

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB –BLIDA- 1-  
FACULTE DE TECHNOLOGIE



**MEMOIRE**

Présenté au DEPARTEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES

Par : CHEMLAL ABD EL HAMID

Pour l'obtention du diplôme de :

**MASTER EN ENERGIE RENOUVELABLES**

**OPTION : HABITAT BIOCLIMATIQUE**

**THEME : L'INFLUENCE DE LA VENTILATION NOCTURNE SUR LE  
CONFORT THERMIQUE D'UN HABITAT**

**Soutenu le :**

**Devant le jury composé :**

-(doumaz T) .....président

-(lafri Djamel) .....examineur

-(guebli) .....examineur

- (Pr ; Hamid ; AEK ;) .....promoteur

2016-2017

## **REMERCIEMENTS**

*Ce travail a été réalisé dans le cadre de la préparation d'un mémoire de master en énergie renouvelables, HABITAT BIOCLIMATIQUE au Département des énergies renouvelables de l'université Saad Dahlab de Blida 1, sous la direction du Dr .HAMID Aek que je remercie vivement pour toute l'aide qu'il m'a apportée durant toute la durée de préparation du présent mémoire.*

*Tout comme je remercie l'ensemble du personnel du de .....pour l'aide qu'ils ont apportée durant la préparation du présent travail.*

*Mes plus vifs remerciements vont au Dr doumaz pour m'avoir fait l'honneur de présider le jurée de soutenance du présent mémoire.*

*Le remercie vivement Mme guebli ; Mr (lafri) pour l'honneur qu'ils m'ont fait en participant au jury en qualité d'examineurs.*

*Enfin, je souhaite exprimer toute ma gratitude à l'ensemble des enseignements personnes qui ont largement contribué à son aboutissement.*

## Introduction générale

La climatisation est un poste de dépense énergétique important dans le secteur du bâtiment. La maîtrise des dépenses énergétiques au moyen de systèmes passifs permettrait une réduction drastique de l'utilisation de la climatisation. Dans les climats chauds et humides, la solution préconisée est d'utiliser la ventilation naturelle.

La ventilation est un paramètre qui est fortement lié à l'aspect climatique du site ou le bâtiment est situé, à ses caractéristiques de construction et à la stratégie d'application utilisée.

Ce mémoire s'intègre confort en climat chaud sans climatiser. Le travail de recherche proposé concerne l'étude de l'influence de la ventilation nocturne sur le confort thermique de l'habitat. Plus précisément, les travaux portent sur la modélisation numérique des phénomènes convectifs à l'intérieur des pièces et des composants aérodynamiques passifs qui constituent des verrous scientifiques importants pour lesquels ces travaux vont apporter des résultats et des réponses.

Ce mémoire s'organise en quatre chapitres

**Dans le premier chapitre** nous définissons la ventilation et les types de ventilation

- **Le deuxième chapitre** a porté sur l'étude de site et ces caractéristiques climatiques. Une description du plan utilisé, des matériaux composant les parois (mur intérieur, mur extérieur, planchers bas et haut) et le vitrage sont données.
- **Le troisième chapitre** a porté sur l'application de l'outil informatique utilisé pour la Simulation de bâtiments et la réalisation du bilan. Toutes les étapes de calcul et d'introduction Des données sont développées.
- **le quatrième chapitre** est consacré aux résultats après simulation, et à l'analyse de ces derniers

## CHAPITRE I :

### ETAT DE L'ART ET PROBLEMATIQUE

#### 1.1. INTRODUCTION :

Ce chapitre vise à poser un cadre précis pour ce mémoire .Nous précisons quelque notions sur le confort thermique des bâtiments en rappelant les objectifs de l'environnement et les réglementations thermiques.

Nous définissons les principes essentiels du rafraîchissement passif et plus précisément de la ventilation naturelle nocturne .par la suite, nous présentons quelque notion sur l'évaluation du confort dans l'habitat, Ensuite, nous présentons un outil d'aide à la conception en vue d'améliorer les dépenses énergétiques des bâtiments. Pour finir, nous définissons nos objectifs et choisissons outils de calcul utilisés dans la suite de l'étude.

#### 1.2. Le confort thermique

- **Définition :**

Le confort thermique peut être défini comme une sensation complexe produite par un système *de* facteurs physiques, physiologiques et psychologiques, conduisant l'individu a exprimer le bien être de son état

(État de satisfaction du corps vis-à-vis de l'environnement thermique)

Le confort thermique correspond à un état d'équilibre thermique et hydrique entre le corps humain et son environnement. Il dépend de l'activité physique, du métabolisme, de l'habillement et de la sensibilité (aspect psychosociologique) de chaque individu, d'une part, et de la température de l'environnement (air, parois), des mouvements d'air et de l'humidité, d'autre part. De plus, le comportement de l'individu aux conditions d'ambiance tend à réduire l'inconfort.

La croissance de la demande énergétique en période estivale en raison de l'extension rapide de l'utilisation des climatiseurs a montré la nécessité de trouver des solutions alternatives pour le rafraîchissement des bâtiments comme l'influence de la ventilation naturelle nocturne et de la ventilation mécanique sur le confort thermique durant l'été



### 1.3. Facteurs de confort

Le confort thermique dépend de six paramètres majeurs

**1.3.1. Le métabolisme** qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de  $36.7^{\circ}\text{C}$ . un métabolisme de travail correspondant à une activité particulière s'ajoute au métabolisme de corps au repos

Le métabolisme varie avec l'âge, la taille, et l'activité entreprise par l'individu

#### 1.3.2. L'humidité relative

L'humidité couplée à la température ambiante donne déjà une idée du confort d'ambiance

L'intervalle de confort, dépendant d'autres paramètres dont la température et la vitesse de l'air, peut aller de **20 à 80%**

Au-dessous de 20% l'air devient trop sec

Au-dessus de 80% l'air devient trop humide

#### 1.3.3. La température de l'air ambiante

La température de l'air ambiante est le premier paramètre à contrôler

La température de l'air ambiant ou température sèche est mesurée par un thermomètre

L'intervalle de confort va généralement de **18 à 25 °C**

#### 1.3.4. Température des parois :

La température des parois est un indicateur important du confort intérieur d'un local. Car c'est ce dernier qui donne une idée sur la nature de l'isolation ou de l'inertie thermique d'une paroi

La température de surface d'une paroi se fait à l'aide d'une sonde de contact ou sonde à rayonnement infrarouge

Pour un habitat, la température des parois n'est très difficile à contrôler. Il suffit de choisir des matériaux de construction ont un coefficient de conductibilité thermique valable (égale ou inférieur à 1.2)

#### 1.3.5. La vitesse de l'air :

La vitesse de l'air est un paramètre à prendre en considération car elle influence les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation de la surface de la peau

À l'intérieur des bâtiments, on considère généralement que l'impact sur le confort des occupants est négligeable tant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0.2m/s

### 1.3.6. L'habillement :

Qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement [5]



Figure 1 : facteurs de confort

## 1.4. La ventilation

**La ventilation** est l'action qui consiste à créer un renouvellement de l'air, par déplacement dans un lieu clos, c'est une action de produire une circulation d'air pour refroidir un équipement ou un habitat afin d'éviter son échauffement

La ventilation dans le bâtiment permet le renouvellement d'air et l'assainissement de l'air intérieur d'un local ou d'une construction. Le but est d'apporter suffisamment d'air frais ou d'air neuf hygiénique nécessaire aux individus et indispensable à la respiration du bâtiment

Deux types de ventilation existent : la ventilation naturelle et la ventilation mécanique

### 1.4.1. La ventilation naturelle

Fonctionne par le phénomène de convection naturelle due à la différence de température et de pression qui ont pour effet de provoquer un tirage de l'air du bas vers le haut (air extérieur froid). Cette ventilation hiver, mais en été les flux d'air peuvent s'inverser et nous pouvons assister à un contre tirage

- **Principe**

Dans la ventilation naturelle, aucun ventilateur n'intervient. L'air se déplace grâce aux différences de pression due au vent qui existe entre les façades des bâtiments et grâce à la différence de la masse volumique en fonction de sa température, c'est le tirage thermique ou l'effet cheminée, la circulation d'air est donc totalement naturelle.

Les débits d'air résultant tout à fait incontrôlable en fonction de la vitesse de vent, en **parle dans ce cas d'infiltration.[6]**

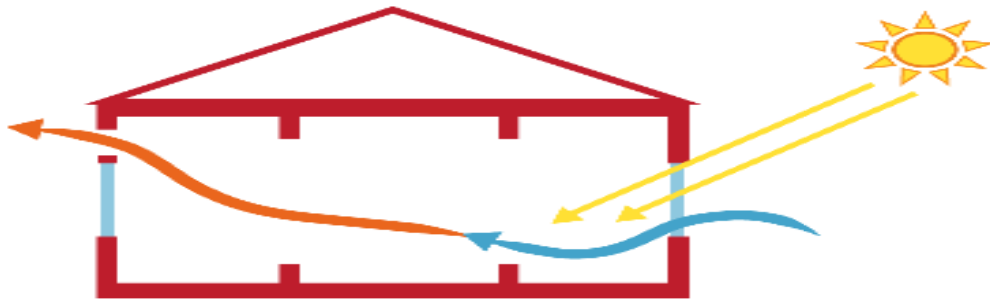


Fig1.1.schéma d'une ventilation naturelle

Il y'a deux grands moteur de la ventilation naturelle

Pour Le vent le débit est calculé a partir de l'expression suivant :

$$Q_v = 0,025.S.V$$

Ou  $S$  : surface ouvrant, et  $V$  : vitesse du vent

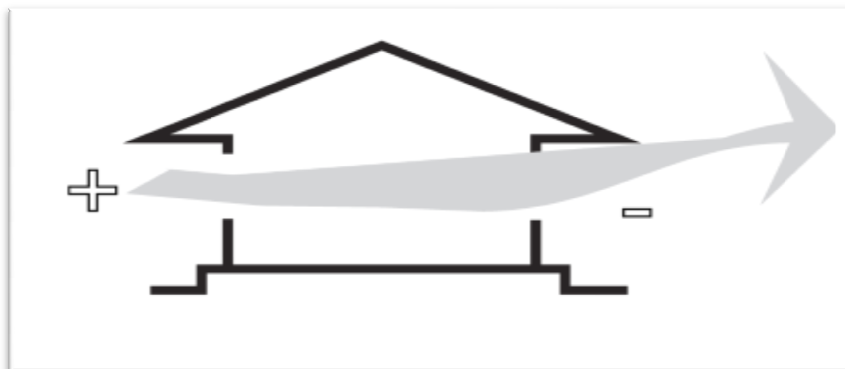


Fig. 1.2. : Ventilation naturelle par le vent

Pour Le tirage thermique le débit est calculé a partir de l'expression suivant

$$: Q_v = C_d \cdot S \sqrt{\left[ \frac{2(T_{int} - T_{ext})gH}{T} \right]}$$

Ou  $T = 273 + (T_{int} + T_{ext})/2$  (k°)

$g = 9.81$

$H$  : la différence de hauteur entre les entrées et les sorties d'air.

$S$  : surface des ouvrants

$C_d$  : coefficient d'échange de l'ouvrant (entre 0.5 et 1)

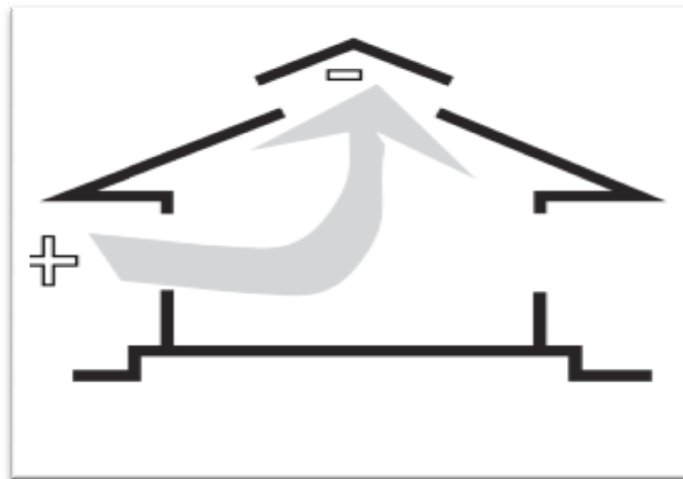


Fig1.3. schéma d'une ventilation par tirage thermique

### 1.4.2. La ventilation mécanique contrôlée

Ou VMC crée mécaniquement les flux d'air .elle consiste à créer un mouvement d'air dynamique grâce a un extracteur ou un ventilateur au travers des conduits gaines.

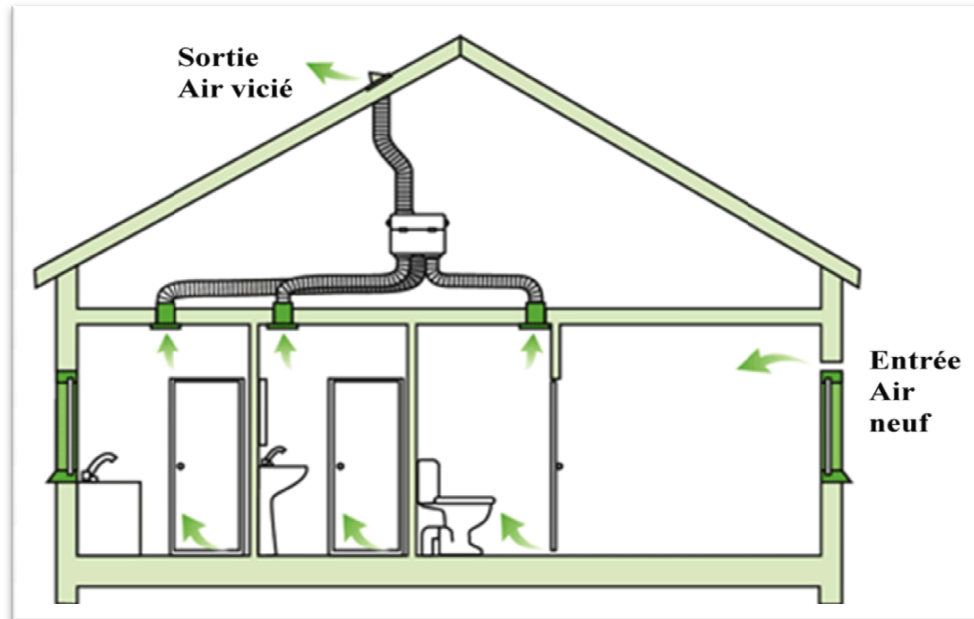
-Différents types de VMC existent .la VMC ventilation mécanique contrôler auto réglable, la VMC hygroréglable, la VMC simple ou double flux, VMR ventilation mécanique répartie

- **Principe**

**-VMC simple flux**

: la ventilation simple flux la plus rencontrée, consiste a crée un mouvement de circulation de l'air dans l'habitat de telle sort que l'air neuf entre naturellement par les locaux propres (bureau, chambre) et que l'air soit extrait par un ventilateur dans les locaux humides (sanitaires, cuisine).

