5	32	160	0.795833

Tableau 2.3. Dimensions de la forme rectangulaire(Nombre d'étage K=1) H=6m

t	D	S	CF
3.5	45.71429	160	0.781845
4	40	160	0.716667
4.5	35.55556	160	0.667361
5	32	160	0.629167

Tableau 2.4. Dimensions de la forme rectangulaire(Nombre d'étage K=2)H=9m

t	D	S	CF
3.5	45.71429	160	0.72629
4	40	160	0.661111
4.5	35.55556	160	0.611806
5	32	160	0.573611

2.3.2.La forme "L"

L'orientation de la forme est indiquée dans la figure

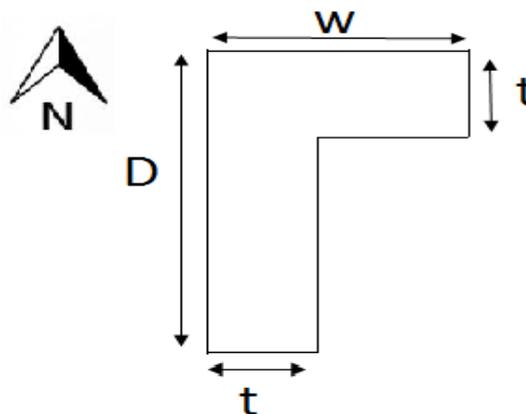


Figure. 2.2.Orientation et Les dimensions de la forme "L".

Chapitre 2: Simulation et interprétation des résultats

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

$$CF=(2H(D+W)+S)/V.....(2,3)$$

$$D=[S-tW+t^2]/t.....(2,4)$$

Tableau 2.5. Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=0) H=3m

t	D	W	S	CF
3.5	37.21429	12	160	0.948512
4	32	12	160	0.883333
4.5	28.05556	12	160	0.834028
5	25	12	160	0.795833

Tableau 2.6. Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=1) H=6m

t	D	W	S	CF
3.5	37.21429	12	160	0.781845
4	32	12	160	0.716667
4.5	28.05556	12	160	0.667361
5	25	12	160	0.629167

Tableau 2.7. Dimensions de la forme L (Nombre d'étages K=2) H=9m

t	D	W	S	CF
3.5	37.21429	12	160	0.72629
4	32	12	160	0.661111
4.5	28.05556	12	160	0.611806
5	25	12	160	0.573611

2.3.3.La forme " U "

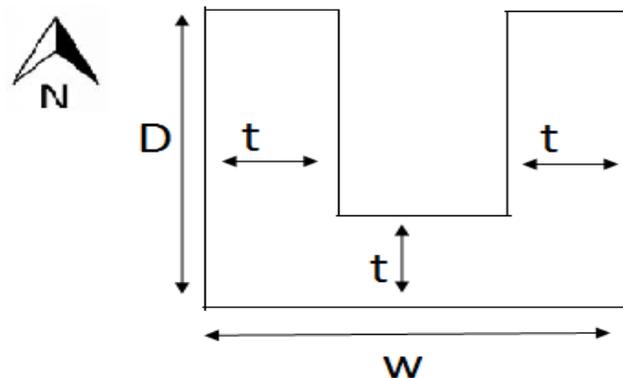


Figure. 2.3.Orientation et Dimensions de la forme " U ".

Chapitre 2: Simulation et interprétation des résultats

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

$$CF=(2H(D+W)+2H(D-t)+S)/V \dots\dots\dots(2,5)$$

$$D=[S-2(Wt)+2t^2]/t \dots\dots\dots (2,6)$$

Tableau 2.8. Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=0) H=3m

t	D	W	S	CF
3.5	24.71429	14	160	0.948512
4	20	14	160	0.883333
4.5	16.55556	14	160	0.834028
5	14	14	160	0.795833

Tableau 2.9. Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=1) H=6m

t	D	W	S	CF
3.5	24.71429	14	160	0.781845
4	20	14	160	0.716667
4.5	16.55556	14	160	0.667361
5	14	14	160	0.629167

Tableau 2.10. Dimensions de la forme U (Nombre d'étages K=2) H=9m

t	D	W	S	CF
3.5	24.71429	14	160	0.72629
4	20	14	160	0.661111
4.5	16.55556	14	160	0.611806
5	14	14	160	0.573611

2.3.4.La forme " Cour"

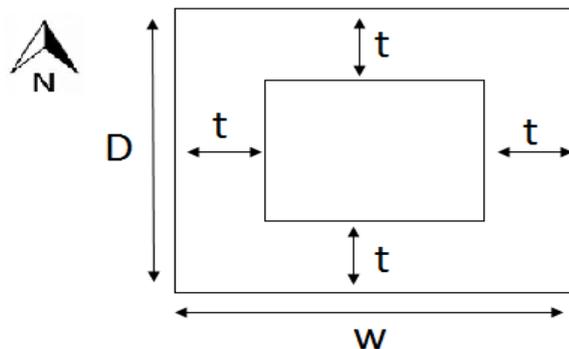


Figure. 2.4.Orientation et Dimensions de la forme " COUR ".

Chapitre 2: Simulation et interprétation des résultats

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

$$CF = [2H (D+W) + 2H (D'+W') + S]/V \dots\dots\dots (2,7)$$

$$W' = W - 2t \dots\dots\dots (2,8)$$

$$D' = [S - 2(tW)]/2t \dots\dots\dots (2,9)$$

$$D = [(S - 2(tW))/2t] + 2t \dots\dots\dots (2,10)$$

Tableau 2.11. Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=0) H=3m

W'	D'	t	W	D	S	CF
7	8.857143	3.5	14	15.85714	160	0.904762
6	6	4	14	14	160	0.833333
5	3.777778	4.5	14	12.77778	160	0.777778
4	2	5	14	12	160	0.733333

Tableau 2.12. Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=1) H=6m

W'	D'	t	W	D	S	CF
7	8.857143	3.5	14	15.85714	160	0.738095
6	6	4	14	14	160	0.666667
5	3.777778	4.5	14	12.77778	160	0.611111
4	2	5	14	12	160	0.566667

Tableau 2.13. Dimensions de la forme Cour (Nombre d'étages K=2) H=9m

W'	D'	t	W	D	S	CF
7	8.857143	3.5	14	15.85714	160	0.68254
6	6	4	14	14	160	0.611111
5	3.777778	4.5	14	12.77778	160	0.555556
4	2	5	14	12	160	0.511111

2.3.5. Orientation

L'orientation de bâtiment par rapport au soleil est un autre facteur déterminant, dans le contrôle climatique à l'échelle urbaine qui doit être considéré dans les toutes premières étapes de la conception, mais aussi à l'échelle architecturale. Quel que soit le type de climat l'orientation est définie la quantité d'énergie solaire incidente sur une paroi verticale.. Et cette quantité d'énergie

Chapitre 2: Simulation et interprétation des résultats

est la principale cause de l'exigence de contrôle solaire à l'échelle urbaine et de protection solaire 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 figures suivantes.

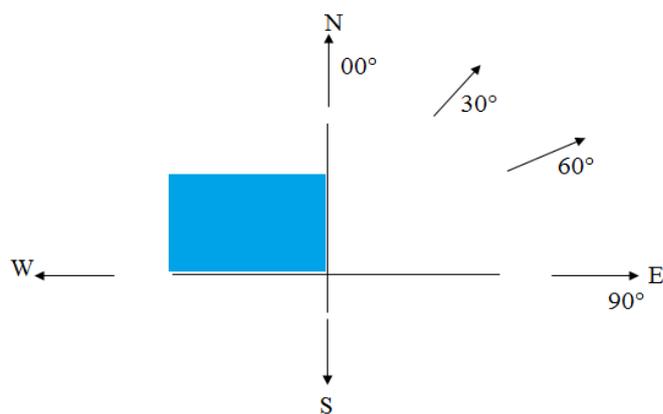


Figure. 2.5. Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude le rectangulaire

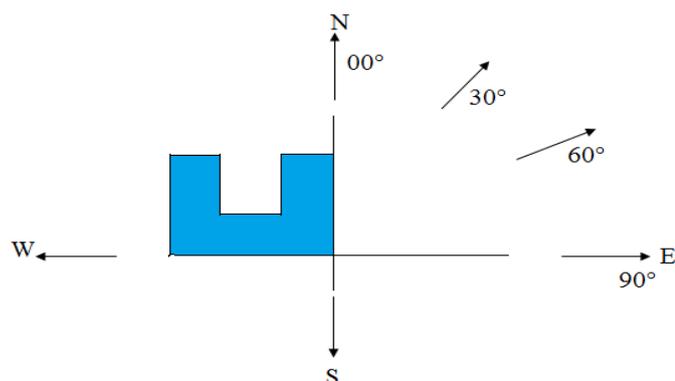


Figure. 2.6. Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude le forme U

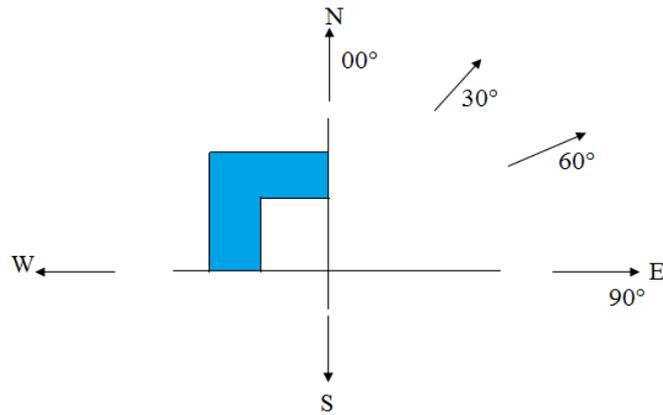


Figure. 2.7. Les quatre valeurs de l'orientation du bâtiment considérées dans l'étude de forme L

2.4. Le coefficient global de transfert thermique

Concernant la composition des parois, on a pris les résultats trouvés par W. Mezabia et Y. Djebrit dans leur étude sur le climat chaud et aride [28] 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 2.14. Calcul du coefficient de transmission de chaleur h. [28]

Parois	Parametres	Composants					Ki (W/m ² k)
		Enduit	Brique	Lame d'air	Brique	Platre	
Les murs	-	Enduit	Brique	Lame d'air	Brique	Platre	0.710
	λ (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	
	R (K.m ² /W)	0.013	0.426	0.500	0.426	0.043	
Le toit	-	Mortier	Beton lourd	Hourdis	Platre		0.807
	λ (kJ/h.m.K)	4.152	0.578	4.801	1.264		
	e (m)	0.015	0.15	0.2	0.05		
	R (K.m ² /W)	0.013	0.934	0.150	0.142		
Le plancher	-	Terre	Beton	mortier	Carrelage		4.059
	λ (kJ/h.m.K)	0.252	6.318	4.152	6.137		
	e (m)	0.005	0.2	0.05	0.03		
	R (K.m ² /W)	0.071	0.114	0.043	0.018		
$h_i = 9 \text{ W/m}^2 \text{ K}, h_e = 22 \text{ W/m}^2 \text{ K}$						$h = 0.174$	

2.5.Simulation à l'aide du logiciel TRNSYS

2.5.1.Généralités

TRNSYS (TRANSIENT SYSTEM SIMULATION PROGRAM : programme de simulation de systèmes transitoires), est un logiciel développé par le laboratoire « Solar Energy » -laboratoire de l'énergie solaire- de l'université de WISCONSIN-Madison (Ph.D. de Sanford A. Klein) dans les années 70 [29]. C'est un outil de simulation des systèmes énergétiques,[30] en régime dynamique notamment des bâtiments multi zones,[31] 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.[30] La version 14.1 a été développée en fortran. Les nouvelles versions de 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.[32]

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.[32] .

Ce logiciel informatique, se caractérise par trois fonctions qui se résument comme suit:[33]

- 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

Chapitre 2: Simulation et interprétation des résultats

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 (.dck) [30]. 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. 2.8.

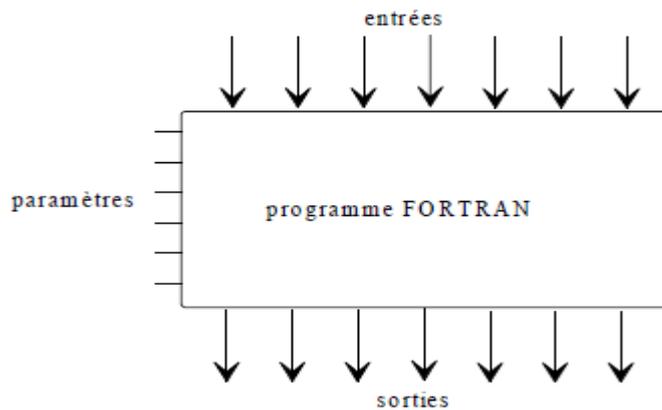


Figure. 2.8. Représentation schématique d'un type.

2.5.2. Avantages du logiciel TRNSYS

- Il est extrêmement flexible pour modéliser un ensemble de systèmes thermiques à différents niveaux de complexité.
- L'accès au code source permet aux utilisateurs de modifier ou d'ajouter des composants qui ne figurent pas dans la bibliothèque d'origine.
- Documentation vaste de sous-programmes y compris explication, usages usuels et équations de base.
- Définition très souple de la période de simulation : choix de pas de temps, du début et de la fin de la simulation.

2.5.3. Inconvénients du logiciel TRNSYS

TRNSYS ne dispose pas de valeur ou de système par défaut, l'utilisateur doit donc posséder des données définissant le bâtiment et le système.

2.6. 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.

La description des éléments du système thermique et de leur fonctionnement. Des liens existent avec certains programmes de dessin pour faciliter la saisie des données décrivant le

Chapitre 2: Simulation et interprétation des résultats

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.

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: [34]

- 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).

2.7.Résultats

- Consommations annuelles,
- Visualisation sous forme d'histogrammes,
- Impression des différentes valeurs variables (par apport de temps),
- Visualisation en temps réel de certaines valeurs de la simulation.

2.8. Résultats et Discussions

2.8.1. Djelfa

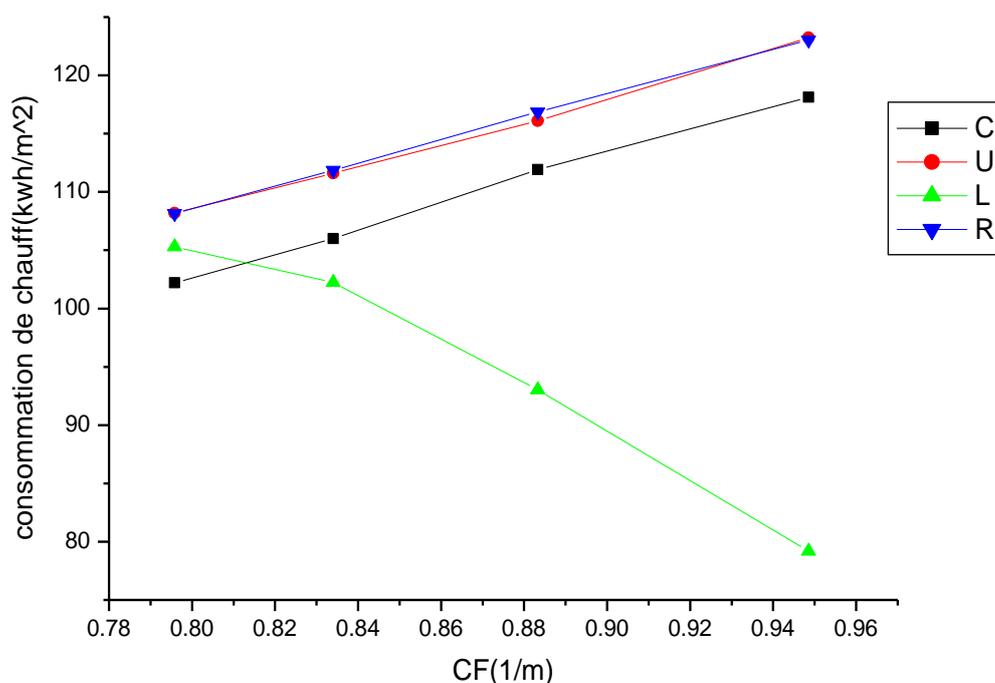


Figure 2.9. Influence du facteur de forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour un nombre d'étages $k=0$.

Cette figure représente la consommation de chauffage de nombre d'étages $k=0$ dans la ville de Djelfa. Les résultats de simulation indiquent que la consommation de chauffage pour les formes simulées augmente dans les formes Rectangulaire, Cour, U avec l'augmentation du facteur de forme.

L'augmentation du facteur de forme de $0,78 \text{ m}^{-1}$ à $0,96 \text{ m}^{-1}$ a augmenté la consommation de chauffage de 14%, 12% et 14%, pour la forme Rectangulaire, Cour, U respectivement. L'augmentation du facteur de forme de $0,78 \text{ m}^{-1}$ à $0,96 \text{ m}^{-1}$ a réduit la consommation de chauffage de 06%, pour la forme L.

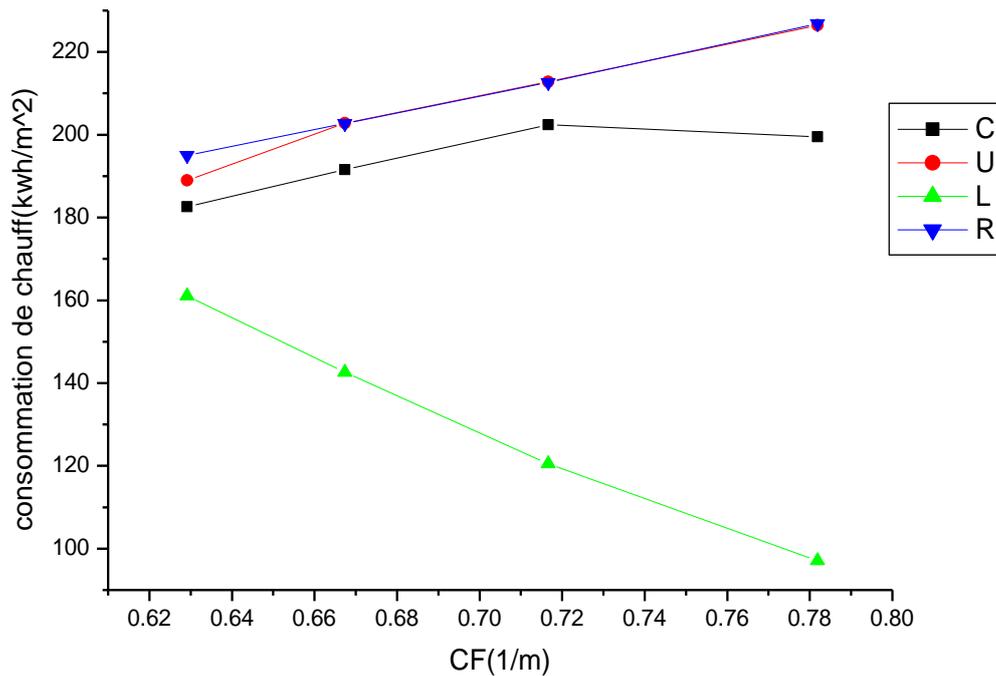


Figure. 2. 10. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour Nombre d'étages k=1.

Cette figure représente la consommation de chauffage de Nombre d'étages k=1 dans la ville Djelfa. Les résultats de simulation indiquent que la consommation de chauffage pour les formes simulées sont augmentées dans les formes Rectangulaire, Cour, U avec l'augmentation de facteur de forme.

L'augmentation du facteur forme de $0,78 \text{ m}^{-1}$ à $0,96 \text{ m}^{-1}$ a augmenté la consommation de chauffage de 14%, 10% et 16%, pour la forme Rectangulaire, Cour, U respectivement. L'augmentation de facteur forme de $0,78 \text{ m}^{-1}$ à $0,96 \text{ m}^{-1}$ a réduit la consommation de chauffage de 40%, pour la forme L.

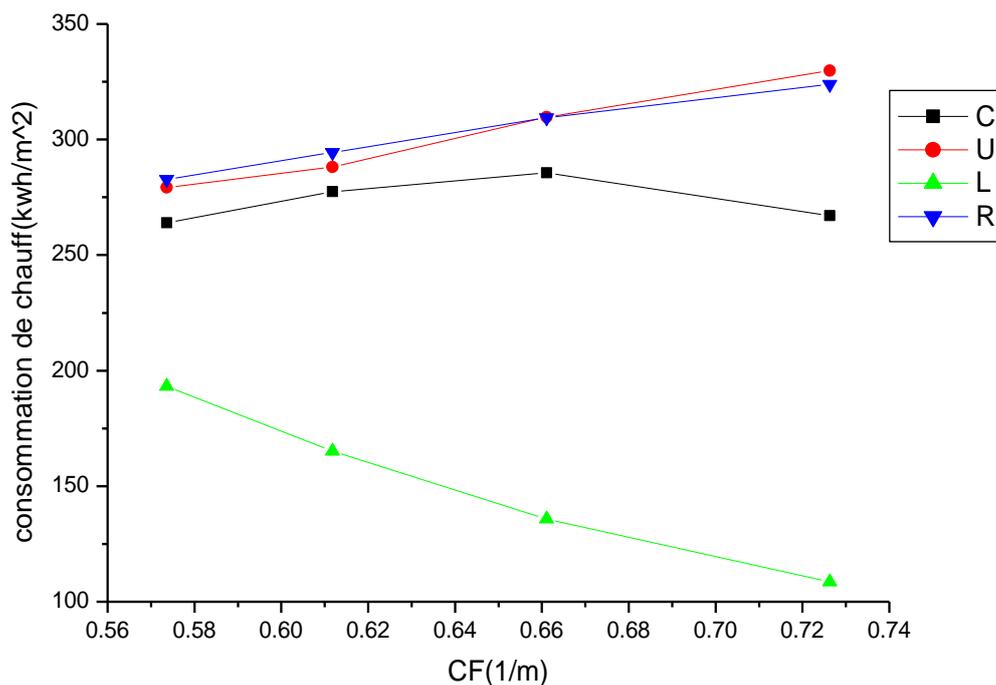


Figure. 2.11. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de Chauffage pour Nombre d'étages $k=2$.

Cette figure représente la consommation de chauffage de Nombre d'étages $k=2$ dans la ville Djelfa, Les résultats de simulation indiquent que la consommation de chauffage pour les formes simulées sont augmenté dans les formes Rectangulaire, Cour, U avec l'augmentation de facteur de forme.

L'augmentation facteur forme de $0,78 \text{ m}^{-1}$ à $0,96 \text{ m}^{-1}$ a augmenté la consommation de chauffage de 18%, 05% et 18% pour la forme Rectangulaire, Cour, U respectivement. L'augmentation de facteur forme de $0,78 \text{ m}^{-1}$ à $0,96 \text{ m}^{-1}$ a réduit la consommation de chauffage de 44%, pour la forme L.