Fig1.4. : Schéma d'une ventilation simple flux



#### -VMC DOUBLE FLUX :

le principe de la ventilation double flux est d'insuffler de l'air neuf dans les pièces principale par des bouches de soufflages et d'extraire l'air vicié par des bouches d'extraction dans les pièces de services (cuisine, wc, sdb)

Une unité de ventilation double flux comprend :

- Un ventilateur d'extraction
- Un ventilateur d'insufflation
- Des filtres

Ces différents éléments peuvent être combinés en un seul ensemble ou en plusieurs blocs

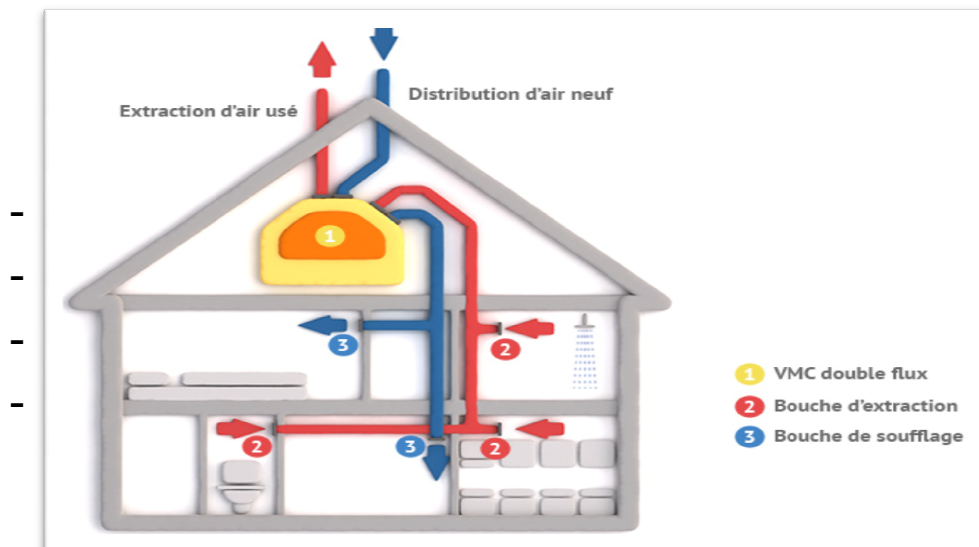


Fig1.5. : Schéma d'une ventilation mécanique contrôlée

### 1.4.3. Ventilation hybride

Une ventilation hybride est une ventilation qui combine « naturel » et « mécanique ».

Par exemple, lorsque la faible hauteur des bâtiments ne permet pas de créer un effet cheminée suffisant, on peut aider ce dernier par des ventilateurs, de préférence, à faible consommation, dissociés du système de Ventilation hygiénique, comme des tourelles de toiture.

### 1.4.4. Ventilation nocturne

L'analyse de la fenêtre du point de vue thermique est très complexe. Une fenêtre doit fournir un gain de chaleur maximal en hiver pendant le jour et la perte de la chaleur minimum le soir. De l'autre côté, la même fenêtre doit être protégée pour réduire le gain de Chaleur par radiation solaire pendant le jour en été, mais qui autorise la dissipation thermique pendant la nuit.

Pour résoudre ce problème, l'occultation mobile peut être utilisée, où la fenêtre peut complètement être ombragée pendant l'été, mais aussi peut être exposée à la radiation solaire en hiver.

Le rôle de la ventilation est principalement associé aux heures de nuit. En périodes chaudes, les températures externes sont habituellement inférieures le soir que les températures internes, donc c'est possible d'utiliser l'air la nuit pour refroidir la structure du bâtiment.

Comme expliqué par **BALARAS en1996**: « *L'air de ventilation augmente les pertes de la chaleur convective des éléments de la masse et dissipent la chaleur restituée vers l'extérieur où la température est inférieure.* » [7]

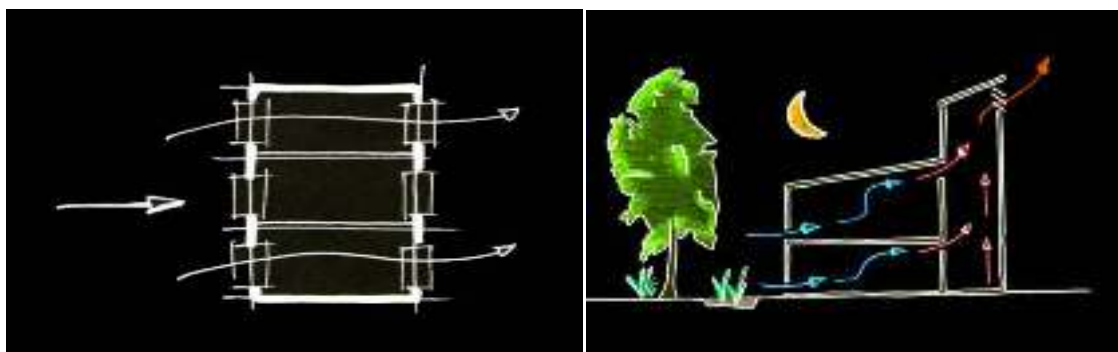


Fig1.6.schéma d'une ventilation nocturne

La ventilation est déjà optimisée c'est-à-dire qu'elle suit le scénario d'occupation, la différence sera flagrante comme le démontre les études qui ont été faites par **CORBELA et CORNER en 2002** qui disent qu'à travers la ventilation nocturne, la consommation Journalière de climatisation peut être réduite de cinq fois.

La ventilation nocturne de l'habitat permet donc de rafraîchir la structure du bâtiment et d'éviter ainsi des surchauffes durant la journée.

Ce dernier doit donc permettre de profiter du potentiel de rafraîchissement lié à la ventilation nocturne.

Dans l'habitat, la possibilité de ventiler la nuit ne peut être envisagée que si l'environnement le permet. Ainsi, en zone bruyante (rue à fort trafic, voie ferrée, aéroport...), il n'est pas toujours possible d'ouvrir les fenêtres sans pénaliser le confort acoustique. De la même façon, lorsque le risque d'effraction existe, il est également impossible de maintenir les fenêtres ouvertes la nuit sauf si elles sont barreaudées. La multi exposition des façades permet d'obtenir des débits de renouvellement de l'air – et donc un rafraîchissement – plus importants dans le bâtiment. [2]

- **La ventilation nocturne d'été**, souvent appelée "**free Cooling**" consiste à refroidir un bâtiment par convection et de stocker du froid pour assurer le confort thermique en journée .pour optimiser son efficacité le bâtiment ne doit pas être

Ventilé durant la journée afin de ne pas laisser rentrer de l'air plus chaud .il doit également bénéficier de protection solaire adapter pour réduire au maximum les apports solaires .de plus, la structure du bâtiment doit permettre le stockage de froid grâce a une bonne inertie et dispose une bonne isolation [1]

On parle de ventilation de jour ou de nuit :

- **Le free cooling diurne** consiste à sur ventiler les locaux avec de l'air extérieur plus frais que l'air intérieur(le jour)
- **Le free cooling nocturne** consiste à rafraîchir les bâtiments la nuit grâce à de l'air extérieur.

Et On parle de ventilation en été et en hiver

- **En hiver**, pour aérer l'habitat
- **En été**, une ventilation nocturne peut décharger le bâtiment de la chaleur accumulée en journée, [1]

Selon une étude réalisée au Royaume-Uni ce procédé permet jusqu'à 40% d'économie d'énergie si le bâtiment est optimisé pour une ventilation naturelle

### **1.5. Objectif de la ventilation**

La ventilation dans les bâtiments est un élément essentiel de leur conception. Elle fait l'objet d'une succession de normes algériennes et européennes.

Nous pouvons citer la norme algérienne

Dans ce document, la ventilation vise la préservation de la santé des occupants et la préservation de l'intégrité du bâtiment avec des contraintes sur le confort thermique, la durabilité, la sécurité incendie, le bruit et l'utilisation d'énergie. Pour le bâtiment, une ventilation bien conçue limite les risques de condensation, de sécheresse, de moisissure, de champignons, d'acariens de poussière et de condensation interstitielle. Pour la santé de l'occupant, elle limite les concentrations de monoxyde de carbone, de dioxyde de carbone, de germes, de microorganismes, de formaldéhydes et de composés organiques volatils.

Les objectifs cités dans ces documents sont les objectifs « historiques » de la ventilation en Algérie :

- l'élimination des polluants naturels (issus de l'ameublement, des matériaux de construction, des produits de nettoyage, les odeurs, le CO<sub>2</sub> métabolique et la vapeur d'eau) ;
- l'élimination des polluants spécifiques émanant de sources locales identifiables telles que les odeurs de toilettes, odeurs de cuisine, vapeur d'eau provenant de la cuisine ou de la toilette, fumée de tabac dans l'environnement, produits de combustion provenant d'appareils à combustible ;
- l'alimentation en air neuf pour les occupants ;
- le contrôle de l'humidité intérieure pour éviter une atmosphère trop sèche et éviter moisissure ou condensation ;
- la fourniture d'air pour les appareils à combustible. [6]



## **1.6. L'état de l'art**

Plusieurs chercheurs se sont intéressés à cette technique en utilisant différentes méthodes et en étudiant différents paramètres qui peuvent contribuer au rafraîchissement passif.

La grande majorité des études, essentiellement menées dans l'habitat tertiaire, ont mis en évidence la corrélation entre le niveau insuffisant de ventilation et l'accroissement du risque d'apparition de symptômes et perception d'une mauvaise qualité de l'air.

Les études réalisées sur le rafraîchissement passif en Algérie sont généralement incluses dans les études de l'efficacité énergétique ; ces derniers sont nombreux ; on cite quelques unes :

### **Sébastien wullents : étude numérique de la ventilation naturelle [1]**

Ce projet était principalement focalisé sur le confort pendant les saisons chaudes dans les climats tempérés du Sud de la France ou dans les climats chauds et humides, Il proposait de renouer avec une solution traditionnelle pour limiter l'utilisation des systèmes actifs pour le rafraîchissement

### **CHERIF : Rafraîchissement passif par ventilation naturelle [2]**

La problématique qu'il a posée est alors la suivante : Comment évaluer l'impact d'une solution de rafraîchissement passif sur le comportement thermique d'un bâtiment grâce aux outils de modélisation thermique dynamique avec pour but d'améliorer le confort d'été sans avoir recours à la climatisation ?

La ventilation nocturne peut contribuer à maximiser l'effet de la

Climatisation passive par la masse thermique. Lorsque la température extérieure baisse suffisamment, la ventilation nocturne permet d'abaisser la température des espaces intérieurs, d'augmenter le flux thermique masse-air et de transférer la chaleur vers l'extérieur. La masse thermique ainsi refroidie agit le lendemain comme un climatiseur naturel

### **MOULAY Redouane : L'impact de la ventilation nocturne sur l'amélioration du confort thermique dans les ambiances extérieures et intérieures des Ksour : "Cas d'étude Ksar Zgag EL Hadjaj Laghouat [3]**

La recherche proposée pour cette thèse s'articule principalement autour des problématiques liées à l'impact de l'environnement et le tissu Ksourien sur le confort thermique au plan intérieur et extérieur

Ce travail de recherche vise à étudier par le biais de l'expérimentation en soufflerie et /ou de la simulation numérique,

A ce titre, le travail par simulation numérique sera élaboré pour trouver les meilleures solutions qui favorisent la ventilation naturelle

### **2005 Leila Gharbi : Modélisation des échanges thermo-aérauliques dans les bâtiments [4]**

. Dans ce contexte, il a développé un code de calcul tridimensionnel, modulaire, des échanges thermo-aérauliques couplés en régime dynamique. Le modèle aéraulique est fondé sur une modélisation zonale en température et pression. Cette approche est un compromis entre les modèles de type CFD très détaillés et les codes en pression simplifiés. Le modèle d'enveloppe repose sur le couplage de modèles modaux réduits pour le calcul des flux conductifs. Cette méthode permet de décrire de manière précise le comportement dynamique d'un bâtiment à l'aide d'un système d'ordre peu élevé et de modéliser finement les transferts de chaleur à travers des parois de géométrie complexe. Ces deux modèles ont été validés par comparaison avec des résultats numériques et expérimentaux. Leur couplage a été mis en œuvre par une stratégie de connexion itérative. Les résultats de simulation ont montré que le code thermo-aéraulique couplé décrit de manière satisfaisante le champ des températures et les mouvements d'air dans une pièce d'habitation. Son couplage avec un modèle de confort a permis d'évaluer l'influence de la ventilation nocturne sur la qualité thermique d'un local soumis à des conditions météorologiques caractéristiques de la saison chaude tunisienne.