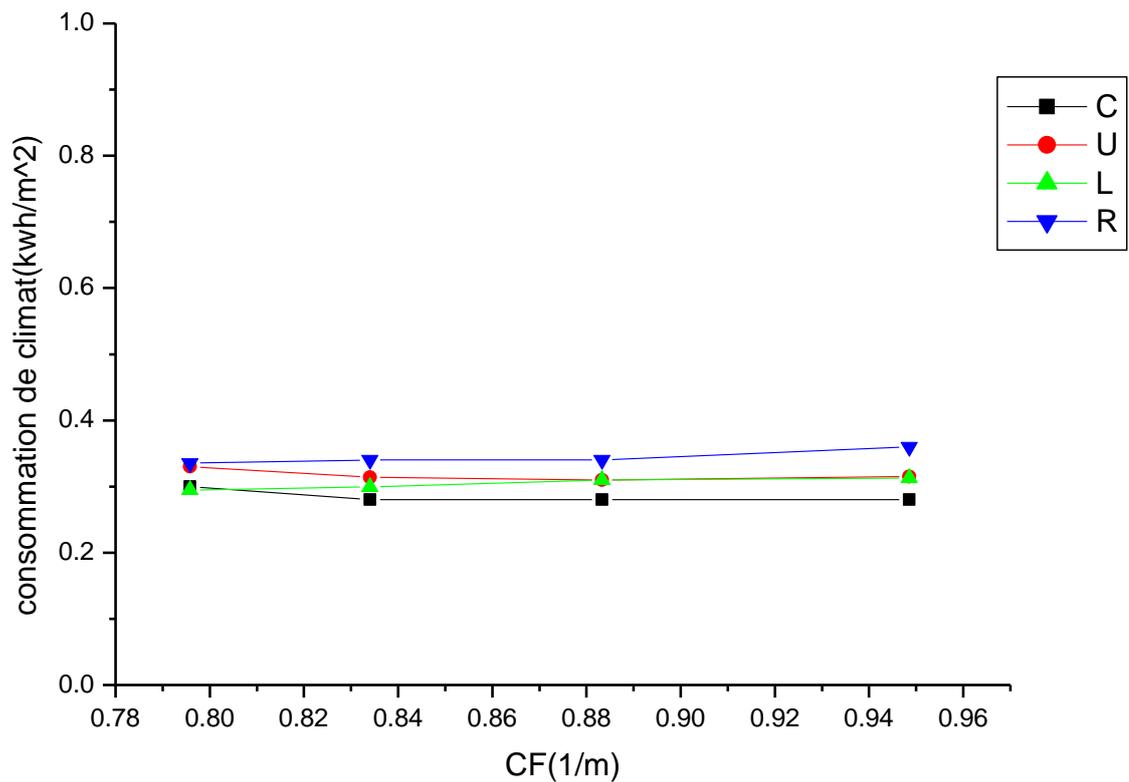


Figure. 2.12. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=0$.

La figure (2.12) représente l'Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour la ville de Djelfa pour le cas de Nombre d'étages $k=0$.

Sous les conditions climatique de Djelfa et pour le facteur de forme évolue entre 0.75m^{-1} et 0.96m^{-1} on remarque que la consommation énergétique de climatisation dans la forme rectangulaire se augmente d'environ 07%. Ce pourcentage atteint 06% dans le cas de forme L. cette consommation diminue dans la forme U et la forme Cour, elle atteint 05% et 07% respectivement. Alors; il n'y a pas d'effet significatif du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour la ville de Djelfa. La consommation énergétique annuelle de chauffage largement supérieure à celle de climatisation et cela est dû à la différence de la période du besoin de chauffage et de climatisation. La durée de climatisation à cette ville est très faible.

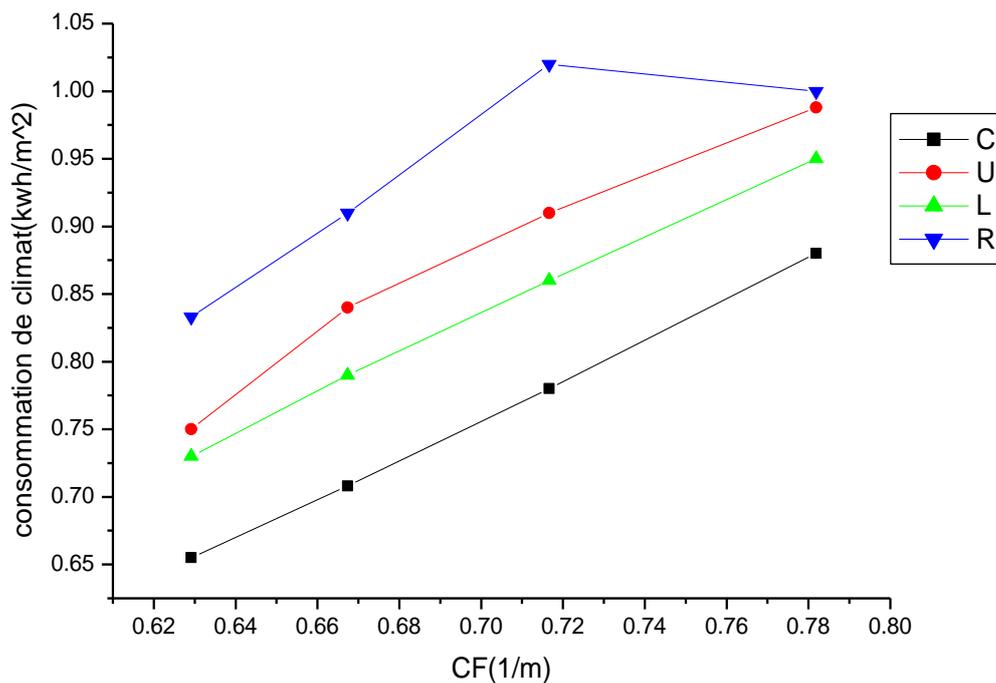


Figure. 2.13. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=1$.

Cette figure représente l'Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour la ville de Djelfa pour le cas de nombre d'étage $k=1$.

Sous les conditions climatique de Djelfa et pour le facteur de forme évolue entre 0.75m^{-1} et 0.96m^{-1} on remarque que la consommation énergétique de climatisation dans la forme U; la forme L et la forme Cour augmente d'environ 24%, 24% et 26% respectivement. Ce pourcentage atteint 19% dans le cas de forme rectangulaire où le facteur forme varie entre 0.62 et 0.75. Cette dernier diminue d'environ 02% entre $Cf=0.75$ et $Cf=0.8$

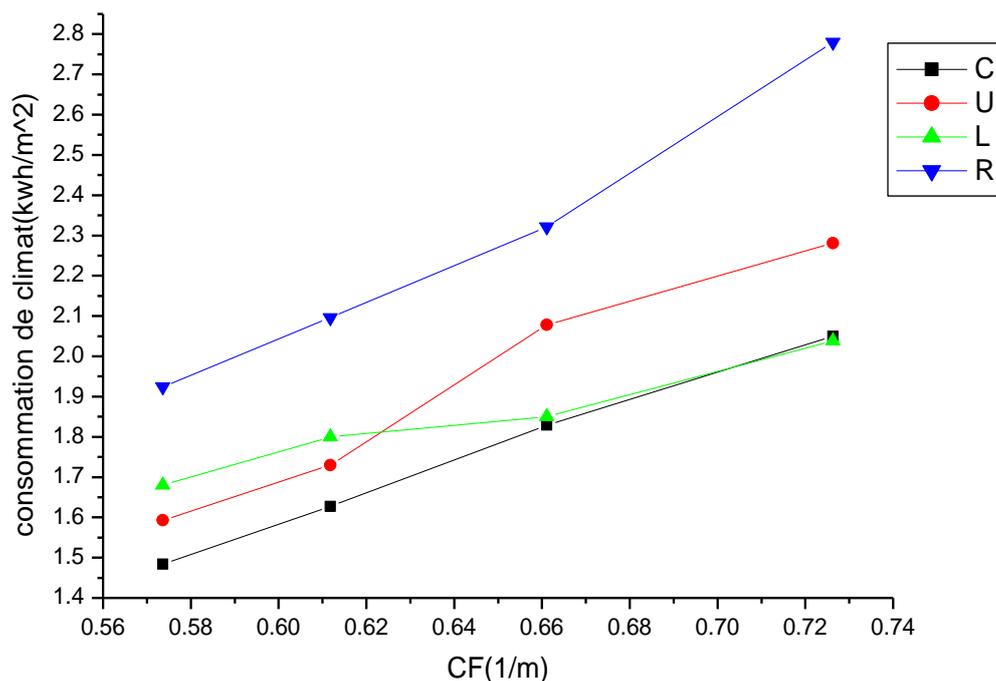


Figure. 2.14. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=2$.

Cette figure représente l'Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour la ville de Djelfa pour le cas de nombre d'étage $k=2$. On remarque l'augmentation de consommation de climatisation augment avec l'augmentation de facteur forme qui varie entre 0.57 et 0.74. Le pourcentage de consommation énergétique de climatisation atteints 31%, 18%, 31% et 28% pour la forme Rectangulaire, la forme L, La forme U et la forme Cour respectivement.

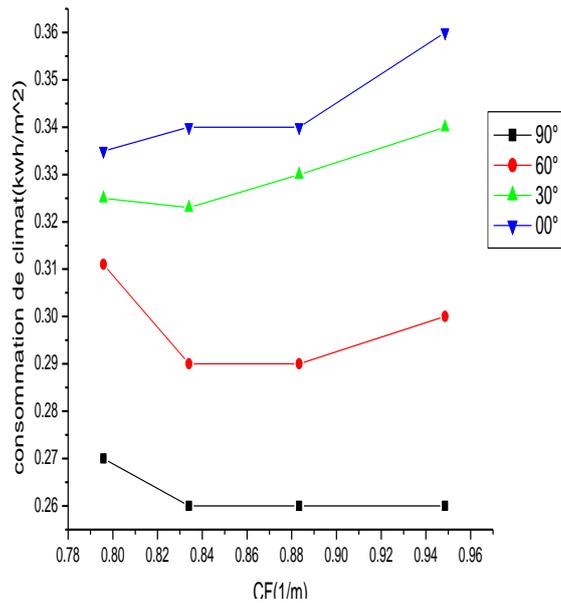


Figure. 2.15. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme rectangulaire)

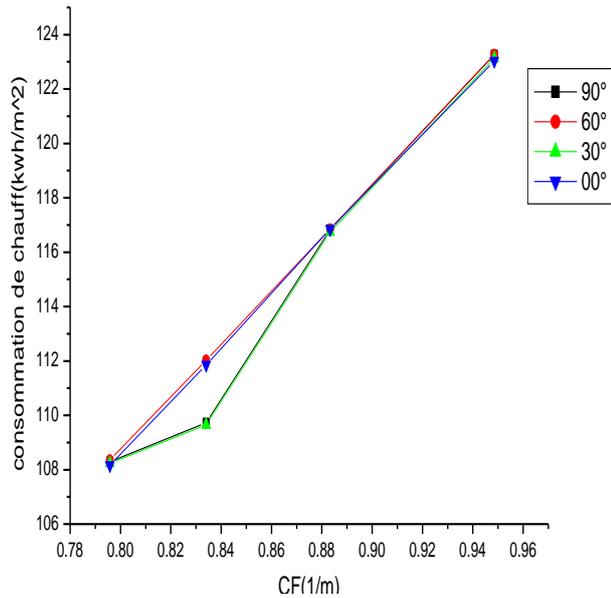


Figure. 2.16. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme rectangulaire).

Dans les figures (2.15 et 2.16) qui représentent l'influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation et de chauffage, on remarque que la consommation de chauffage augmente par une valeur de 13% quel que soit l'orientation pour un facteur forme varié entre 0.79 et 0.94. La consommation de climatisation diminue de 25% entre (0° - 90°). On observe qu'il n'y a pas un effet significatif de l'orientation sur la valeur de consommation.

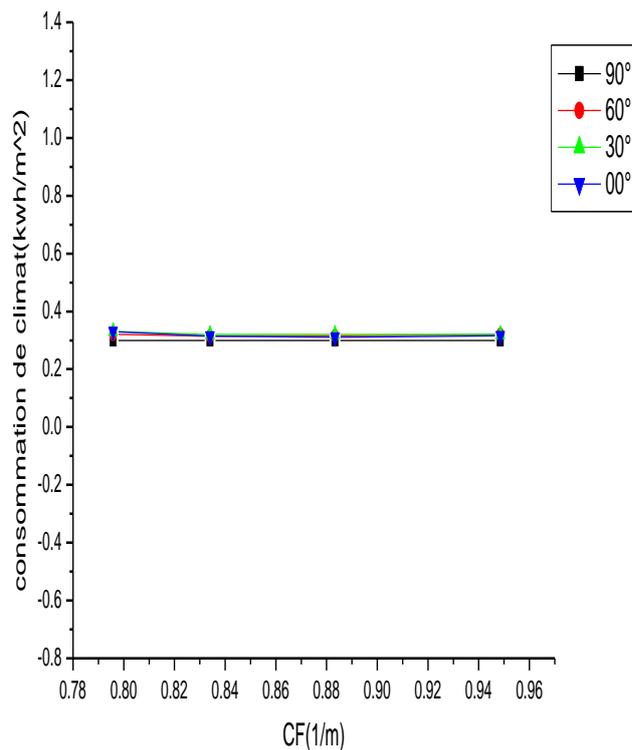


Figure. 2.17. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme U).

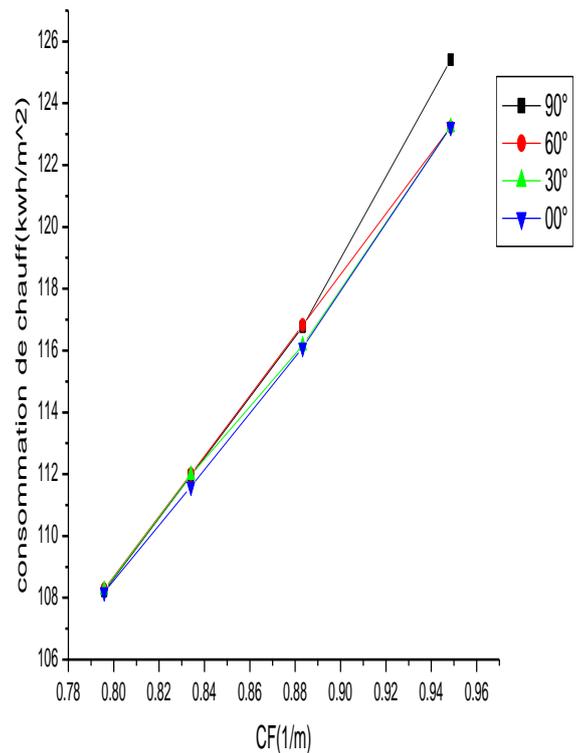


Figure. 2.18. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme U).

Dans les figures (2.17 et 2.18) qui représentent l'influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation et de chauffage, pour la forme U. On remarque que la consommation de chauffage augmente par une valeur de 13% quel que soit l'orientation pour un facteur forme qui varie entre 0.79 et 0.94. La consommation de climatisation diminue de 15% entre (00° - 90°). L'influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation et de chauffage est très faible.

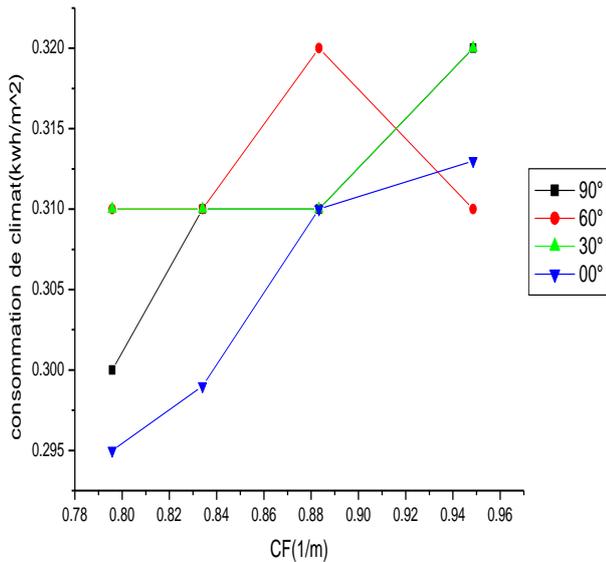


Figure. 2.19. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme L).

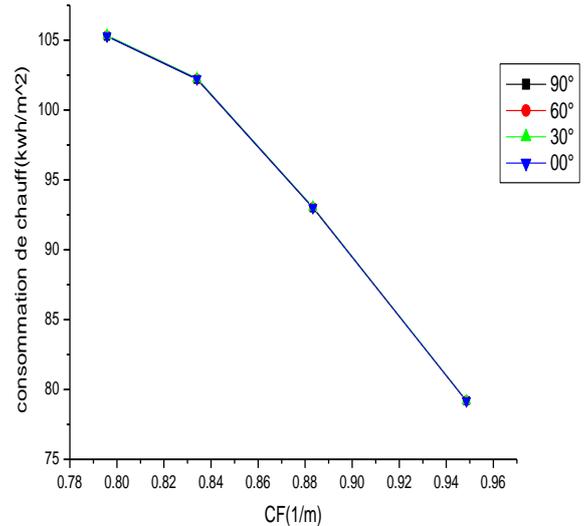


Figure. 2.20. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme L).

Dans les figures (2.19 et 2.20) qui représentent l'influence l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation et de chauffage, pour la forme L. On remarque que la consommation de chauffage augmente par une valeur de 25% quel que soit l'orientation pour un facteur forme varie entre 0.79 et 0.94. La consommation de climatisation varie d'une façon arbitraire entre ($00^\circ-90^\circ$). L'effet de l'orientation n'est pas remarquable dans la consommation de chauffage. Et de climatisation.

2.8.2. In Salah

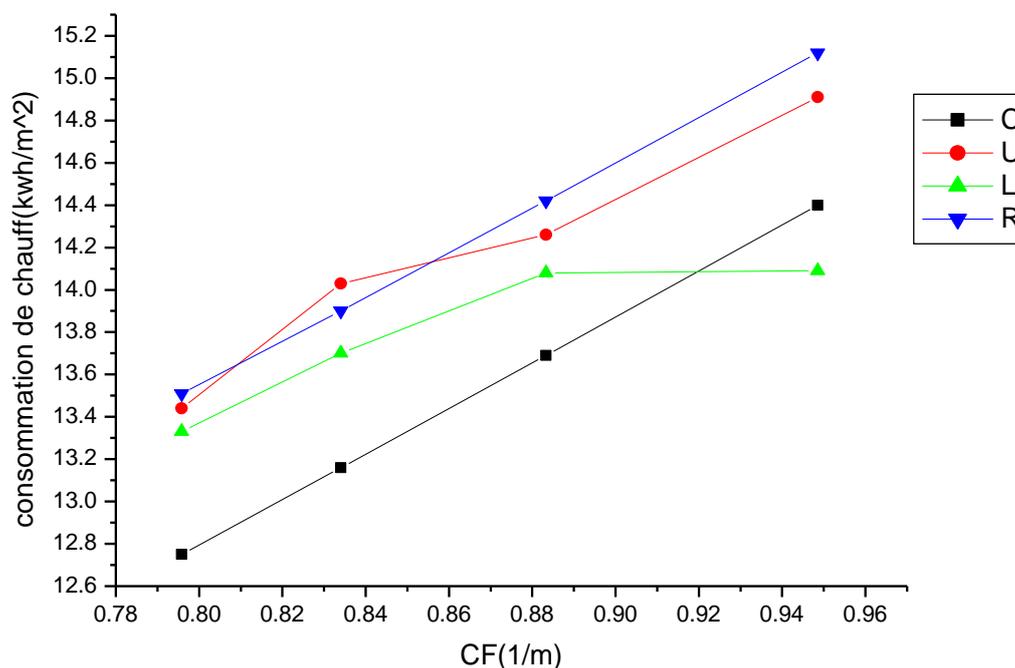


Figure. 2.21. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour la ville de In Salah (Nombre d'étages k=0).

Il est évident que la diminution de facteur forme a un effet important pour réduction et l'augmentation de la consommation requise sous n'importe quelle forme géométrique la figure (2.21) représente la consommation de chauffage de (Nombre d'étages k=0) dans la ville In Salah, on observe l'augmentation de consommation de chauffage dans tout les formes pour une facteur forme varie entre 0.79 et 0.88 ,mais dans l'intervalle de CF entre 0.88 et 0.94 on remarque les la consommation de chauffage pour les formes Rectangulaire, Cour, U augmente d'environ 11%, 12% et 10% Ce pourcentage atteint 06% dans le cas de forme L où le facteur forme varie entre 0.62 et 0.75. Cette dernier diminue d'environ 04% entre Cf=0.75 et Cf=0.8

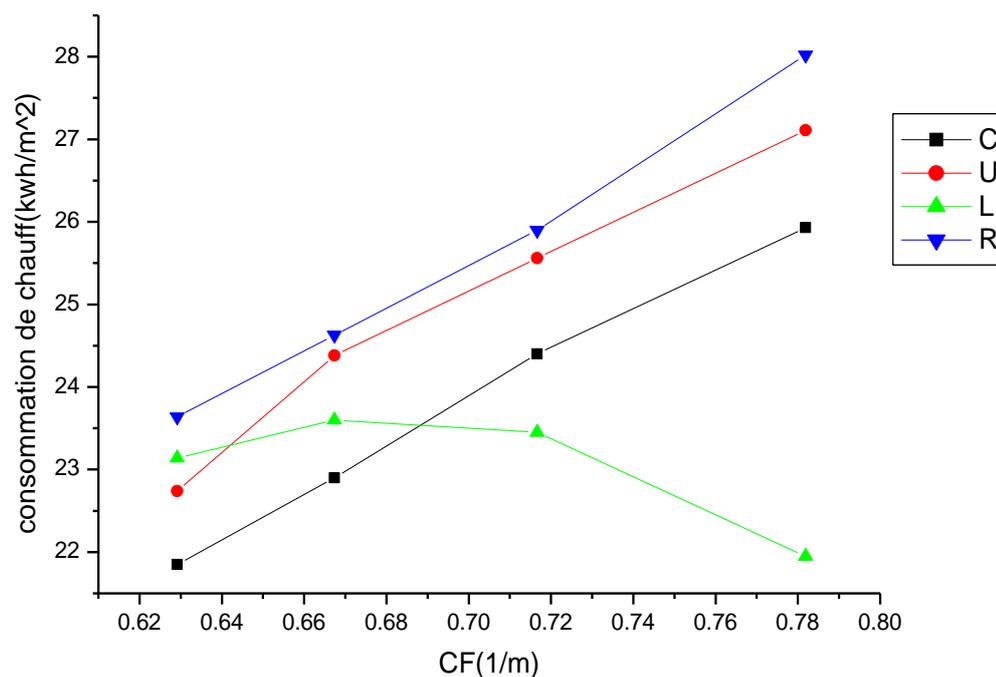


Figure. 2.22. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour Nombre d'étages $k=1$.