### **Adrien DHALLUIN: Etude de stratégies de ventilation pour améliorer la qualité environnementale intérieure et le confort des occupants en milieu scolaire [5]**

Notre contribution porte également sur la connaissance des mécanismes du confort humain, en particulier ses réactions adaptatives, en définissant les conditions favorables au confort et en proposant des modèles prédictifs du confort global, de l'ajustement personnel, ainsi que du contrôle individuel de l'ambiance par les occupants. Ces résultats ont notamment pour vocation d'améliorer la prise en compte des interactions entre les occupants et leur environnement dans les simulations numériques et pourraient également servir de base au développement d'une stratégie de ventilation optimisée. Au niveau numérique, nous proposons des simulations annuelles de quatre stratégies de ventilation,

## Chapitre 2 :

### Présentation de projet

#### 2.1. Introduction :

Ce mémoire consiste à faire une étude sur l'influence de la ventilation nocturne sur un habitat individuel

On a choisie quatre sites, un site dans la région nord (Blida) et l'autre dans la région sud (Ouargla), et un site dans la région littorale (Alger) et un site dans la région du haut plateau (Djelfa)

Dans ce mémoire on va calculer le bilan énergétique de cet habitat, puis on va étudier l'influence de la ventilation nocturne sur le confort on utilise logiciel pléiade- Comfie

#### 2.2. Présentation du l'habitat étudié

Une maison individuelle composée de quatre chambres, un séjour, une salle de bain, une

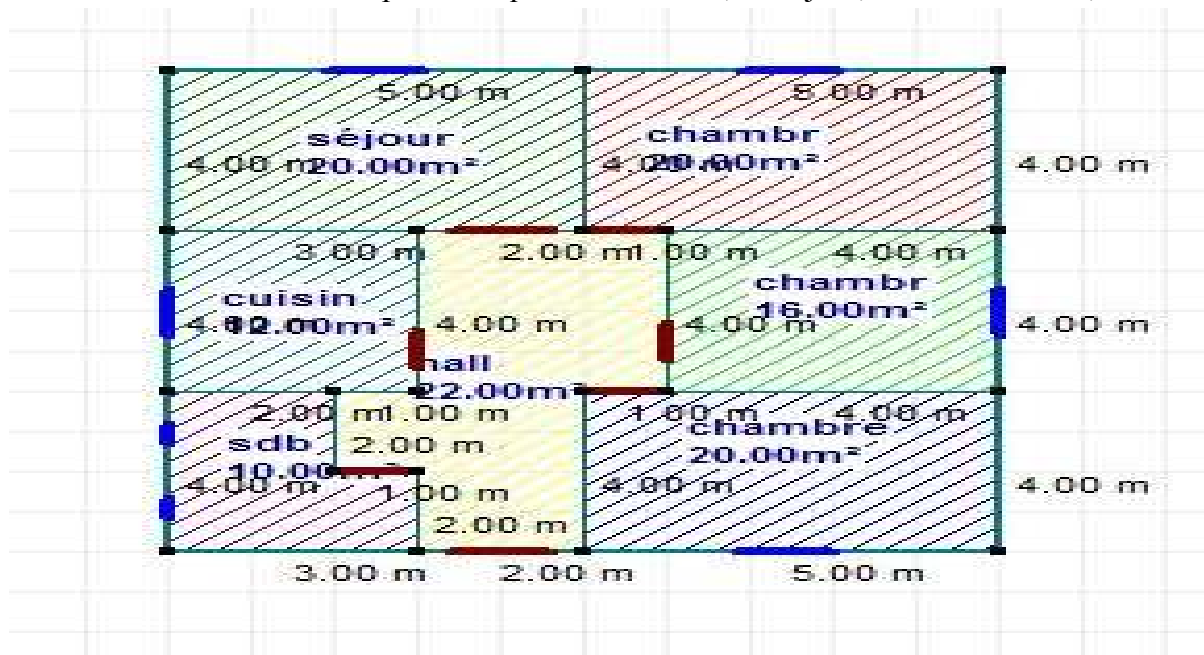


Fig. 2.1 : l'habitat à étudier

Le volume de chaque pièce est :

Chambre1 = 56. m<sup>3</sup>      Chambre2 = 44.8 m<sup>3</sup>      Chambre3 = 56m<sup>3</sup>      Séjour= 56m<sup>3</sup>  
hall=53m<sup>3</sup>      Sdb=25.2m<sup>3</sup>      Cuisine=39m<sup>3</sup>

La surface totale de l'habitat est environ de 120m<sup>2</sup>

## 2.3. Caractéristiques du site

### Caractéristiques climatique

Les caractéristiques climatique de notre site est donnée par le logiciel **météonorm7**: est une référence complète météorologique. Il vous donne accès à des données météorologiques pour divers applications pour n'importe quel endroit dans le monde.

On définit pour l'Algérie les zones suivantes

**La zone A** : elle correspond le littorales

**La zone B** : elle correspond la plein et les vallées compris entre les chaines côtières et l'atlas tellien

**La zone C** : elle correspond les hauts plateaux

**La zone D** : elle correspond le Sahara

## 2.4. Les données climatiques des sites choisis

Dans notre étude nous avons prés 4 sites déférents de caractéristiques différents

### ➤ ALGER :

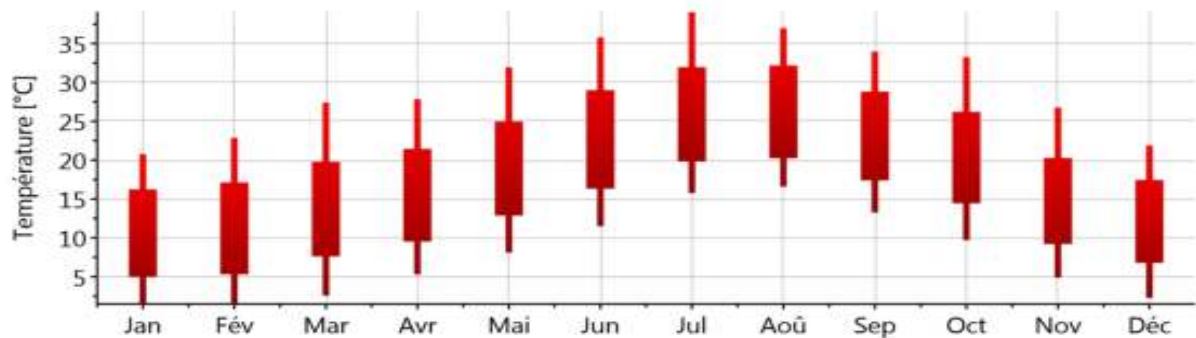
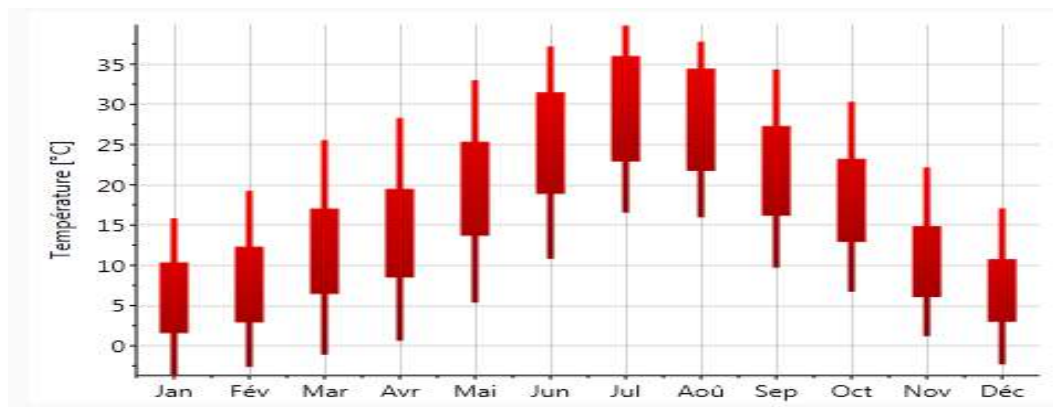


Fig2.2. Température mensuelle d'Alger

**Tableau2.1.** vitesse de vent d'Alger

MOIS	V(ms)	MIOS	V(ms)
JAN	2.4	JUIL	3.1
FEV	2.5	OUT	2.9
MAR	2.7	SEPT	2.8
AVR	3	OCT	2.3
MAI	3	NOV	2.5
JUI	3.1	DEC	2.6

➤ **DJELFA :**

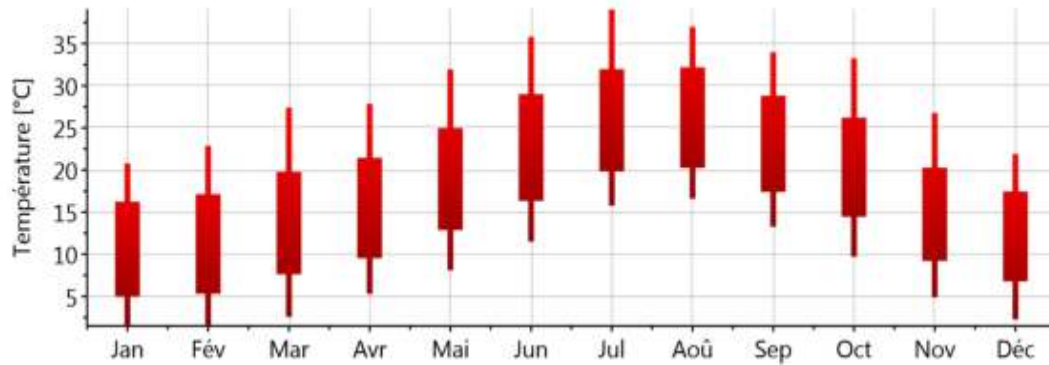


**Fig2.3.** Température mensuelle de Djelfa.

**tableau2.2 :** vitesse de l'air de Djelfa

MOIS	V(ms)	MIOS	V(ms)
JAN	4.1	JUIL	4.5
FEV	4.5	OUT	4.3
MAR	5	SEPT	4.1
AVR	5.7	OCT	4.4
MAI	5	NOV	4.4
JUI	4.6	DEC	4.5

➤ **BLIDA**



**Fig2.4.** Température mensuelle de Blida

**Tableau2.3 :** vitesse de l'air de Blida.

MOIS	V(ms)	MIOS	V(ms)
JAN	2.4	JUIL	3.1
FEV	2.5	OUT	2.9
MAR	2.7	SEPT	2.8
AVR	3	OCT	2.3
MAI	3	NOV	2.5
JUI	3.1	DEC	2.6

➤ **OUARGLA**

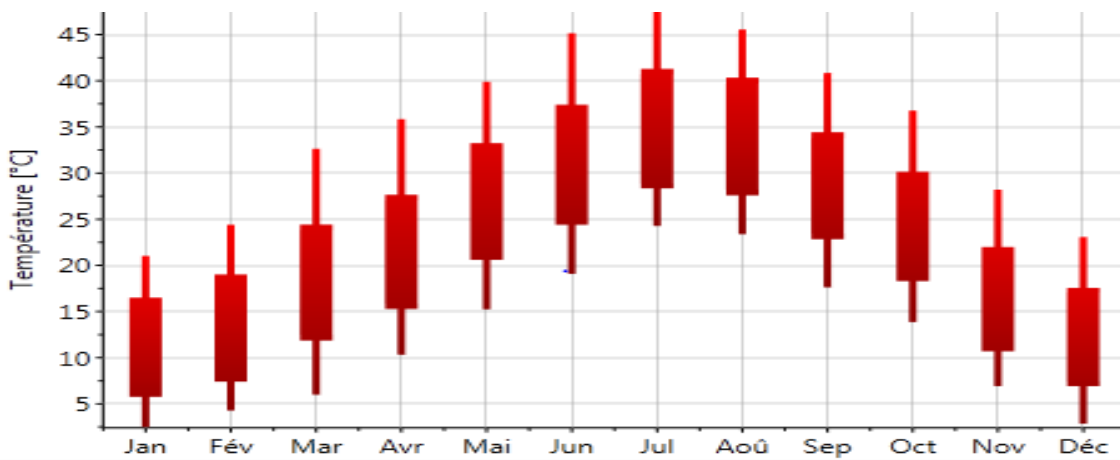


Fig2.5. Température mensuelle d'Ouargla

Tableau2.4 : vitesse de l'air d'Ouargla

MOIS	V (ms)	MIOS	V(ms)
JAN	2.1	JUIL	3.4
FEV	2.5	OUT	3.1
MAR	3.3	SEPT	3
AVR	4	OCT	2.2
MAI	4.1	NOV	2
JUI	3.6	DEC	2.3

## 2.5. Composition des parois de l'habitat :

Tableau2.5 : Composition des parois de l'habitat

Désignation Et Représentation	Composition	Epaisseur(m)	$\lambda$ (W/m. °c)	R (m <sup>2</sup> . °c/W)
<b>Paroi Extérieur</b>	1. Mortier	0.02	1.4	0.014
	2. Brique creuse	0.10	0.48	0.21
	3. Polystyrène	0.05	0.046	1.08
	4. Brique creuse	0.10	0.7	0.21
	5. Plâtre	0.02	0.35	0.06
<b>Paroi Intérieure</b>	1. Plâtre	0.02	0.35	0.06
	2. brique creuse	0.10	0.48	0.21
	3. plâtre	0.02	0.35	0.06
<b>Plancher Haut</b>	1. plâtre	0.015	0.35	0.04
	2. hourdis	0.16	1.14	0.14
	3. béton	0.10	1.75	0.02
	4. polystyrène	0.10	0.046	2.17
<b>Plancher bas</b>	1. Béton	0.15	1.75	0.085
	2. mortier	0.02	1.4	0.014
	3. Carrelage	0.02		