Cette figure représente. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour Nombre d'étage $k=1$ dans la ville In Salah, on observe une augmentation de consommation de chauffage dans toutes les formes au l'intervalle de $CF[0.63-0.67]$, sauf la forme L où il y a une diminution de consommation d'environ 06%. Le pourcentage de consommation énergétique de climatisation atteints 16%, 16% et 17% pour la forme Rectangulaire, Cour, U et la forme Cour respectivement

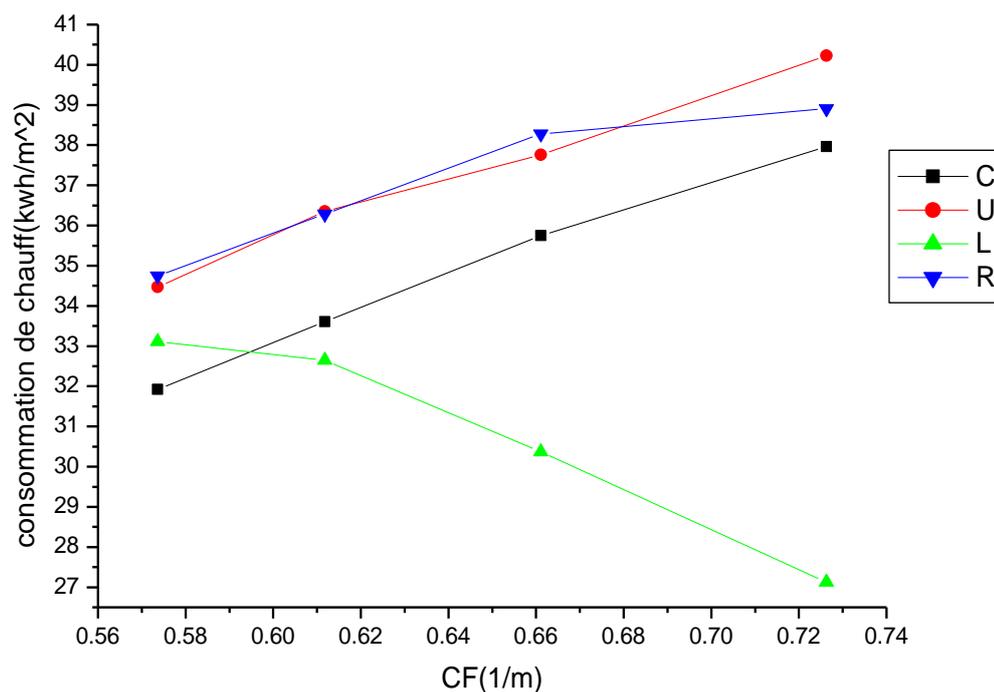


Figure. 2.23. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de chauffage pour Nombre d'étages k=2

Dans la figure (2.23) représente la consommation de chauffage pour le cas de nombre d'étage k=2 sous les conditions climatiques de la ville de In Salah. On observe que la climatisation est augmentée de 11 %; 15 % et 16 % pour la forme Rectangulaire, la forme U et la forme Cour avec l'augmentation du facteur de forme de 0.58 m⁻¹ à 0.74 m⁻¹. Pour la forme L, on remarque une diminution remarquable ; elle atteint de 19 %.

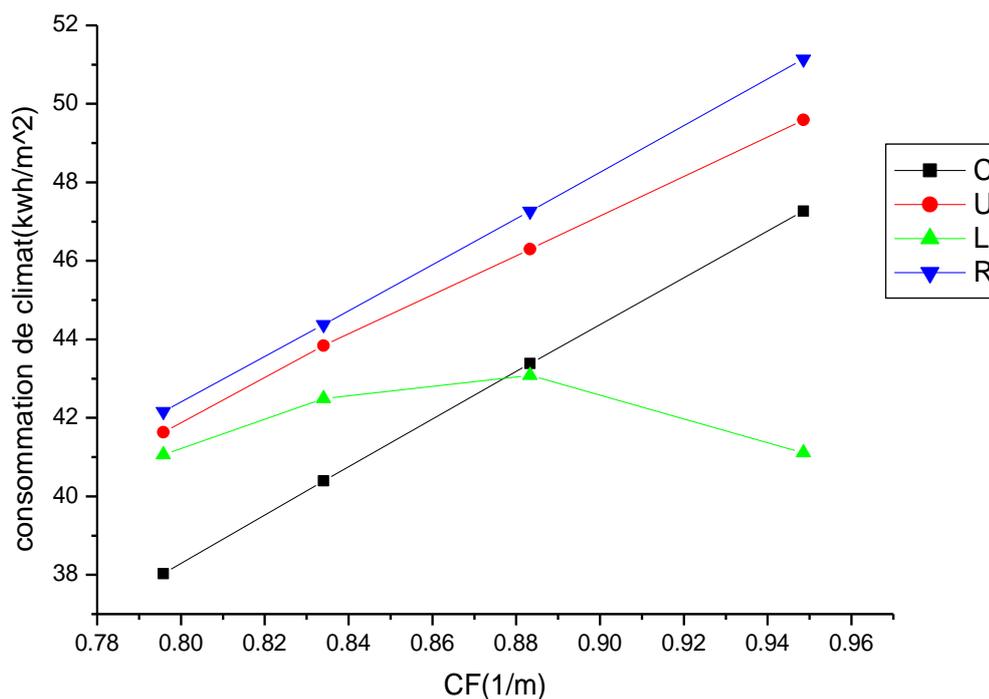


Figure. 2.24. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=0$.

D'après la figure (2.24), on remarque que les variations de facteur de forme « C_f » dans la forme rectangulaire, la forme U et la forme Cour sont proportionnelles aux variations de la consommation énergétique de la climatisation. Alors la diminution du facteur de forme permet l'augmentation de l'énergie consommée en climatisation. On observe également que la consommation énergétique de climatisation dans la forme L est réduite de (05%) avec l'augmentation du facteur de forme de 0.88 à 0.96 m^{-1} .

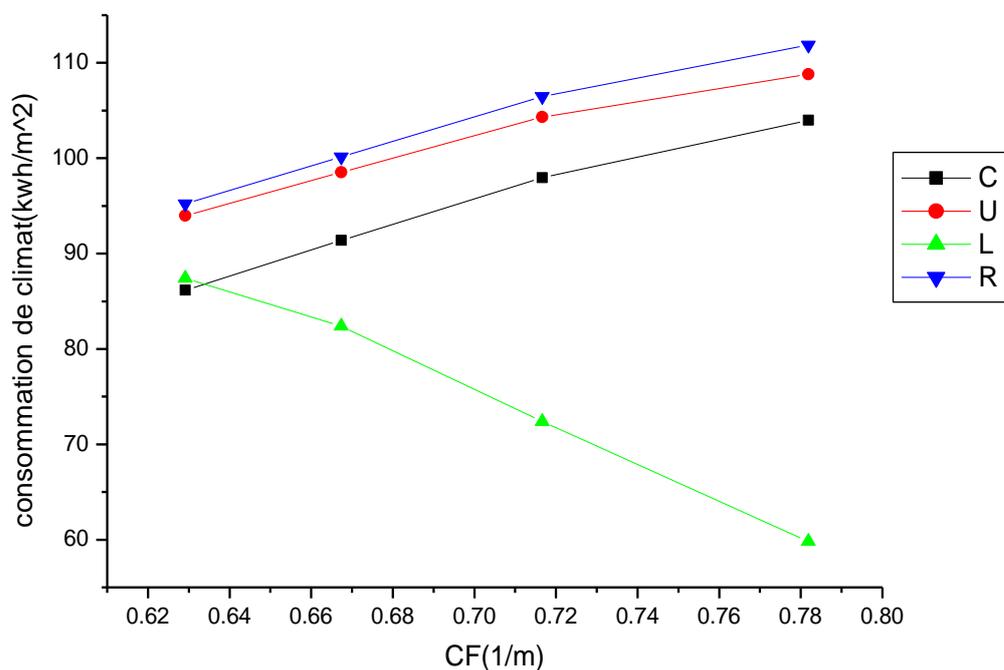


Figure. 2.25. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=1$

Dans la figure (2.25) représente la consommation de chauffage pour le cas de nombre d'étage $k=1$ sous les conditions climatiques de la ville de In Salah. On observe que avec l'augmentation du facteur de forme de 0.58 m^{-1} à 0.74 m^{-1} , la consommation de climatisation est augmente de 15 %; 14 % et 18 % pour la forme Rectangulaire, la forme U et la forme Cour respectivement. pour la forme L, on remarque une diminution remarquable ; elle atteint de 32%.

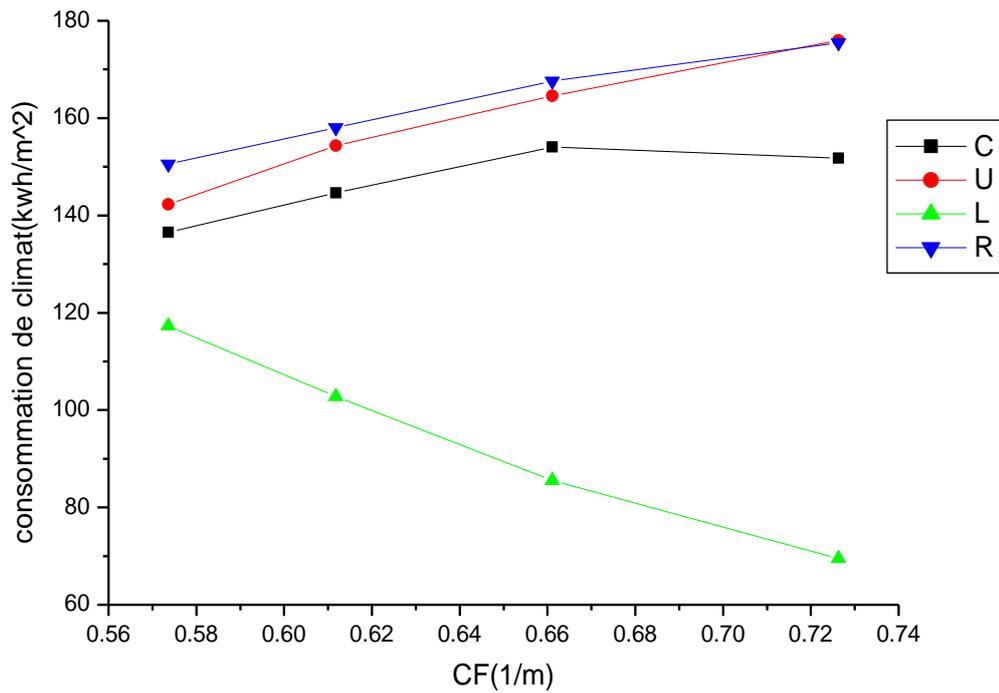


Figure.2.26. Influence du facteur forme sur la consommation énergétique annuelle de climatisation pour Nombre d'étages $k=2$

Cette figure représente la consommation de climatisation de 2^{ième} dans la ville In Salah, Les résultats de simulation indiquent que la consommation de climatisation pour les formes simulées sont augmente dans les formes Rectangulaire, la forme U et la forme Cour avec l'augmentation de facteur de forme.

L'augmentation facteur forme de $0,78 \text{ m}^{-1}$ à $0,96 \text{ m}^{-1}$ a augmenté la consommation de chauffage de 15%, 20% et 11% pour la forme Rectangulaire, la forme U et la forme Cour respectivement, mais la forme L est diminuée avec l'augmentation de facteur environ 41%.

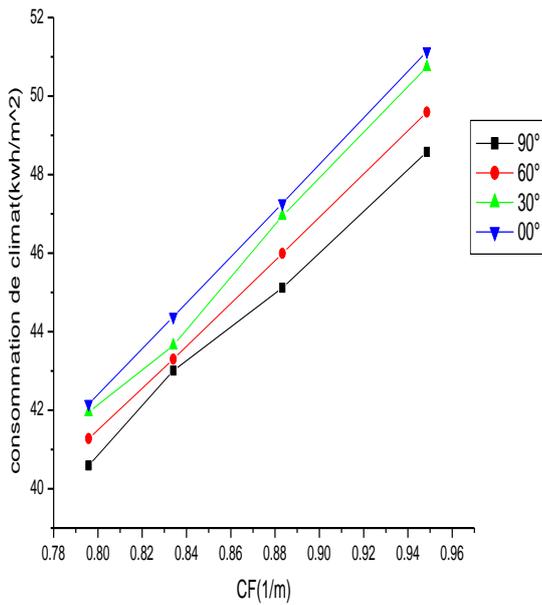


Figure. 2.27. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme rectangulaire).

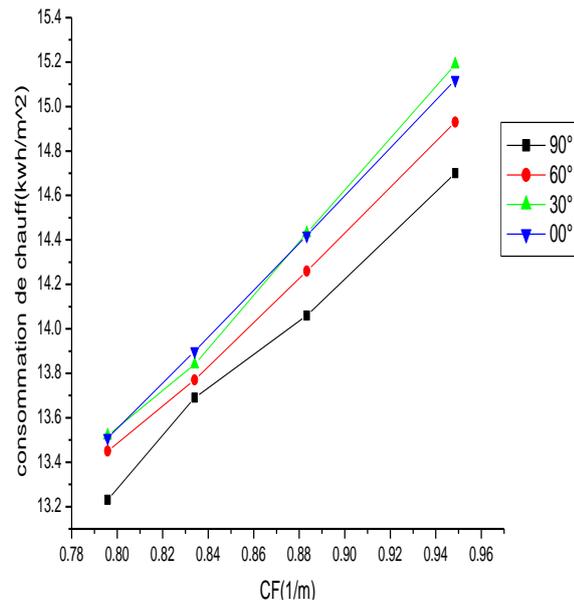


Figure. 2.28. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme rectangulaire).

Les figure (2.27, 2.28) représentent une comparaison de la consommation énergétique dans la forme rectangulaire entre les différents facteurs formes étudiées précédemment et pour, un angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° . on observe que il n y a pas un effet d'orientation sur la consommation de chauffage et climatisation. Si de facteur de forme varie entre 0.79 et 0.94 la consommation de chauffage augmente avec un pourcentage de 11% et la consommation de climatisation est augmenter environ 18%.

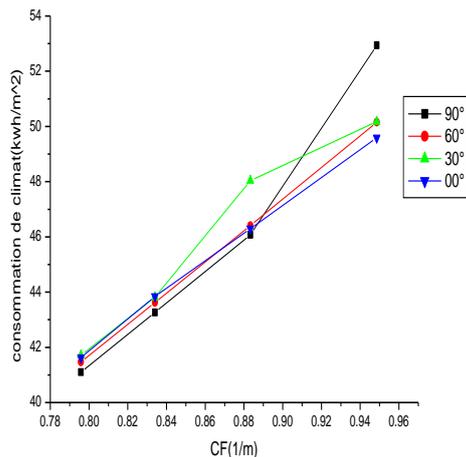


Figure. 2.29. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme U).

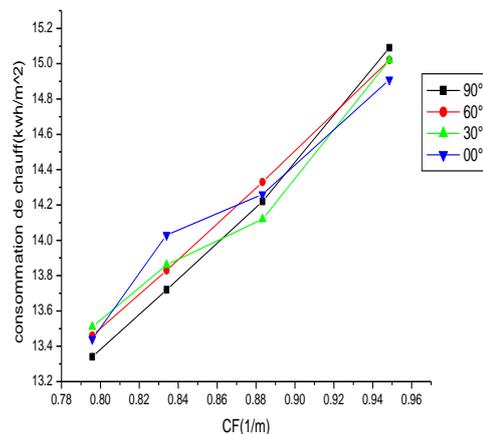


Figure. 2.30. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme U).

Les figures (2.29, 2.30) représentent l'influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation et de chauffage pour différentes valeurs d'orientation, dans la ville In Salah. Les résultats de simulation indiquent que la consommation de climatisation pour la forme U simulée augmente d'une valeur de 13% et la consommation de chauffage augmente de 10% entre $(0^\circ-90^\circ)$. On remarque aussi, il n'y a pas un effet significatif de l'orientation sur la valeur de consommation.

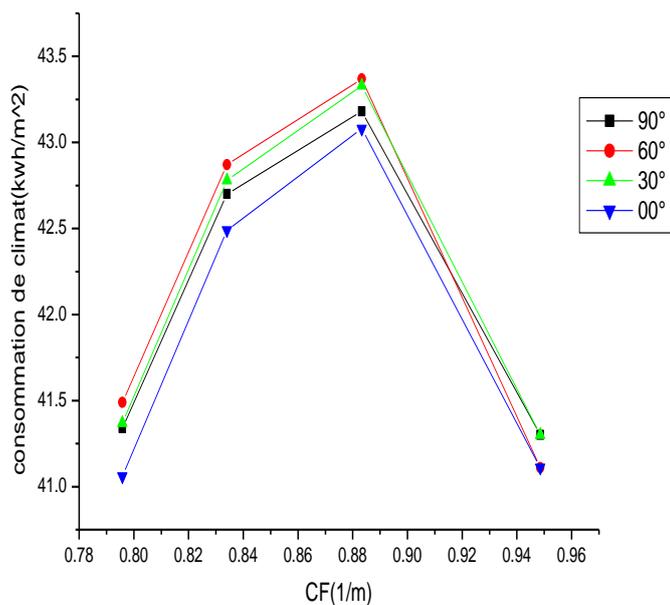


Figure. 2.31. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de climatisation, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme L).

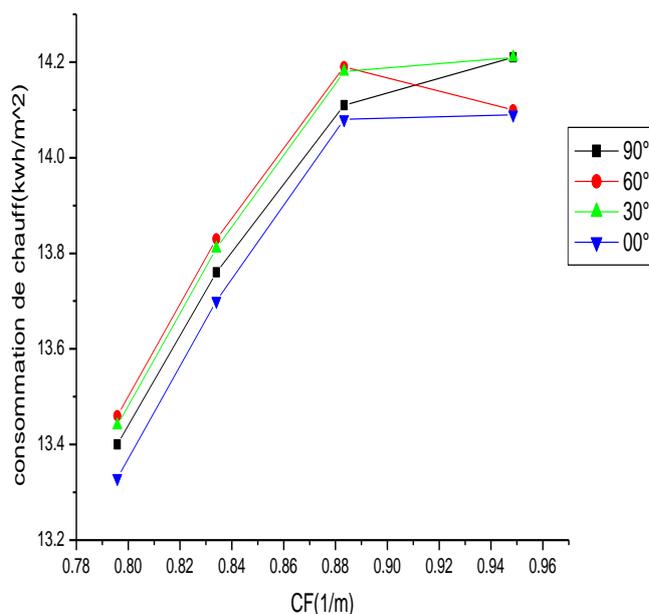


Figure. 2.32. Influence de l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, angle d'orientation $\alpha=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ$ et 90° (forme L)

D'après la figure (2.31) ci-dessus, on remarque que l'allure des consommations énergétiques de climatisation sont les mêmes. La consommation énergétique de climatisation est élevée pour une facteur forme $Cf=0.9 \text{ m}^{-1}$. Elle atteint des faibles valeurs pour un angle d'orientation $\alpha=0^\circ$ vers le sud et elle est très importante pour un angle d'orientation $\alpha=60^\circ$. Dans la figure (2.32) représente l'influence l'orientation sur la consommation énergétique annuelle de chauffage, pour la forme L. On remarque que la consommation de chauffage augmente par une valeur de 6% quel que soit l'orientation pour un facteur forme varie entre 0.79 et 0.88.

2.9.Conclusion

D'après les comparaisons qu'on a fait, on peut conclure que le choix de la forme ne présente aucun défi .

La consommation de chauffage est plus grand à la consommation de climatisation dans la ville Djelfa ,puisque les heurs de utilisation de chauffage supérieur à les heurs de utilisation de climatiseur ,cet conséquent la méthodologie climat de la ville . Mais la ville In Salah la consommation de climatisation est plus grand à la consommation de chauffage pour la même cause (méthodologie).

On conclue qu'il n'y a pas d'effet significatif de l'orientation sur la consommation énergétique de chauffage et de climatisation. La consommation a changé de manière significative d'une forme à une autre forme, Cela remonte à la paroi verticale opposée à l'espace de la lumière du soleil.

Conclusion

Générale

Conclusion générale

Le problème de l'énergie ou plus précisément sa consommation qui est de plus en plus en augmentation est devenu un souci pour les architectes et les énergéticiens eux-mêmes, car on ne peut plus construire une maison sans prendre en compte le confort thermique et le microclimat, les exigences de confort sont de plus en plus demandées. Un bâtiment reçoit de la chaleur gratuite du soleil et perd d'un autre côté une somme de cette chaleur de façon ou d'une autre dans un comportement naturel pour assurer l'équilibre thermique. Pour un énergéticien, on cherche à contrôler l'énergie gratuite et la maîtriser pour réduire les dépenses, pour cela, une enveloppe de construction ne doit pas agirai comme une barrière mais comme un filtre qui permet une bonne maîtrise de l'énergie dans l'été comme l'hiver. Alors, on a étudié l'effet de l'orientation et de facteur forme en premier lieu, ces facteurs sont les plus importants qui influent sur le comportement thermique du bâtiment.

Après cette étude théorique, et pour réalisé ce travail, on a fait recours au logiciel de simulation dynamique TRNSYS. Suite aux résultats obtenus, avant tout, il est nécessaire d'assurer un bon couplage entre le climat et la forme géométrique convenable à la construction. On peut conclure qu'un mauvais choix de facteur forme minimise la stabilité des températures intérieures du bâtiment.

Notre étude montre que la morphologie des bâtiments est un paramètre important de conception dans le processus de conception d'un projet efficacement énergétique. Le climat de Djelfa et celle de In Salah ont été chois pour les simulations dynamiques. Plusieurs séries de simulations ont été réalisées pour différents coefficients de forme, orientation et plusieurs nombre d'étages. Une première conclusion de l'étude est liée à la morphologie d'une construction; une réduction d'énergie importante pourrait être obtenue si un bâtiment a un forme (rectangulaire, U ou Cour) prend un coefficient de forme plus grand. Pour le bâtiment avec une forme L, le coefficient de forme le plus petit entraîne à une basse consommation d'énergie. Les résultats de simulation on montré qu'il n'y a pas d'effet de l'orientation sur réduction d'énergie. Nous concluons que le climat de zone étudié est très important pour l'analyse énergétique des bâtiments et des réductions majeures d'énergie et pour atteindre une bonne conception.

On montre qu'il existe une forte relation entre la forme du bâtiment et la demande en énergie du bâtiment, une économie d'énergie pourra être possible avec des réductions importantes. Enfin, nous espérons dans un prochain avenir développer cet axe par des recherches plus avancées, notamment l'utilisation des modèles hygro-thermo-aérauliques, le couplage entre l'isolation, l'inertie et la forme géométrique, engendrer d'autres paramètres de confort, l'influence de l'infiltration, la ventilation naturelle

Bibliographies

Bibliographies

- [1] 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 .
- [2] Ministère De L'énergie Et Des Mines. MEM, 2014.
- [3] Laustens J., 2008, Energy Efficiency Requirements In Building Codes, Energy Efficiency Policies For New Buildings, International Energy Agency, Oecd/Iea, Paris, 85p.
- [4] Le Site Officiel De La Réglementation Thermique 2005 (Disponible Sur Internet : Www.Rt2005.Com , Consulter Le 22/02/2017).
- [5] MAES Pascale, 2010, Labels D'efficacité Energétiques, EYROLLES, Paris, 139p.
- [6] Plate-Forme Maison Passive, 2012, Site Officiel De La Plate-Forme Maison Passive (Disponible Sur Internet : Www.Maisonpassive.Be, Consulter Le 10/03/2017)
- [7] Ruelle, F., 2008, Le Standard « Maison Passive » En Belgique : Potentialités Et Obstacles, Mémoire De Master En Sciences Et Gestion De L'environnement, Université Libre De Bruxelles. Institut De Gestion De L'environnement Et D'aménagement Du Territoire. Faculté Des Sciences, 108p.
- [8] Thiers S., 2008, Bilans Energétiques Et Environnementaux De Bâtiments A Energie Positive, Thèse De Doctorat, L'université Des Mines, Paris, 252p.
- [9] ADEME, 2009, Objectif 2020 : Bâtiments A Energie Positive. Note De Cadrage Et Perspective, ADEME-Département Bâtiment Et Urbanisme, Paris, 08p.
- [10] Liebard A. Et De Herde A., 2005. Traité D'architecture Et D'urbanisme Bioclimatique Concevoir, Edifier Et Aménager Avec Le Développement Durable. Le Moniteur. Paris. 368p.
- [11] Stéphane Hallegatte ,Franck,Christian De Perthuis, Economique De L'adaptation Au Changement Climatique,Rapport Du Conseil Economique Pour Le Développement Durable ,Université Paris , Février 2010.
- [12] Esteban Emilio Montenegro Iturra ,Impact De La Configuration Des Bâtiments Scolaires Sur Leur Performance Lumineuse, Thermique Et Energétique – Université LAVAL Québec, 2011.
- [13] 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.
- [14] Kottek, Markus; Grieser, Jürgen; Beck, Christoph; Rudolf, Bruno And Rubel, Franz (2006). World Maps Of Köppen - Geiger Climate Classification Updated, Meteorologische Zeitschrift, Vol. 15, No. 3, P: 259- 263.
- [15] Rosenlund, Hans (2000). Climatic Design Of Buildings Using Passive Techniques. Building Issues, Vol . 10, No. 1 , P : 3- 26.
- [16] 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.
- [17] Mikler, Vladimir; Bicol, Albert; Breisnes, Beth And Labrie, M Ichel (2008). Passive Design Toolkit – Best Practices, City Of Vancouver, Canada.