### Les caractéristiques des ouvrants :

**Les fenêtres :** Les fenêtres utilisées dans notre habitat sont des fenêtres en bois avec un simple vitrage

	Cadre 30%	Vitrage 70%	Cadre+ vitrage 100%
<b>Facteur solaire</b>	-	0.90	0.63

**Les portes :** Les portes utilisées dans notre habitat sont des portes en bois opaque, avec Coefficient U (w/m<sup>2</sup>.k)= 5.00

<b>Coefficient (w/m<sup>2</sup>.k)</b>	U 3.00	4.95	4.36
--	--------	------	------



## 2.6. Le bilan thermique de l'habitat :

### 2.6.1. Les apports à travers les parois opaques :

$$APO(t) = 1.2 * K_{ete} * S_{int} * \Delta te(t) \dots\dots\dots 1(DTR)$$

$K_{ete}$  : est le coefficient de transmission

$S_{int}$  : surface totale de la paroi

$\Delta te(t)$  : la différence équivalente de température a l'heur t

$$1/ K_{ete} = R_t + 1/h_i + 1/h_e \dots\dots\dots 1.1$$

$$\Delta te(t) = \Delta t_{es}(t) + c \Delta t_e + a/0.9 * [\Delta t_{em}(t) - \Delta t_{es}(t)] * I_{tb}/I_{tb(40)} \dots\dots\dots 1.2$$

### 2.6.2. Les gains à travers les parois intérieurs :

$$APO(t) = K_{ete} * S_{int} * [T_{sa} - T_{sb}] \dots\dots\dots 2$$

$T_{sa}$  : T Sèche de l'air intérieur du local adjacent

$T_{sb}$  : T Sèche de l'air intérieur du locale considéré

### 2.6.3. Les apports à travers les parois vitrées intérieure :

$$AVT = K_{ete} * S_{ouv} [(T_{se}(t) - C_{inc}) - T_{sb,l}] [W] \dots\dots\dots 3$$

$S_{ouv}$  : la surface de l'ouverture

$T_{se}$  : la température extérieure sèche a l'heure t

$T_{sb,l}$  : la température intérieure de local considéré

### 2.6.4. Les apports à travers la paroi vitrée extérieur :

$$AV(t) = AVT(t) + AVE(t) \dots\dots\dots 4(DTR)$$

$AVE(t)$  : les gains dus au rayonnement solaire à travers les parois vitrée extérieur

$$AVE(t) = [Sv_{ens} * I_t + (Sv - Sv_{ens}) * I_d] * FS * N_{pvi}(t) \dots\dots\dots 4.1$$

$Sv$  : surface total vitrée

$Sv_{ens}$  : surface vitrée ensoleillée

$I_t$ : rayonnement globale

$I_d$ : rayonnement diffuse

FS: factor solaire de vitrage

### 2.6.5. Les apports de chaleur interne :

On désigne par apports de chaleur internes, ou gains internes, les quantités de chaleur Dégagées sous forme latente ou sensible à l'intérieur des locaux conditionnés

Les apports de chaleur internes  $AI(t)$  à l'instant  $t$  sont donnés par la formule :

$$AL(t) = \sum_j (CS_j * AI_{s,j} * NA_{L,j}) + (\sum (CS_j * AL_{L,j})) \dots \dots 5(DTR)$$

- $AI_{s,j}$  : (en W) représente la partie sensible de l'apport interne  $j$
- $AI_{L,j}$  : (en W) représente la partie latente de l'apport interne  $j$
- $CS_j$  : est le coefficient de simultanéité relatif à l'apport interne  $j$
- $NA_{L,j}$  : est le coefficient d'amortissement relatif à l'apport interne  $j$

### 2.6.6. Gains dus aux occupants :

Degré d'activité	Exemple d'application	Température sèche du local (°C)									
		28		27		26		24		21	
		Apports sensibles (Sen) et latents (Lat) en W/pers.									
		Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat
Assis, repos	Classe, salle de spectacle	51	51	57	45	62	40	67	35	76	27
Assis, travail très léger	Logement, bureau, hôtel, amphithéâtre	52	79	58	73	63	69	71	60	83	49
		52	94	58	88	64	83	74	72	85	62
Debout, marche	Magasin, accueil	60	102	66	96	72	91	82	80	93	70
Travail léger	Atelier, usine	56	164	64	156	72	148	86	134	107	113
Travail assez pénible	Atelier, usine, salle de sport	79	214	88	205	97	197	112	181	135	158
Travail pénible	Atelier, usine, salle de sport	131	293	136	288	142	283	154	271	177	248

Tableau 5.3. : Gains dus aux occupants

### 2.6.7. Gains dus aux machines électriques :

Tableau 2.7 : Gains dus aux machines électrique(DTR)

Appareils	Gains à admettre (en W)		
	Sens.	Lat.	Total
<b>Appareils Ménagers</b>			
Four électrique	3000	610	3610
Four micro-onde	1400	-	1400
Cuisinière électrique	3000	1500	4500
Plaque chauffante ( $W_n = 500$ W)	500	280	780
Plaque chauffante ( $W_n = 1000$ W)	1000	560	1560
Télévision	150	-	150
Réfrigérateur (100 l)	100	-	100
Réfrigérateur (200 l)	175	-	175
Machine à laver (3 kg)	3000	1500	4500
Machine à laver (5 kg)	6000	3000	9000
Télévision	150	-	150
<b>Appareils de restaurants</b>			
Percolateurs avec chauffe-eau 2 percolateurs, 2 litres d'eau 4 percolateurs, 4 litres d'eau	400 1800	140 350	540 2150
Table chauffante (par m <sup>2</sup> de surface) avec chauffe-assiette sans chauffe assiette	2200 1750	1110 1180	3310 2930
Grille-pain	1900	760	2510
Gril à viandes (250 à 300 mm)	1750	620	2370
Friteuse 5 l d'huile	1200	690	1890
10 l d'huile	3000	1660	4660
Sorbetière Capacité : 50 kg/jour	2730	-	2730
Capacité : 100 kg/jour	1880	-	1880
Four micro-ondes	2630	-	2630

### 2.6.8. Gains dues aux l'éclairage :

Les appareils d'éclairage constituent une source de chaleur sensible

$$AL = \sum (W_n * C_{me} * C_{er}) \quad [W] \dots \dots \dots 6(DTR)$$

-  $W_n$  : (en W) est la puissance nominale de l'ampoule ou du tube fluorescent ;

-  $C_{me}$  : est un coefficient de majoration ; il est égal à :

□ 1,2 pour les lampes à incandescence,

□ 1,25 pour les tubes fluorescents ;

$C_{er}$  : est le pourcentage de chaleur résiduelle correspondant à la part d'énergie restant dans la salle

**Tableau2.8 : Gains dus aux l'éclairage(DTR)**

Désignation du local Ou genre d'activité	Intensité lumineuse Recommande (lux)	Puissance dégagée des lampes Ou des tubes (w/m <sup>2</sup> )	
		Lampes incandescence	Lampes à fluorescentes
Entrepôt, pièces d'habitation, théâtre	120	25	8
Bureaux, salle de cours	250	55	16
Salles de lecture, laboratoires, magasins	500	110	32
Montages fins, ateliers, supermarchés	750	170	50
Dessin industriel, grands bureaux salle d'opération	1000	-	65
Locaux industriels montages très fins	1500	-	100

### 1.6.9. Les gains due aux appareille a gaz :

- Les appareils à gaz sont une source de chaleur sensible et latente.  
Les apports sensibles et latents  $AL_s$  et  $AL_l$  dus aux appareils à gaz sont donnés par

$$AL_s = Q_{vn} * PC_{sup} \quad [W] \dots\dots\dots 7$$

$$AL_l = Q_{vn} * N_{vap} * 2498.103 \quad [W] \dots\dots\dots 8$$

- $q_{vn}$  :(en m/s) est le débit nominal de l'appareil,
- $PC_{sup}$  :(en J/m<sup>3</sup>) est le pouvoir calorifique supérieur du combustible
- $m_{vap}$  :(en kg/m<sup>3</sup>) est la masse d'eau apportée par la combustion du gaz,
- 2498 103 :(en J/kg) est la chaleur latente de condensation de la vapeur d'eau.

### 1.6.10. Les gains par évaporation :

L'évaporation est une source de chaleur latente.

Les gains latents, en W/m<sup>2</sup> de surface, provenant de l'évaporation d'un plan d'eau (Piscines, bassin, plonge de restaurant, etc.) Sont donnés par la formule suivante :

$$Al_l = 0.0935 * [PS_{eau} - PP_i] \quad w/m^2 \dots\dots\dots 9 \text{ (DTR)}$$

- PS<sub>eau</sub> : (en Pa) désigne la pression de vapeur saturante de la couche d'air en contact avec le plan d'eau (et donc à la même température)

- PP<sub>i</sub> : (en Pa) désigne la pression partielle de vapeur d'eau de l'air Ambiant.

Température de l'eau (°C)	24	35	50	65	80	95
Gains latents (W/m <sup>2</sup> ) Air ambiant : 24°C, 50%	140	387	1015	2198	4283	7750
Gains latents (W/m <sup>2</sup> ) Air ambiant : 27°C, 50%	113	360	988	2171	4256	7733

**Tableau2.9** : Gains latents par évaporation(DTR)

## Chapitre 3 :

### Présentation d'outil de simulation

#### 3.1. Introduction :

L'étude thermique des bâtiments a longtemps reposé sur une modélisation statique des phénomènes. Dans un contexte énergétique mondial tendu, la réalisation de bâtiments énergétiquement performants est un enjeu majeur des prochaines décennies, pour réussir à relâcher la pression qui pèse sur l'énergie et le climat. Or, le comportement thermique du bâtiment met en jeu de nombreux phénomènes physiques dynamiques dont certains effets, négligeables dans un bâtiment traditionnel, deviennent déterminants dans un bâtiment très isolé. C'est pourquoi, la simulation thermique dynamique est aujourd'hui un outil incontournable pour la recherche, le développement et la conception de bâtiments peu consommateurs d'énergie.

Dans ce chapitre, nous allons présenter le logiciel d'étude, faire un modèle du logement, rentrer le fichier de donnée météorologique, intégrer le concept proposé et les scénarios de fonctionnements.

Les outils de simulations énergétiques permettent la simulation du comportement thermique d'un bâtiment, en lien éventuel avec les questions de confort acoustique et d'éclairage.

De tels outils calculent les besoins énergétiques nécessaires au maintien du confort thermique (chauffage, rafraîchissement), voire l'ensemble des besoins énergétiques. Au-delà de l'aspect énergétique, certains logiciels évaluent les impacts environnementaux liés au bâtiment sur la totalité de son cycle de vie.

#### 3.2. Présentation des modélisations réalisées :

La base de réflexion de ce travail de fin d'études a été la modélisation de systèmes de ventilation nocturne sur un bâtiment d'étude. Il a donc fallu faire le choix des logiciels testés, du bâtiment à modéliser et des critères d'évaluation des systèmes.

### 3.2.1. Logiciels testés :

Le choix des logiciels testés devait se faire parmi les logiciels couramment utilisés par les bureaux d'études et les architectes. Un des objectifs de ce travail de fin d'études était en effet d'évaluer les capacités de ce type de logiciels.

Le choix des logiciels s'est donc porté vers **Pléiades+Comfie** et **METEONORME**, deux logiciels permettant d'effectuer des calculs dynamiques et climatique. Ils n'utilisent pas directement des équations de la mécanique des flux, mais des équations simplifiées qui permettent de réduire considérablement les temps de calcul.

**Pléiades+Comfie** est un logiciel qui a été développé à la fin des années 80 par l'école des Mines de Paris par *Peu portier* et *Blanc Sommer eux* pour faire face aux besoins de modélisation. L'interface utilisateur a été réalisée par la société *Gefosat*, et aujourd'hui mise à jour en suivant l'évolution du logiciel par la même société renommée **Izuba Energies**.

Pleiades correspond en fait à l'interface utilisateur et Comfie au moteur de calcul. Nous utiliserons parfois au cours de ce rapport simplement l'appellation Pléiades pour le logiciel mais il s'agira bien évidemment de Pléiades + Comfie. C'est un logiciel assez répandu puisqu'en 2009, 700 licences étaient délivrées.

Notons également que ces deux logiciels sont mis à jour régulièrement, notamment avec l'insertion de nouveaux modules. Le développement de ces logiciels ne se fait généralement que lorsque des thésards peuvent y travailler ou lorsque des investisseurs privés peuvent financer la recherche.

**Pléiades + Comfie** est intégré à un ensemble de logiciel interfacé complet facilitant la saisie rapide de toutes les caractéristiques du bâtiment, de ses équipements et de ses scénarios de fonctionnement, d'une part, et chaîné à un calcul d'analyse de cycle de vie du bâtiment, d'autre part.

**Le pack "Stations Météonorm"** vous donne accès à plus de 220 stations météorologiques supplémentaires (dont 144 en France) directement utilisables par [PLEIADES](#) pour réaliser vos simulations thermiques dynamiques dans les conditions les plus proches possibles du site de votre projet.

Ces données météo ont été générées par le logiciel [Météonorm](#) dans sa version 7, lui-même développé par la société suisse *Météotest*.



Fig. 3.1. Interface de METEONORM

### 3. 2.2. Présentation générale de l'outil de simulation « le logiciel PLEIADES + COMFIE » :

#### *Pourquoi la simulation thermique dynamique ?*

La simulation thermique dynamique simule au pas de temps horaire le métabolisme du bâtiment en fonction de la météo, de l'occupation des locaux,...

Au final, on accède aux températures, aux besoins de chauffage/climatisation, aux apports solaires...heure par heure dans les différentes zones prédéfinies du bâtiment. La STD permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, le comportement des usagers, la stratégie de régulation et de mener les études de sensibilités afférentes. La STD permet donc d'identifier et de quantifier l'impact des différentes fuites énergétiques (ponts thermiques, infiltration, ventilation...) afin de valider les concepts et solutions techniques retenues

#### 3.2.3. Une analyse pertinente :

Une STD est nécessaire en phase de conception d'un projet de construction, afin de valider les objectifs de faible consommation. Elle l'est aussi dans l'existant quand il s'agit d'établir une stratégie de rénovation. Dans ce dernier cas, on réalise une série de STD pour tester différentes solutions techniques à tout niveau (enveloppe, ventilation, chauffage, vitrage, équipement...)



On peut trouver l'optimum entre performances et retour sur investissement, et établir une stratégie de rénovation énergétique permettant d'atteindre la performance énergétique avec un temps de retour minimal.

### **Pleiades + Comfie**

Le logiciel Pleiades + Comfie est développé par le Centre d'énergétique de l'Ecole des Mines de Paris, il intègre plusieurs bibliothèques de données thermiques sur les matériaux et les éléments constructifs, les menuiseries, les états de surface, les albédos et les écrans végétaux.

Le logiciel comprend aussi des bibliothèques de modes de gestion du bâtiment étudié selon un scénario horaire pour une semaine-type (occupation, apports internes, températures de consigne de chauffage ou de climatisation, gestion des occultations).

Chaque ouverture vitrée peut être affectée d'un masque intégré à la construction (évent, brise-soleil etc.). Les masques lointains (relief, autres bâtiments), les obstacles à l'ensoleillement à proximité de chaque paroi (arbre, masques architecturaux) sont également pris en compte.

Le logiciel de simulation thermique utilisé par IZUBA Energies, Pléiade Comfie, nécessite, comme données d'entrées météorologiques, les valeurs horaires des températures et du rayonnement

### **3.2.4. L'interface Pléiades+ Comfie :**

Les ventilations extérieures sont définies pour chaque zone par un scénario hebdomadaire et horaire. Il est également possible de prendre en compte différents types de ventilation interne entre les pièces : ouverture de porte avec indication de la fréquence d'ouverture ou d'une régulation, orifices de ventilation, ventilation mécanique inter zones, mur Trombe.

Les zones peuvent être à évolution libre (température flottante), ou bien thermo-statées (avec une consigne de chauffage et une consigne de climatisation hebdomadaire et horaire).

Dans ce dernier cas les puissances de chauffe et de rafraîchissement nécessaires pour maintenir la température souhaitée sont calculées à chaque pas de la simulation. Pour chaque zone, il est aussi possible de définir la puissance de l'équipement de chauffage et de refroidissement, l'efficacité de l'échangeur récupérateur (en ventilation double flux) et la position du thermostat (qui peut être dans une autre zone).

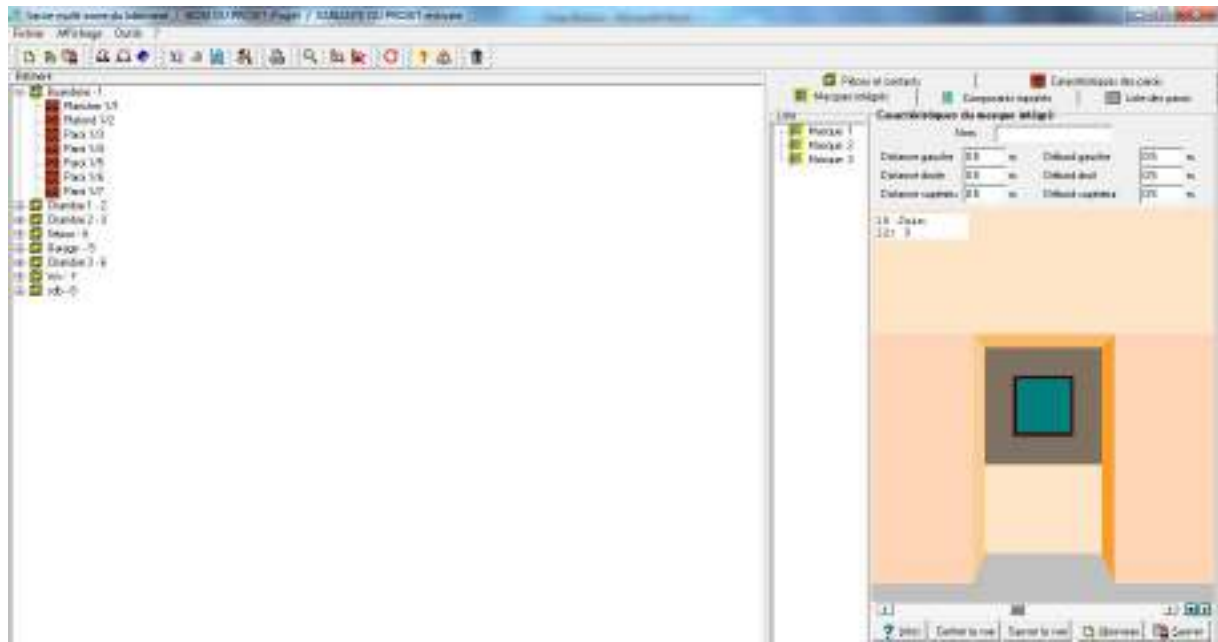


Fig3.2. L'interface de PLEIADES

### 3.3. Bâtiment modélisé et son comportement de référence :

On travaille sur l'optimisation du fonctionnement et le concept d'une maison pour des familles dont l'évolution de la maison serait conjointe à celle de la taille de la famille (4personnes).

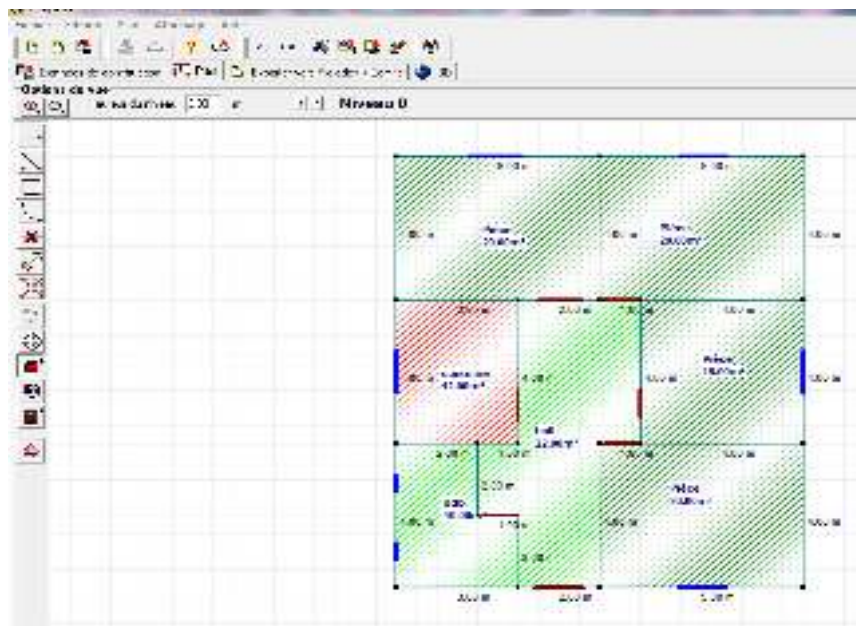


Fig12. Plan en 2d sur ALCYONE

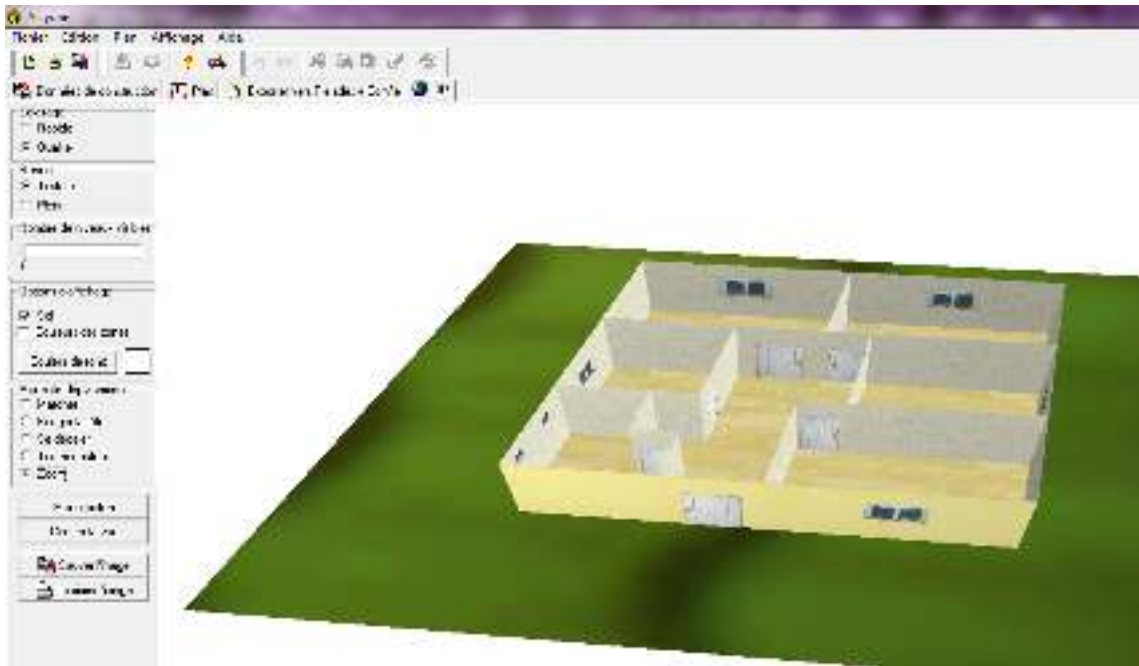


Fig3.4. Plan en 3d sur Alcyone

Trois zones ont été définies : le séjour et les 3 chambres considérées comme la zone de confort, la salle de bain, WC. La cuisine comme la zone d'inconfort et l'hall. Ce découpage permet d'associer à chaque zone une température de consigne, un scénario d'occupation, une puissance dissipée et un scénario de ventilation.

-Pour les menuiseries, nous avons fait le choix d'une menuiserie en bois avec les caractéristiques suivantes :

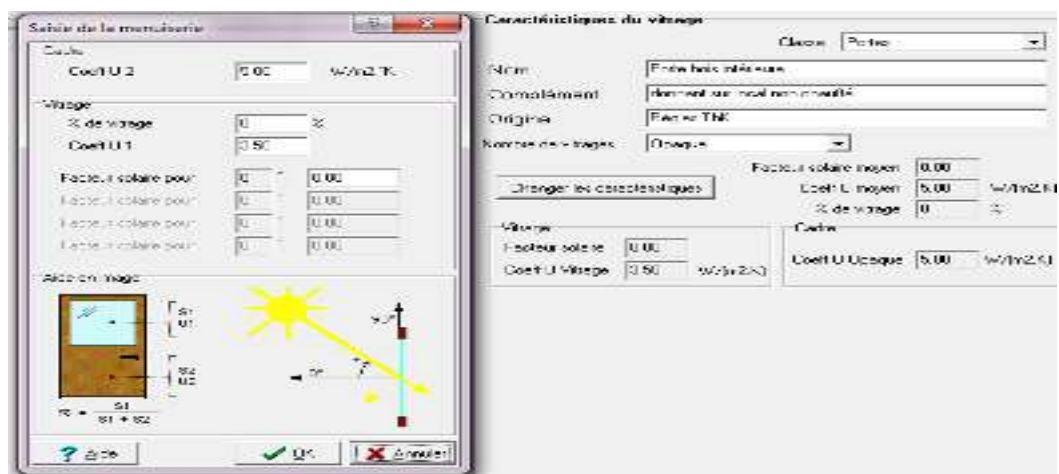


Fig3.5. Les caractéristiques des portes

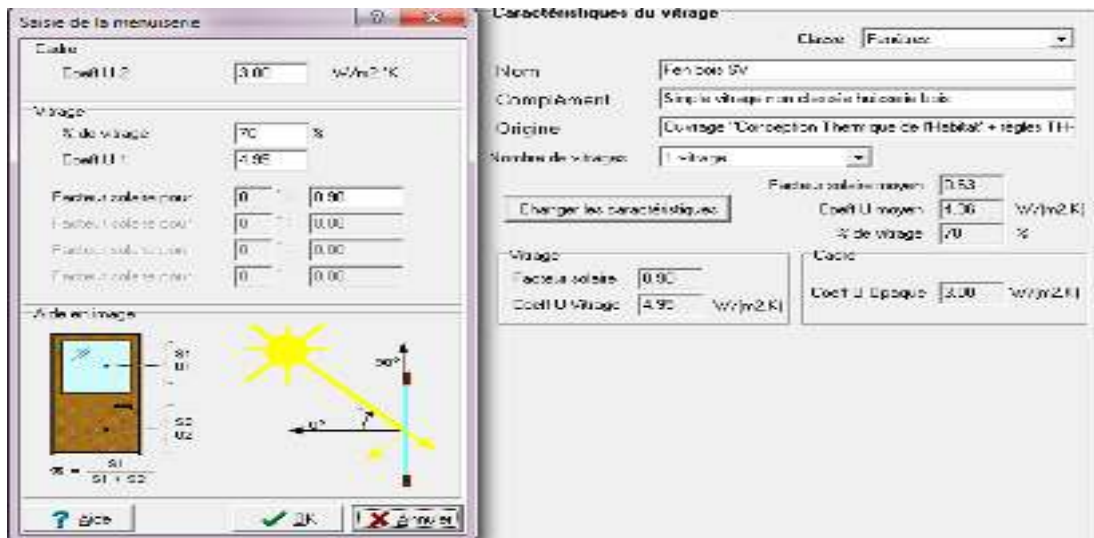


Fig3.6 .Les caractéristiques des fenêtres

### 3.4. Température de consigne :

#### 3.4.1. Consigne de chauffage :

La température de consigne de chauffage correspond à la température minimale acceptable dans le bâtiment : elle a été fixée à 20°C