Bibliographies

- [18] Balcomb, J. Douglas (1995). Our Home: Buildings Of The Land: Energy Efficiency Design Guide For Indian Housing. Vol. 1, National Renewable Energy Laboratory (U.S.) ; United States. Dept. Of Housing And Urban Development, Washington, D.C .
- [19] Haglund, Bruce And Rathmann, Kurt (1996). Thermal Mass In Passive Solar And Energy- Conserving Buildings, Vital Signs Project, University Of Idaho, Moscow.
- [20] Yu, Jinghua; Yang, Changzhi And Tian, Liwei (2008). Low- Energy Envelope Design Of Residential Building In Hot Summer And Cold Winter Zone In China, Energy And Buildings, Vol. 40, P: 1536- 1546..
- [21] Al - Tamimi, Nedhal; Fadzil, Sharifah And Harun, Wan (2010). The Effects Of Orientation, Ventilation, And Varied WWR On The Thermal Performance Of Residential Rooms In The Tropics, Journal Of Sustainable Development, Vol. 4, No. 2, P : 142- 149.
- [22] Bahrami, Soheila (2008). Energy Efficient Buildings In Warm Climates Of The Middle East: Experience In Iran And Israel, Master Thesis, Lund University, Sweden.
- [23] Ghedamsi, R . (2015). Estimating The Energy Consumption In Building Sector In Algeria Using Bottom-Up Mode, Renewable Energy Congress (IREC), 2015 6th International, Sousse, Publisher: IEEE, DOI:10.1109/IREC.2015.7110942.
- [24] Weather Underground. Un Site Météo Www. Wunderground.Com, 10/04/2017
- [25] M^{me} Chaouche-Bencherif Meriama - La Micro-Urbanisation Et La Ville-Oasis; Une Alternative A L'équilibre Des Zones Arides Pour Une Ville Saharienne Durable CAS Du Bas-Sahara - Département D'architecture Et D'urbanisme .Université De Constantine 2007
- [26] Google Earth ,2017
- [27] SEMAHI Samir, Contribution Méthodologique A La Conception Des Logements A Haute Performance Energétique (HPE) EN ALGERIE, Mémoire De Magister 2013, Université Alger
- [28] W. Mezabia Et Y.Djebrit.. Modélisation Du Comportement Energétique Des Bâtiments Dans Les Zones Arides. Mémoire De Master 2011 Université Kasdi Merbah, Ouargla.
- [29] Michel Bernier - Introduction A TRNSYS (Version 16) - Département De Génie Mécanique Ecole Polytechnique De Montréal.
- [30] 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.
- [31] Yoann RAFFENEL - Optimisation Du Contrôle Thermique Dans Une Habitation Multi Sources. L'école Centrale De Lyon. 2008.
- [32] Werner KEILHOLZ, Paul SETTE - Les Evolutions De Trnsys – La Version 16 - Journée Thématique SFT-IBPSA Mars 2005
- [33] Melle MEDJELEKH Dalel - Impact De L'inertie Thermique Sur Le Confort Hygrothermique Et La Consommation Energétique Du Bâtiment - Cas De L'habitation De L'époque Coloniale A Guelma - Université De Constantine 2011.
- [34] DIEZ-WEBSTER Urko, RANDLE Sébastien - Modélisation D'une Maison A Energie Positive - Rapport Final Du PFE Juin 2006, Institut National Des Sciences Appliquées.

Bibliographies

Annexes

Annexes

Annexe (A): les figures suivant que représente les résultats de simulation et la consommation d'énergie (chauffage et climatisation) pour tous les formes (rectangulaire, L, U, Court) soit Rez de chaussée, 1er étage, et 2eme étage.

La ville de Djelfa

Rez de chaussée chauffage					Rez de chaussée climatisation				
CF	formrector	form L	form U	form care	CF	form recto	form L	form U	form care
0.948512	123.04	79.17	123.24	118.13	0.948512	0.36	0.313	0.315	0.28
0.883333	116.85	93.02	116.09	111.91	0.883333	0.34	0.31	0.31	0.28
0.834028	111.8533	102.23	111.6	106	0.834028	0.34	0.299	0.314	0.28
0.795833	108.1632	105.3	108.18	102.21	0.795833	0.335	0.295	0.33	0.3

Figure(1):la consommation de chauffage et climatisation pour toutes les formes dans Rez de chaussée

1er étage chauffage					1er étage climatisation				
CF	formrector	form L	form U	form care	CF	formrector	form L	form U	form care
0.781845	226.89	97.09	226.45	199.47	0.781845	1	0.95	0.988	0.88
0.716667	212.61	120.52	212.81	202.38	0.716667	1.02	0.86	0.91	0.78
0.667361	202.69	142.6	202.81	191.6	0.667361	0.91	0.79	0.84	0.708
0.629167	195.005	161.05	188.93	182.61	0.629167	0.833	0.73	0.75	0.655

Figure(2): la consommation de chauffage et climatisation pour toutes les formes dans 1er étage

2eme étage chauffage					2eme étage climatisation				
CF	formrector	form L	form U	form care	CF	formrector	form L	form U	form care
0.72629	323.947	108.58	329.744	267.07	0.72629	2.78	2.038	2.281	2.05
0.661111	309.453	135.74	309.76	285.64	0.661111	2.322	1.85	2.078	1.829
0.611806	294.447	165.15	288.14	277.44	0.611806	2.096	1.8	1.73	1.627
0.573611	282.823	193.24	279.19	263.92	0.573611	1.924	1.68	1.593	1.484

Figure(3): la consommation de chauffage et climatisation pour toutes les formes dans 2eme étage

Les figures suivants que représente l'effet d'orientation (00°, 30°, 60°, 90°) sur la consommation d'énergie (chauffage et climatisation) avec les formes (rectangulaire, L, U, Court) dans Rez de chaussée

la forme rectangulaire chauffage					la forme rectangulaire cliamatisation				
CF	00°	30°	60°	90°	CF	00°	30°	60°	90°
0.948512	123.04	123.13	123.27	123.26	0.948512	0.36	0.34	0.3	0.26
0.883333	116.85	116.746	116.85	116.84	0.883333	0.34	0.33	0.29	0.26
0.834028	111.8533	109.652	112.029	109.721	0.834028	0.34	0.323	0.29	0.26
0.795833	108.1632	108.235	108.36	108.296	0.795833	0.335	0.325	0.311	0.27

Figure(1):l'effet d'orientation sur la consommation de chauffage et climatisation dans la forme rectangulaire

Annexes

la forme U chauffage				
CF	00°	30°	60°	90°
0.948512	123.24	123.23	123.23	125.41
0.883333	116.09	116.16	116.82	116.77
0.834028	111.6	111.98	112	111.95
0.795833	108.18	108.25	108.28	108.22

la forme U climatisation				
CF	00°	30°	60°	90°
0.948512	0.315	0.32	0.32	0.3
0.883333	0.31	0.32	0.316	0.3
0.834028	0.314	0.32	0.314	0.3
0.795833	0.33	0.33	0.32	0.3

Figure(2):l'effet d'orientation sur la consommation de chauffage et climatisation dans la (U)

la forme L chauffage				
CF	00°	30°	60°	90°
0.948512	79.17	79.2	79.17	79.19
0.883333	93.02	93.05	93.04	93
0.834028	102.23	102.27	102.25	102.19
0.795833	105.3	105.35	105.33	105.28

la forme L climatisation				
CF	00°	30°	60°	90°
0.948512	0.313	0.32	0.31	0.32
0.883333	0.31	0.31	0.32	0.31
0.834028	0.299	0.31	0.31	0.31
0.795833	0.295	0.31	0.31	0.3

Figure(3):l'effet d'orientation sur la consommation de chauffage et climatisation dans la (L)

Annexe (B): les figures suivant que représente les résultats de simulation et la consommation d'énergie (chauffage et climatisation) pour tous les formes (rectangulaire, L, U, Court) soit Rez de chaussée, 1er étage, et 2eme étage.

La ville de In Salah

Rez de chaussée chauffage				
CF	formrector	form L	form U	form care
0.948512	15.12	14.09	14.91	14.4
0.883333	14.42	14.08	14.26	13.69
0.834028	13.9	13.7	14.03	13.16
0.795833	13.51	13.33	13.44	12.75

Rez de chaussée climatisation				
CF	formrector	form L	form U	form care
0.948512	51.14	41.11	49.59	47.27
0.883333	47.27	43.08	46.3	43.38
0.834028	44.38	42.49	43.84	40.39
0.795833	42.16	41.06	41.63	38.03

Figure(1):la consommation de chauffage et climatisation pour toutes les formes dans Rez de chaussée

1er étage chauffage				
CF	formrector	form L	form U	form care
0.781845	28.02	21.95	27.11	25.93
0.716667	25.9	23.45	25.56	24.4
0.667361	24.63	23.6	24.38	22.9
0.629167	23.64	23.14	22.74	21.85

1er étage climatisation				
CF	formrector	form L	form U	form care
0.781845	111.87	59.81	108.81	103.99
0.716667	106.46	72.37	104.32	97.96
0.667361	100.16	82.39	98.54	91.4
0.629167	95.23	87.42	93.98	86.15

Figure(2): la consommation de chauffage et climatisation pour toutes les formes dans 1er étage

Annexes

2eme étage chauffage					2eme étage climatisation				
CF	formrector	form L	form U	form care	CF	formrector	form L	form U	form care
0.72629	38.91	27.13	40.23	37.96	0.72629	175.47	69.5	175.96	151.79
0.661111	38.28	30.37	37.76	35.75	0.661111	167.63	85.54	164.6	154.07
0.611806	36.29	32.65	36.35	33.61	0.611806	158.03	102.79	154.32	144.62
0.573611	34.75	33.11	34.47	31.92	0.573611	150.58	117.29	142.26	136.55

Figure(3): la consommation de chauffage et climatisation pour toutes les formes dans 2er étage

Les figures suivants que représente l'effet d'orientation (00°, 30°, 60°, 90°) sur la consommation d'énergie (chauffage et climatisation) avec les formes (rectangulaire, L, U, Court) dans Rez de chaussée

la forme rectangulaire chauffage					la forme rectangulaire climatisation				
CF	00°	30°	60°	90°	CF	00°	30°	60°	90°
0.948512	15.12	15.19	14.93	14.7	0.948512	51.14	50.74	49.59	48.58
0.883333	14.42	14.43	14.26	14.06	0.883333	47.27	46.95	45.99	45.12
0.834028	13.9	13.84	13.77	13.69	0.834028	44.38	43.65	43.3	43.01
0.795833	13.51	13.52	13.45	13.23	0.795833	42.16	41.95	41.28	40.59

Figure(1):l'effet d'orientation sur la consommation de chauffage et climatisation dans la forme rectangulaire

la forme L chauffage					la forme L climatisation				
CF	00°	30°	60°	90°	CF	00°	30°	60°	90°
0.948512	14.09	14.21	14.1	14.21	0.948512	41.11	41.3	41.11	41.3
0.883333	14.08	14.18	14.19	14.11	0.883333	43.08	43.33	43.37	43.18
0.834028	13.7	13.81	13.83	13.76	0.834028	42.49	42.78	42.87	42.7
0.795833	13.33	13.44	13.46	13.4	0.795833	41.06	41.37	41.49	41.34