Day	Month	Start	End	Temp 1	Temp 2	Temp 3	Temp 4
01/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
02/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
03/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
04/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
05/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
06/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
07/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
08/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
09/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
10/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
11/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
12/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
13/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
14/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
15/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
16/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
17/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
18/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
19/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
20/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
21/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
22/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
23/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
24/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
25/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
26/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
27/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
28/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
29/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
30/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20
31/01	01	06:00	18:00	20	20	20	20

Fig3.7.scenario de consigne de chauffage

### 3.4.2. Consigne de climatisation :

La température de consigne de rafraîchissement correspond à la température maximale acceptable : elle a été fixée à 25°C

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi	Dimanche
0H	25	25	25	25	25	25	25
1H	25	25	25	25	25	25	25
2H	25	25	25	25	25	25	25
3H	25	25	25	25	25	25	25
4H	25	25	25	25	25	25	25
5H	25	25	25	25	25	25	25
6H	25	25	25	25	25	25	25
7H	25	25	25	25	25	25	25
8H	25	25	25	25	25	25	25
9H	25	25	25	25	25	25	25
10H	25	25	25	25	25	25	25
11H	25	25	25	25	25	25	25
12H	25	25	25	25	25	25	25
13H	25	25	25	25	25	25	25
14H	25	25	25	25	25	25	25
15H	25	25	25	25	25	25	25
16H	25	25	25	25	25	25	25
17H	25	25	25	25	25	25	25
18H	25	25	25	25	25	25	25
19H	25	25	25	25	25	25	25
20H	25	25	25	25	25	25	25
21H	25	25	25	25	25	25	25
22H	25	25	25	25	25	25	25
23H	25	25	25	25	25	25	25
24H	25	25	25	25	25	25	25

Fig3.8.scénario de consigne de climatisation

### 3.5. Scénario de ventilation :

La ventilation naturelle est une stratégie passive, sans moyen mécanique, de maintenir un environnement intérieur confortable. Un des moyens déjà utilisés auparavant dans l'architecture traditionnelle exploitée sous plusieurs formes et sur plusieurs plans. Les systèmes de ventilation doivent satisfaire des exigences d'hygiène, de confort, de respect de l'environnement et d'économie d'énergie.

°C	Lundi	Mardi	Mercredi	Judi	Vendredi	Samedi	Dimanche
01	100	100	100	100	100	100	100
02	100	100	100	100	100	100	100
03	100	100	100	100	100	100	100
04	100	100	100	100	100	100	100
05	100	100	100	100	100	100	100
06	100	100	100	100	100	100	100
07	100	100	100	100	100	100	100
08	100	100	100	100	100	100	100
09	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

Fig3.8: scenarios de ventilation

### 3.6. Les scénarios d'occupation :

Nous avons supposé que la maison était occupée par une famille de 4 personnes. Les déjeuné sont pris à la maison pendant la toute semaine sauf le vendredi.

De 7 h à 11h du matin la maison sera occupée par 2 personnes, Les chambres sont occupées nuit, le week-end (vendredi) la maison serais vide à partir de 9 h de matin jusqu'au 18h et samedi la maison sera occupée tout la journée (24h)

Et Pour les autres journées la maison sera occupée par une Personne de 8h a 16h

%	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
9 H	100	100	100	100	100	100	100
1 H	100	100	100	100	100	100	100
2 H	100	100	100	100	100	100	100
3 H	100	100	100	100	100	100	100
4 H	100	100	100	100	100	100	100
5 H	100	100	100	100	100	100	100
6 H	100	100	100	100	100	100	100
7 H	100	100	100	100	100	100	100
8 H	25	25	25	25	100	100	25
9 H	25	25	25	25	100	100	25
10 H	25	25	25	25	0	100	25
11 H	25	25	25	25	0	100	25
12 H	50	50	25	25	0	100	25
13 H	50	50	25	25	0	100	25
14 H	25	25	25	25	0	100	25
15 H	25	25	25	25	0	100	25
16 H	25	25	25	25	0	100	25
17 H	25	25	25	25	0	100	25
18 H	25	25	25	25	0	100	100
19 H	100	100	100	100	100	100	100
20 H	100	100	100	100	100	100	100
21 H	100	100	100	100	100	100	100
22 H	100	100	100	100	100	100	100
23 H	100	100	100	100	100	100	100
24 H	100	100	100	100	100	100	100

Fig3.9: Scenario de l'occupation

### 3.7. Scénario de la puissance dissipée :

- 7 lampes LED (10w) sont considérée allumée chaque heure
- 2 TV 2 démo
- 1 Pc
- une machine à laver (200 W) est en marche chaque vendredi
- une réfrigérateur (300w) marche tout la journée
- autres machines électrique (100w)



### 3.8. Vitesse de l'air et confort thermique :

L'expérience a montré que le mouvement de l'air, que ce soit un vent naturel ou généré par un ventilateur, a un impact direct sur le taux de refroidissement, celui-ci est proportionnel à la vitesse de l'air, car elle accélère les échanges de chaleur par convection et augmente l'évaporation à la surface de la peau.

Dans différentes conditions, chaque plage de vitesses de l'air correspond à une réaction subjective de la part de l'homme (Szokolay, et al. 1997) :

- 0,25 m/s** inaperçu.
- 0,25-0,50 m/s** agréable.
- 0,50 à 1,00 m/s** circulation d'air ressentie.
- 1,00 à 1,50 m/s** courants d'air.
- 1,50** courant d'air désagréable.

Toutefois, ces réactions dépendent de la température de l'air ainsi que du niveau d'activité (taux du métabolisme **MET**) et de l'habillement (coefficient **CLO**).

Ainsi, on remarque qu'à une température avoisinante les **29°C** et avec un **CLO** de l'ordre de **0.1**, une vitesse de l'air de **3m/s** peut s'avérer agréable, car elle accélère le rafraîchissement ce qui compense l'inconfort lié à cette température quand la vitesse de l'air est faible (> **1m/s**)

#### 3.8.1. Influence de la Vitesse de l'air sur la zone confort thermique :

Aucun mouvement d'air minimum n'est nécessaire pour assurer le confort thermique lorsque les températures se situent dans la zone de confort. La température opératoire peut, par contre, être augmentée jusqu'à **3 °C** au-dessus de la zone de confort si la vitesse de l'air est accrue au-dessus de 0,2 m/s, cette dernière ne devrait pas excéder 0,8 m/s. Il est préférable que la vitesse et la direction de l'air soient contrôlées par l'occupant

#### 3.8.2. Calcul des débits d'air nécessaires :

Une personne typique transpire environ 72 g d'eau par heure [ ].

$$\text{Débit nécessaire} = 72/R_{int}-R_{ext}$$

### 3.8.3. Définir le débit Minimal de la zone de confort (Chambres + Séjour):

Pour le débit de ventilation d'été, une étude faite par Dr.R.Kharchi et Dr. K.Imessad intitulé « *PASSIVE COOLING OF HOUSING BY NATURAL VENTILATION* » sur la maison prototype de soudania **CNERIB**.

L'étude montre que si les fenêtres sont complètement ouvertes le débit de ventilation sera : **0.80 vol/h**

### 3.9. Les taux de renouvellement d'air :

Il existe plusieurs références dans le monde en termes de normes relatives à la ventilation des logements, et plus particulièrement aux taux de renouvellement d'air (extraction et admission), qui est la priorité principale des textes de loi qui régissent la ventilation des édifices de par le monde. Mais ces dernières années, avec les enjeux de l'efficacité énergétique et de la durabilité, de nouveaux paramètres sont pris en considération. Ainsi, chaque pays adapte ces normes à son contexte (économique, politique). Nous allons survoler succinctement quelques lois qui constituent des références en la matière.

### 3.10. Réglementation :

#### 3.10.1. Contexte Algérien :

En Algérie, la seule référence normative en matière de ventilation naturelle dans les logements est le document technique réglementaire **DTR C3.31** intitulé " **la ventilation naturelle dans les locaux à usage d'habitation** ". Il s'inscrit dans la mise en application de la **loi 99-09** du 28 juillet, relative à la maîtrise d'énergie dans le secteur du bâtiment concrétisée par la promulgation le 24 avril 2000 d'un décret exécutif **n°2000-90** portant sur la réglementation thermique dans les bâtiments neufs.

Ce **DTR** s'inscrit dans une série de trois DTR qui ont été élaborés par le Centre National de la Recherche de l'Industrie du Bâtiment (**CNERIB**) dans le but d'offrir aux professionnels du bâtiment, notamment les architectes, des guides pour approcher les objectifs de l'efficacité énergétiques dans le bâtiment en Algérie.

Le **DTR C3.31** n'est destiné qu'aux constructions à usage d'habitation et a pour objet :



- Fournir les principes généraux à adopter lors de la conception des installations de ventilation naturelle.
- Fixer les méthodes de calcul permettant le dimensionnement de ces installations.
- Son contenu ne concerne pas les conduits de fumée d'évacuation des produits de combustion des appareils à gaz ainsi que les systèmes de désenfumages.

Nombre de pièces principales du logement	Cuisine	Salle de bains ou de douches commune ou non avec cabinets d'aisances	Autre salle d'eau	Cabinet
				unique
1	75	15	15	15
2	90	15	15	15
3	105	30	15	15
4	120	30	15	30
5 et plus	135	30	15	30

Fig3.10. Le débit d'air des différentes pièces

### 3.10.2. La réglementation internationale :

La réglementation internationale a connu plusieurs évolutions à travers le temps depuis l'arrêté de 1964, mais l'arrêté du 24 mars 1982 reste toutefois la référence en termes de ventilation dans les logements en France et introduit la notion de débit d'extraction selon le nombre de pièces, dont l'article 01 stipule que :

- L'aération des logements doit pouvoir être générale et permanente au moins pendant la période où la température extérieure oblige à maintenir les fenêtres fermées.
- La circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement par entrée d'air dans les pièces principales et sortie dans les pièces de service.
- L'air doit pouvoir circuler librement des pièces principales vers les pièces de service : le système de ventilation doit respecter le principe du balayage de l'air.

La réglementation en vigueur en France fortement marquée par la préoccupation d'économie d'énergie a conduit à des débits de renouvellement d'air bien inférieurs à ceux qui sont fixés

dans d'autres pays comparables. Par ailleurs, ces exigences sont traditionnellement fondées sur la seule occupation des locaux et les pollutions liées à cette occupation.

L'évolution de l'ASHRAE est significative quant à la prise en compte renforcée des pollutions liées au bâti. En logement, elle préconise, en effet, un double calcul du taux de renouvellement.

$$N \text{ (m}^3\text{/h)} = 27 \times \text{nombre de personnes} + 0,36 \times \text{surface du logement}$$

Sur cette base, on constate que le taux de renouvellement d'air est plus grand pour les grands logements que pour les petits.

## Chapitre 4

### Résultats et discussion

#### 1. INTRODUCTION

Pour bien voir les variations de température de la zone de confort, on illustrera nos simulations par des tableaux et des graphes, et pour connaître les besoins énergétiques en climatisation, on simule notre bâtiment sans température de consignes et avec thermostat de consignes.

**Les tableaux** ci-dessous montrent l'évolution de la température intérieure des pièces (avec et sans) ventilation pendant l'été :

#### 2. RESULTAT THEORIQUE DU SITE 'ALGER'

Ce site bénéficie d'un climat tempéré chaud en été, et en hiver les pluies sont bien importantes

**Tableau4.1 : température sans ventilation nocturne**

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	16.10 °C	29.14 °C	38.53 °C
cuisine	16.22 °C	29.75 °C	39.31 °C
sdb+hall	15.56 °C	29.08 °C	38.71 °C
Pièce	16.07 °C	29.07 °C	38.43 °C
Pièce	15.82 °C	29.20 °C	38.87 °C
Pièce	16.02 °C	29.49 °C	39.10 °C

**Tableau4.2: température avec ventilation nocturne**

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	14.17 °C	26.88 °C	36.66 °C
cuisine	14.31 °C	27.44 °C	37.40 °C
sdb+hall	13.67 °C	26.81 °C	36.79 °C
Pièce	14.11 °C	26.81 °C	36.54 °C
Pièce	13.88 °C	26.94 °C	36.90 °C
Pièce	14.07 °C	27.17 °C	37.15 °C

Vert : les chambres /rouge : hall+sdb+cuisine/marron : température extérieure

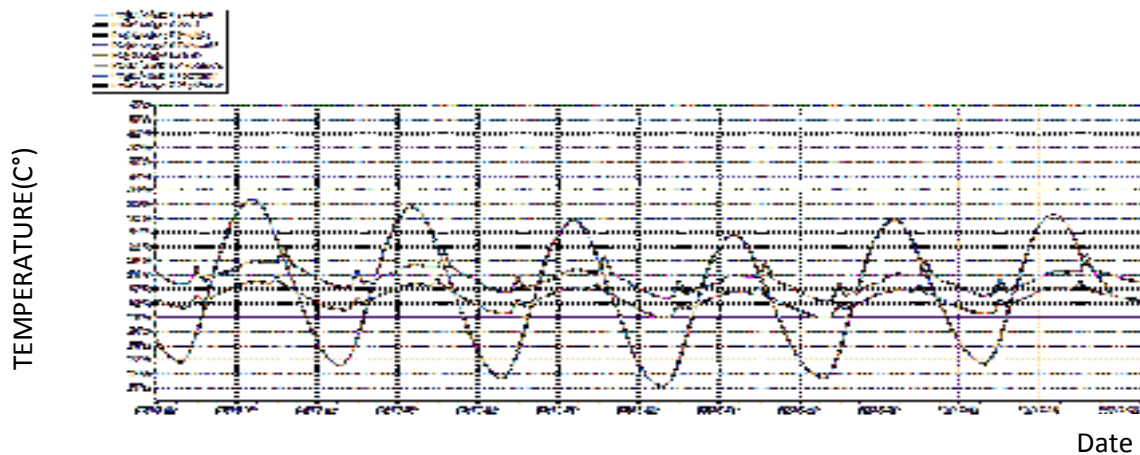


Figure4.1.. Variation de température (avec ventilation)

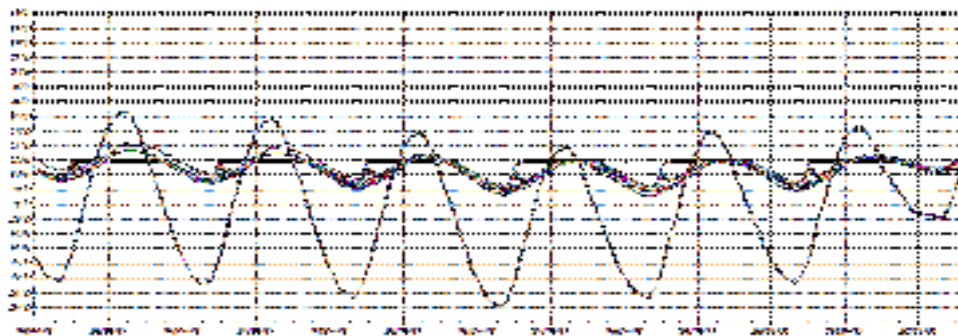


Figure4.2.. Variation de température (sans ventilation)

Dans les figure 4.1. et 4.2. nous avons présenté les évolutions de température a l'intérieure de la maison avec et son ventilation nocturne

On remarque que les températures de l'intérieur du l'habitat est varié entre 30 a 32 degré

Par contre lorsqu'il ya la ventilation nocturne, les températures de différents zones sont différents avec une température maximal de 28 degré

Donc on peut dire que ventilation nocturne a permis de abaissée la température de 3

La comparaison des résultats montre que la ventilation nocturne permet de diminuer la température de **3 degré** pendant le période estivale

La comparaison des résultats montre que la ventilation nocturne permet de diminuer la température de **3 degré** pendant le période estivale

**Tableau4.3: besoins de climatisation sans et avec ventilation**

Zones	Besoins Clim.	Zones	Besoins Clim.
Année		Année	
sejour	1188 kWh	sejour	999 kWh
cuisine	1440 kWh	cuisine	1148 kWh
sdb+hall	0 kWh	sdb+hall	0 kWh
Pièce	1126 kWh	Pièce	945 kWh
Pièce	1354 kWh	Pièce	1112 kWh
Pièce	1219 kWh	Pièce	978 kWh
Total	6326 kWh	Total	5181 kWh

Selon les résultats qu'on a obtenus dans cette étape, les besoins énergétiques de Climatisation sont présentés dans le tableau suivant:

<b>Besoins en climatisation sans ventilation</b>	6326(kWh)
<b>Besoins en climatisation avec ventilation</b>	5181(kWh)

On remarque que La puissance de climatisation est diminuée de **18.5%** lorsque on utilise la ventilation nocturne pendant la période de l'été

### 3. RESULTAT THEORIQUE DU SITE DE BLIDA

Ce site est bénéficie d'un climat méditerranéen

**Tableau4.4 : température sans ventilation nocturne**

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	16.10 °C	29.16 °C	38.88 °C
cuisine	16.24 °C	29.68 °C	39.63 °C
sdb+hall	15.67 °C	29.11 °C	39.13 °C
Pièce	16.10 °C	29.19 °C	39.03 °C
Pièce	15.98 °C	29.32 °C	39.39 °C
Pièce	16.18 °C	29.66 °C	39.81 °C

Tableau4.5 : température avec ventilation nocturne

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	14.18 °C	26.92 °C	37.02 °C
cuisine	14.36 °C	27.40 °C	37.69 °C
sdb+hall	13.82 °C	26.87 °C	37.26 °C
Pièce	14.17 °C	26.95 °C	37.15 °C
Pièce	14.13 °C	27.07 °C	37.40 °C
Pièce	14.27 °C	27.36 °C	37.86 °C

Les graphes si dessous montrent l'évolution de la température extérieure et celle de la zone confort pendant l'été :

Vert : les chambres /rouge : hall+sdb+cuisine/marron : température extérieure

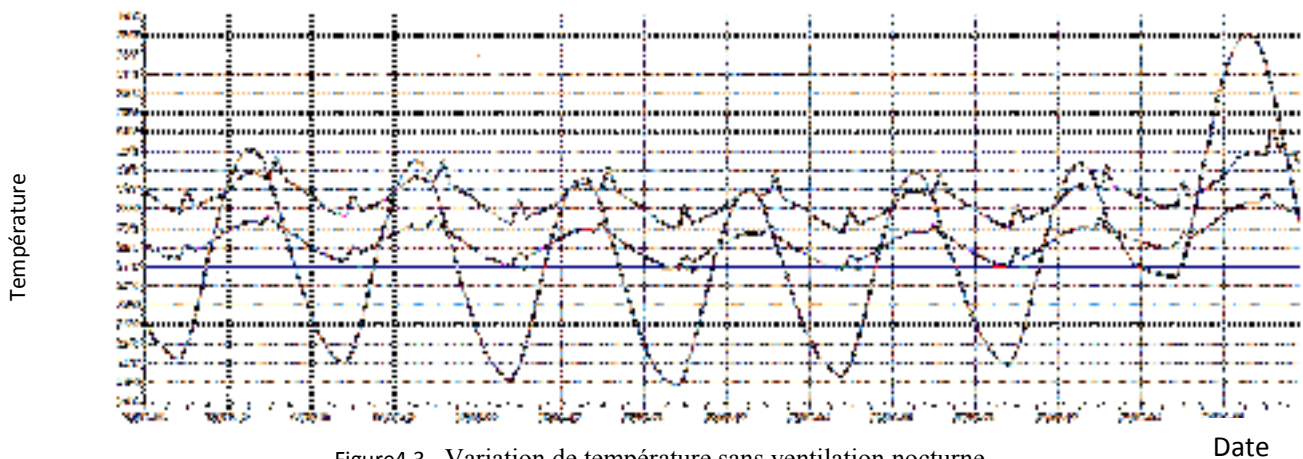


Figure4.3.. Variation de température sans ventilation nocturne

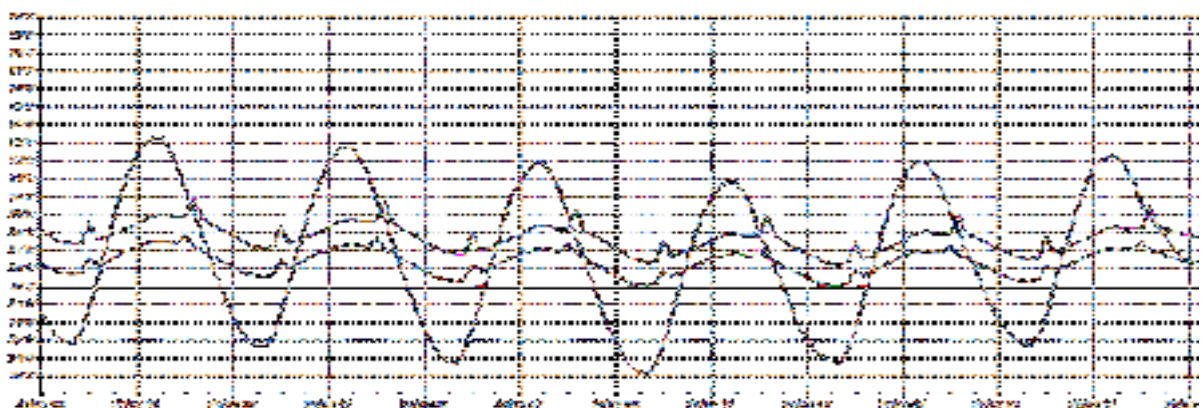


Figure 4.4.: variation de température avec ventilation nocturne

## 'Influence de la ventilation nocturne sur le confort thermique d'un habitat

Dans les figure 4.3. et 4.4. nous avons présenté les évolutions de température à l'intérieure de la maison avec et sans ventilation nocturne

On remarque que les températures de l'intérieur du l'habitat est varient entre 33 à 30 degré

Par contre lorsqu'il ya la ventilation nocturne, les températures de différents zones sont différents avec une température maximal de 28 degré

Donc on peut dire que ventilation nocturne a permis de abaissée la température de 3 degré

La comparaison des résultats montre que la ventilation nocturne permet de diminuer la température de **3 degré** pendant le période estivale

**Tableau4.6: besoins climatiques sans ventilation**

Zones	Besoins Clim.
Année	
sejour	1174 kWh
cuisine	1269 kWh
sdb+hall	0 kWh
Pièce	1175 kWh
Pièce	1348 kWh
Pièce	1271 kWh
Total	6236 kWh

**Tableau4.7 : besoins climatiques avec ventilation**

Zones	Besoins Clim.
Année	
sejour	671 kWh
cuisine	692 kWh
sdb+hall	739 kWh
Pièce	686 kWh
Pièce	739 kWh
Pièce	805 kWh
Total	738 kWh
	5070 kWh

Selon les résultats qu'on a obtenus dans cette étape, les besoins énergétiques de Climatisation sont présentés dans le tableau suivant

<b>Besoins en climatisation sans ventilation</b>	6236(kWh)
<b>Besoins en climatisation avec ventilation</b>	5070(kWh)

La ventilation nocturne peut diminuer les besoins en climatisation jusqu'à **19.5%**

#### 4. RESULTAT THEORIQUE DU SITE DE DJELFA

Ce site est bénéficié d'un climat semi-aride caractérisé par des hivers froids et rigoureux et des étés chauds et secs

Tableau4.8 : température sans ventilation nocturne

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	20.32 °C	33.73 °C	41.13 °C
cuisine	19.80 °C	32.96 °C	39.97 °C
sdb+hall	20.17 °C	33.62 °C	41.18 °C
Pièce	20.35 °C	34.46 °C	41.91 °C
Pièce	19.78 °C	32.57 °C	40.04 °C
Pièce	20.32 °C	34.61 °C	41.74 °C
Total	20.41 °C	35.61 °C	43.08 °C

Tableau4.9: Température sans ventilation nocturne

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	19.62 °C	31.42 °C	39.24 °C
cuisine	19.21 °C	30.78 °C	38.41 °C
sdb+hall	19.53 °C	31.42 °C	39.36 °C
Pièce	19.68 °C	32.02 °C	39.95 °C
Pièce	19.48 °C	30.59 °C	38.47 °C
Pièce	19.67 °C	32.18 °C	39.82 °C
Total	19.68 °C	33.06 °C	41.02 °C

Les graphes si dessous montrent l'évolution de la température extérieure et celle de la zone de Confort pendant l'été :



Vert : les chambres /rouge : hall+sdb+cuisine/marron : température extérieure

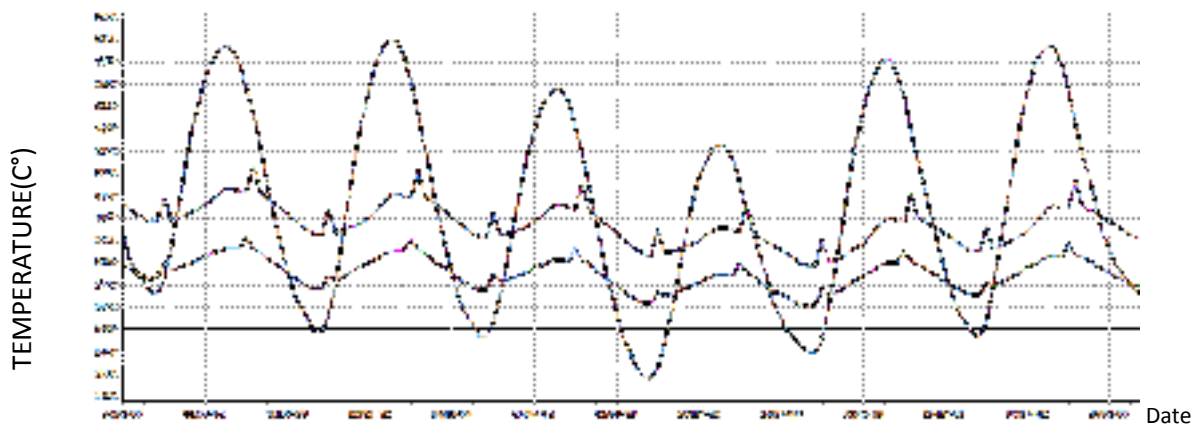


Figure4.5.. Variation de température avec ventilation

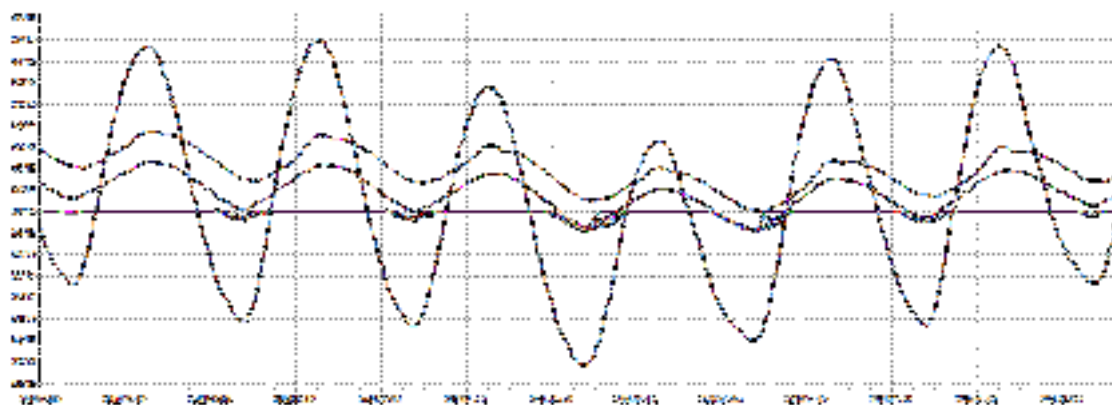


Figure4.6. Variation de température (sans ventilation)