Figure(2):l'effet d'orientation sur la consommation de chauffage et climatisation dans la (U)

la forme U chauffage					la forme U climatisation				
CF	00°	30°	60°	90°	CF	00°	30°	60°	90°
0.948512	14.91	15.02	15.02	15.09	0.948512	49.59	50.17	50.16	52.94
0.883333	14.26	14.12	14.33	14.22	0.883333	46.3	48.04	46.41	46.08
0.834028	14.03	13.86	13.83	13.72	0.834028	43.84	43.81	43.62	43.26
0.795833	13.44	13.51	13.46	13.34	0.795833	41.63	41.71	41.47	41.1

Figure(3):l'effet d'orientation sur la consommation de chauffage et climatisation dans la (L)

Annexes

Annexe (C)

VERSION 16

*** TRNSYS input file (deck) generated by TrnsysStudio

*** on Thursday, May 25, 2017 at 19:30

*** from TrnsysStudio project: C:\Users\jalmi\Desktop\la forme L\الطابق الارضي\الشكل الاول\Wizard39.tpf

*** If you edit this file, use the File/Import TRNSYS Input File function in

*** TrnsysStudio to update the project.

*** If you have problems, questions or suggestions please contact your local

*** TRNSYS distributor or <mailto:iisibat@cstb.fr>

*** Units

*** Control cards

* START, STOP and STEP

CONSTANTS 3

START=0

STOP=8760

STEP=1

Annexes

* User defined CONSTANTS

```
SIMULATION   START  STOP   STEP   ! Start time      End time      Time step
TOLERANCES  0.001 0.001           ! Integration     Convergence
LIMITS      30 30 30           ! Max iterations  Max warnings   Trace limit
DFQ 1              ! TRNSYS numerical integration solver method
WIDTH 72          ! TRNSYS output file width, number of characters
LIST           ! NOLIST statement
              ! MAP statement
SOLVER 0 1 1      ! Solver statement      Minimum relaxation factor
              Maximum relaxation factor
NAN_CHECK 0      ! Nan DEBUG statement
OVERWRITE_CHECK 0 ! Overwrite DEBUG statement
EQSOLVER 0      ! EQUATION SOLVER statement
```

* EQUATIONS "Turn"

*

```
EQUATIONS 5
TURN = 0
AA_N = 180 + TURN
AA_S = TURN
AA_E = -90 + TURN
AA_W = 90 + TURN
*$UNIT_NAME Turn
*$LAYER Main
*$POSITION 49 61
```

*-----

Annexes

* EQUATIONS "Radiation"

*

EQUATIONS 18

AISZ = [109,10]

AISA = [109,11]

IT_H = Max([109,12],0)

IB_H = Max([109,13],0)

ID_H = [109,14]

AI_H = [109,16]

IT_N = [109,18]

AI_N = [109,22]

IB_N = [109,19] * LT(AI_N,90)

IT_S = [109,24]

IB_S = [109,25]

AI_S = [109,28]

IT_E = [109,30]

IB_E = [109,31]

AI_E = [109,34]

IT_W = [109,36]

IB_W = [109,37]

AI_W = [109,40]

*\$UNIT_NAME Radiation

*\$LAYER Main

*\$POSITION 195 125

*-----

* EQUATIONS "Shading+Light"

Annexes

*

EQUATIONS 1

BRIGHT = [200,1] ! 27

*\$UNIT_NAME Shading+Light

*\$LAYER Controls

*\$POSITION 664 722

*-----

* Model "Weather data" (Type 109)

*

UNIT 109 TYPE 109 Weather data

*\$UNIT_NAME Weather data

*\$MODEL .\Weather Data Reading and Processing\Standard Format\TMY2\Type109-TMY2.tmf

*\$POSITION 99 200

*\$LAYER Main #

PARAMETERS 4

2 ! 1 Data Reader Mode

30 ! 2 Logical unit

4 ! 3 Sky model for diffuse radiation

1 ! 4 Tracking mode

INPUTS 9

0,0 ! [unconnected] Ground reflectance

0,0 ! [unconnected] Slope of surface-1

0,0 ! [unconnected] Azimuth of surface-1

0,0 ! [unconnected] Slope of surface-2

0,0 ! [unconnected] Azimuth of surface-2

0,0 ! [unconnected] Slope of surface-3

Annexes

0,0 ! [unconnected] Azimuth of surface-3

0,0 ! [unconnected] Slope of surface-4

0,0 ! [unconnected] Azimuth of surface-4

*** INITIAL INPUT VALUES

0.2 90 AA_N 90 AA_S 90 AA_E 90 AA_W

*** External files

ASSIGN "C:\Users\lalmi\Desktop\الجلفة و عين صالح\Djelhour.tm2" 30

*|? Weather data file |1000

*-----

* Model "Psychrometrics" (Type 33)

*

UNIT 331 TYPE 33 Psychrometrics

*\$UNIT_NAME Psychrometrics

*\$MODEL .\Physical Phenomena\Thermodynamic Properties\Psihrometrics\Dry Bulb and Relative Humidity Known\Type33e.tmf

*\$POSITION 204 325

*\$LAYER Main #

PARAMETERS 3

2 ! 1 Psychrometrics mode

1 ! 2 Wet bulb mode

1 ! 3 Error mode

INPUTS 3

109,1 ! Weather data:Ambient temperature ->Dry bulb temp.

109,2 ! Weather data:relative humidity ->Percent relative humidity

0,0 ! [unconnected] Pressure

*** INITIAL INPUT VALUES

20 50 1

*-----

Annexes

* Model "Sky temp" (Type 69)

*

UNIT 69 TYPE 69 Sky temp

*\$UNIT_NAME Sky temp

*\$MODEL .\Physical Phenomena\Sky Temperature\read in cloudiness factor\Type69a.tmf

*\$POSITION 353 273

*\$LAYER Main # #

PARAMETERS 2

1 ! 1 mode for cloudiness factor

0 ! 2 height over sea level

INPUTS 5

331,7 ! Psychrometrics:Dry bulb temperature ->Ambient temperature

331,8 ! Psychrometrics:Dew point temperature. ->Dew point temperature at ambient conditions

109,13 ! Weather data:beam radiation on horitonzal ->Beam radiation on the horizontal

109,14 ! Weather data:sky diffuse radiation on horizontal ->Diffuse radiation on the horizontal

0,0 ! [unconnected] Cloudiness factor - sky

*** INITIAL INPUT VALUES

0 0 0 0 0

*-----

* EQUATIONS "Light Thresholds"

*

EQUATIONS 2

Toth_L_on = -3.6*120

Eoth_L_off = -3.6*200

*\$UNIT_NAME Light Thresholds

*\$LAYER Controls

Annexes

*\$POSITION 461 530

*-----

* Model "Lights" (Type 2)

*

UNIT 200 TYPE 2 Lights

*\$UNIT_NAME Lights

*\$MODEL .\Controllers\Differential Controller w_ Hysteresis\generic\Solver 0 (Successive Substitution) Control Strategy\Type2d.tmf

*\$POSITION 565 541

*\$LAYER Controls #

*\$# NOTE: This controller can only be used with Solver 0 (Successive substitution)

*\$#

*\$#

*\$#

*\$#

*\$#

*\$#

*\$#

*\$#

*\$#

PARAMETERS 2

5 ! 1 No. of oscillations

40000 ! 2 High limit cut-out

INPUTS 6

0,0 ! [unconnected] Upper input value

IT_H ! Radiation:IT_H ->Lower input value

Annexes

```
0,0          ! [unconnected] Monitoring value

200,1        ! Lights:Output control function ->Input control function

Toth_L_on    ! Light Thresholds:Toth_L_on ->Upper dead band

Eoth_L_off   ! Light Thresholds:Eoth_L_off ->Lower dead band

*** INITIAL INPUT VALUES

0 0 0 0 0

*-----

* Model "Building" (Type 56)

*

UNIT 56 TYPE 56 Building

*$UNIT_NAME Building

*$MODEL .\Loads and Structures\Multi-Zone Building\With Standard Output Files\Type56a.tmf

*$POSITION 758 594

*$LAYER Main # #

*$#

PARAMETERS 6

31           ! 1 Logical unit for building description file (.bui)

1           ! 2 Star network calculation switch

0.5         ! 3 Weighting factor for operative temperature

32          ! 4 Logical unit for monthly summary

33          ! 5 Logical unit for hourly temperatures

34          ! 6 Logical unit for hourly loads

INPUTS 27

331,7       ! Psychrometrics:Dry bulb temperature -> 1- TAMB (AMBIENT TEMPERATURE)

331,6       ! Psychrometrics:Percent relative humidity -> 2- ARELHUM (RELATIVE AMBIENT HUMIDITY)

69,1        ! Sky temp:Fictive sky temperature -> 3- TSKY (FIKTIVE SKY TEMPERATURE)

IT_N        ! Radiation:IT_N -> 4- ITNORTH (INCIDENT RADIATION FOR ORIENTATION NORTH)
```


Annexes

*|? Monthly Summary File |1000

ASSIGN "T56_std-temp.prn" 33

*|? Hourly Temperatures |1000

ASSIGN "T56_std-q.prn" 34

*|? Hourly Loads |1000

*-----

* Model "Temperature" (Type 65)

*

UNIT 25 TYPE 65 Temperature

*\$UNIT_NAME Temperature

*\$MODEL .\Output\Online Plotter\Online Plotter Without File\Type65d.tmf

*\$POSITION 1057 594

*\$LAYER Main # #

PARAMETERS 12

3	! 1 Nb. of left-axis variables
3	! 2 Nb. of right-axis variables
-30	! 3 Left axis minimum
80	! 4 Left axis maximum
0.0	! 5 Right axis minimum
5000	! 6 Right axis maximum
1	! 7 Number of plots per simulation
12	! 8 X-axis gridpoints
0	! 9 Shut off Online w/o removing
-1	! 10 Logical unit for output file
0	! 11 Output file units
0	! 12 Output file delimiter

INPUTS 6

Annexes

56,1 ! Building: 1- (air temperature of zone) TAIR 1 ->Left axis variable-1
56,2 ! Building: 2- (air temperature of zone) TAIR 2 ->Left axis variable-2
56,3 ! Building: 3- (air temperature of zone) TAIR 3 ->Left axis variable-3
0,0 ! [unconnected] Right axis variable-1
0,0 ! [unconnected] Right axis variable-2
0,0 ! [unconnected] Right axis variable-3

*** INITIAL INPUT VALUES

Zone_A1 Zone_A2 Zone_B1 label label label

LABELS 3

"Temperatures [deg C]"

"Temperatures [deg C]"

"Temperatures"

*-----

* Model "Type25a" (Type 25)

*

UNIT 12 TYPE 25 Type25a

*\$UNIT_NAME Type25a

*\$MODEL .\Output\Printer\TRNSYS-Supplied Units\Type25a.tmf

*\$POSITION 865 669

*\$LAYER Outputs #

PARAMETERS 10

STEP ! 1 Printing interval

START ! 2 Start time

STOP ! 3 Stop time

35 ! 4 Logical unit

2 ! 5 Units printing mode

0 ! 6 Relative or absolute start time

Annexes

-1 ! 7 Overwrite or Append

-1 ! 8 Print header

0 ! 9 Delimiter

1 ! 10 Print labels

INPUTS 9

56,1 ! Building: 1- (air temperature of zone) TAIR 1 ->Input to be printed-1

56,2 ! Building: 2- (air temperature of zone) TAIR 2 ->Input to be printed-2

56,3 ! Building: 3- (air temperature of zone) TAIR 3 ->Input to be printed-3

56,4 ! Building: 4- (heating demand) QHEAT 1 ->Input to be printed-4

56,5 ! Building: 5- (heating demand) QHEAT 2 ->Input to be printed-5

56,6 ! Building: 6- (heating demand) QHEAT 3 ->Input to be printed-6

56,7 ! Building: 7- (cooling demand) QCOOL 1 ->Input to be printed-7

56,8 ! Building: 8- (cooling demand) QCOOL 2 ->Input to be printed-8

56,9 ! Building: 9- (cooling demand) QCOOL 3 ->Input to be printed-9

*** INITIAL INPUT VALUES

label label label label label label label label label

*** External files

ASSIGN "temperature.out" 35

*|? Output File for printed results |1000

*-----

END