Dans les figure 4.5 et 4.6 nous avons présenté les évolutions de température a l'intérieure de la maison avec et son ventilation nocturne

On remarque que les températures de l'intérieur du l'habitat est varient entre 34 a 31 degré

Par contre lorsqu'il ya la ventilation nocturne, les températures de différents zones sont différents avec une température maximal de 29 degré

Donc on peut dire que ventilation nocturne a permis de abaissée la température de 3

La comparaison des résultats montre que la ventilation nocturne permet de diminuer la température de **3 degré** pendant le période estivale

**Tableau4.10: besoins de climatisation sans ventilation nocturne**

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.
Année		
sejour	0 kWh	1379 kWh
cuisine	0 kWh	1416 kWh
sdb+hall	0 kWh	0 kWh
Pièce	0 kWh	1373 kWh
Pièce	0 kWh	1595 kWh
Pièce	0 kWh	1411 kWh
<b>Total</b>	<b>0 kWh</b>	<b>7173 kWh</b>

**Tableau4.11: besoins de climatisation avec ventilation nocturne**

Zones	Besoins Ch.	Clim.
Année		
séjour	0 kWh	1485 W
hall	0 kWh	-0 W
cuisin	0 kWh	685 W
chambr	0 kWh	1321 W
sdb	0 kWh	-0 W
chambre	0 kWh	1495 W
chambr	0 kWh	1150 W
<b>Total</b>	<b>0 kWh</b>	<b>6136 W</b>

Selon les résultats qu'on a obtenus dans cette étape, les besoins énergétiques de Climatisation sont présentés dans le tableau suivant

<b>Besoins en climatisation sans ventilation</b>	7521(kWh)
<b>Besoins en climatisation avec ventilation</b>	7173(kWh)

La ventilation nocturne permet de diminuer la puissance de climatisation de **20%**

5. **RESULTATS THEORIQUE DU SITE D'OUARGLA** : ce site est bénéficie d'un climat désertique chaude typique du Sahara avec des été très long et extrêmement chaud e hiver court et très doux

**Tableau4.12 : température sans ventilation**

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	17.06 °C	34.51 °C	47.35 °C
cuisine	17.10 °C	35.07 °C	48.23 °C
sdb+hall	16.47 °C	34.47 °C	47.73 °C
Pièce	17.05 °C	34.52 °C	47.35 °C
Pièce	16.72 °C	34.64 °C	47.92 °C
Pièce	17.01 °C	34.99 °C	48.33 °C
Total			

**Tableau4.14: température avec ventilation**

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	14.98 °C	32.22 °C	45.33 °C
cuisine	15.05 °C	32.73 °C	46.13 °C
sdb+hall	14.45 °C	32.17 °C	45.77 °C
Pièce	14.97 °C	32.23 °C	45.29 °C
Pièce	14.70 °C	32.34 °C	45.90 °C
Pièce	14.88 °C	32.63 °C	46.31 °C
Total			

Les graphes si dessous montrent l'évolution de la température extérieure et celle de la zone confort pendant l'été :

Vert : les chambres /rouge : hall+sdb+cuisine/marron : température extérieure

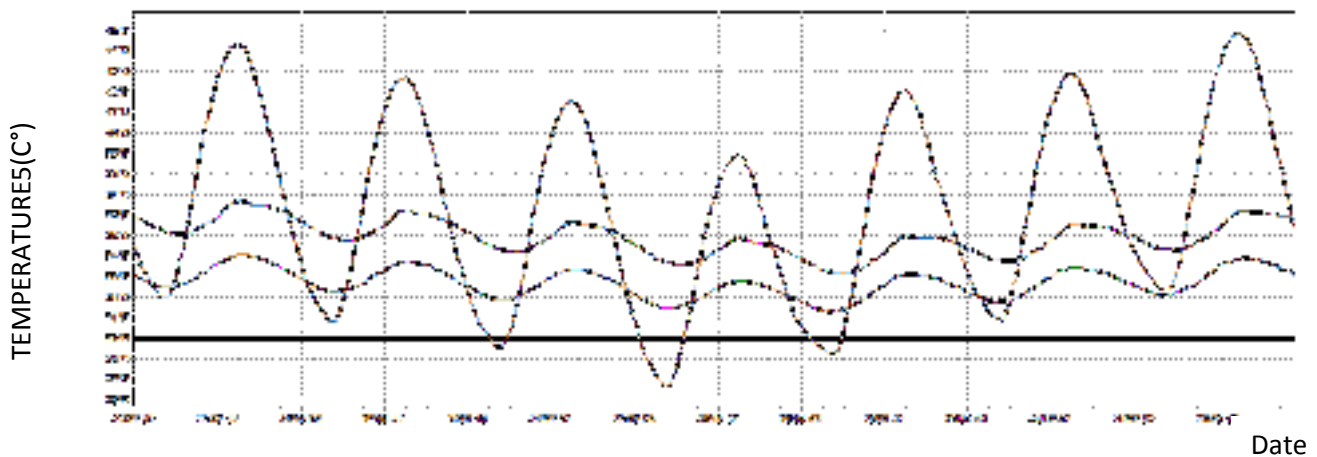


Figure4.7.variation de temperature sans ventilaon nocturne

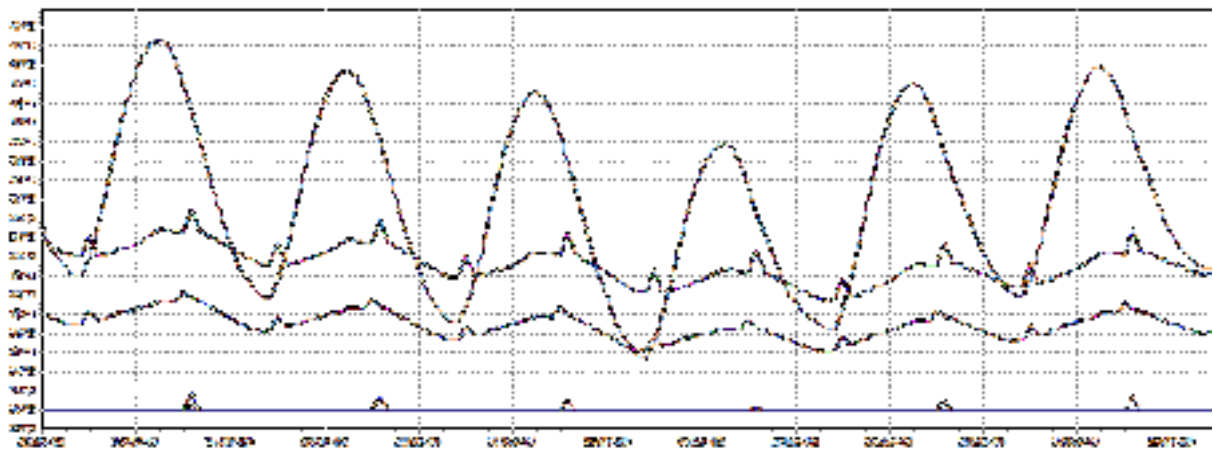


Figure4.8. Variation de température avec ventilation nocturne

Dans les figure 4.7. et 4.8. nous avons présenté les évolutions de température a l'intérieure de la maison avec et son ventilation nocturne

On remarque que les températures de l'intérieur du l'habitat est varient entre 33 a 36 degré

Par contre lorsqu'il ya la ventilation nocturne, les températures de différents zones sont différents avec une température maximal de 31 degré

Donc on peut dire que ventilation nocturne a permis de abaissée la température de 4

La comparaison des résultats montre que la ventilation nocturne permet de diminuer la température de **4 degré** pendant le période estivale

**Tableau4.15 : besoins de climatisation (sans ventilation)**

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.
Année		
sejour	0 kWh	2516 kWh
cuisine	0 kWh	2338 kWh
sdb+hall	0 kWh	0 kWh
Pièce	0 kWh	2493 kWh
Pièce	0 kWh	2716 kWh
Pièce	0 kWh	2304 kWh
Total	0 kWh	12367 kWh

**Tableau4.16 : besoins de climatisation (sans ventilation)**

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.
Année		
séjour	0 kWh	2229 kWh
hall	0 kWh	0 kWh
cuisin	0 kWh	802 kWh
chambr	0 kWh	2267 kWh
sdb	0 kWh	0 kWh
chambre	0 kWh	2757 kWh
chambr	0 kWh	2425 kWh
Total	0 kWh	10480 kWh

Selon les résultats qu'on a obtenus dans cette étape, les besoins énergétiques de Climatisation sont présentés dans le tableau suivant

<b>Besoins en climatisation sans ventilation</b>	12360(kWh)
<b>Besoins en climatisation avec ventilation</b>	10480 (kWh)

La puissance de climatisation est diminuée avec un taux de **17%**

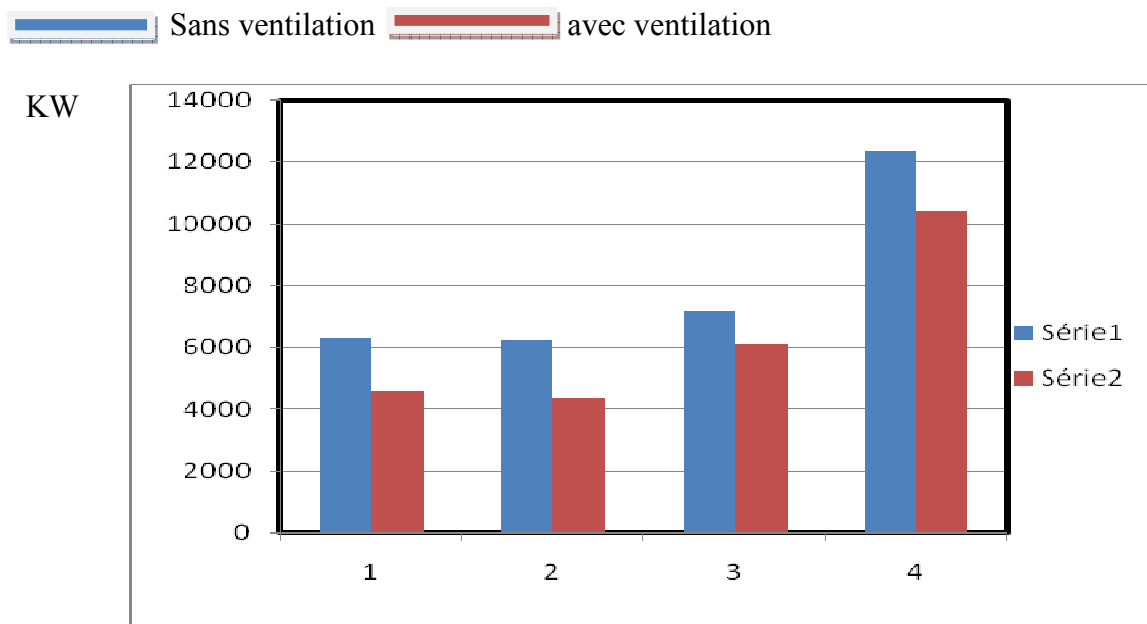


Figure4.9 : besoins de climatisation sans et avec ventilation nocturne

Après les résultats qu'on obtenu, on remarque que la température diminue par **3 degré** pour, lorsque on utilise la ventilation nocturne

Et pour les besoin de climatisation la simulation montre que on peut diminuer la consommation de **17 a 20%**

En remarque que le taux de diminution de température et de besoins de climatisation change d'une région a l'autre, cela est du à la différence entre les caractéristiques climatique du sit

## 6. Variation de température en fonction de débit de ventilation

Tableau 4.17 : Débit =0.6vol/h : ventilation naturelle

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	17.06 °C	34.51 °C	47.35 °C
cuisine	17.10 °C	35.07 °C	48.23 °C
sdb+hall	16.47 °C	34.47 °C	47.73 °C
Pièce	17.05 °C	34.52 °C	47.35 °C
Pièce	16.72 °C	34.64 °C	47.92 °C
Pièce	17.01 °C	34.99 °C	48.33 °C
Total			

**Ventilation mécanique forcée (VMC)**

**Tableau4.18 : Débit =0.8vol/h**

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	14.98 °C	32.22 °C	45.33 °C
cuisine	15.05 °C	32.73 °C	46.13 °C
sdb+hall	14.45 °C	32.17 °C	45.77 °C
Pièce	14.97 °C	32.23 °C	45.29 °C
Pièce	14.70 °C	32.34 °C	45.90 °C
Pièce	14.88 °C	32.63 °C	46.31 °C
Total			

**Tableau4.19 : Débit =1vol/h**

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	13.69 °C	31.01 °C	44.43 °C
cuisine	13.90 °C	31.27 °C	45.02 °C
sdb+hall	13.23 °C	30.58 °C	44.44 °C
Pièce	13.68 °C	30.87 °C	44.33 °C
Pièce	13.31 °C	30.39 °C	43.98 °C
Pièce	13.61 °C	30.76 °C	44.44 °C
Total			

**Tableau4.20 : Débit =1.2vol/h**

Zones	T° Min	T° Moyenne	T° Max
Année			
sejour	16.10 °C	29.16 °C	38.88 °C
cuisine	16.24 °C	29.68 °C	39.63 °C
sdb+hall	15.67 °C	29.11 °C	39.13 °C
Pièce	16.10 °C	29.19 °C	39.03 °C
Pièce	15.98 °C	29.32 °C	39.39 °C
Pièce	16.18 °C	29.66 °C	39.81 °C
Total			

Le graphe ci-dessous montre l'évolution de la température de la zone confort en fonction de débit de ventilation :

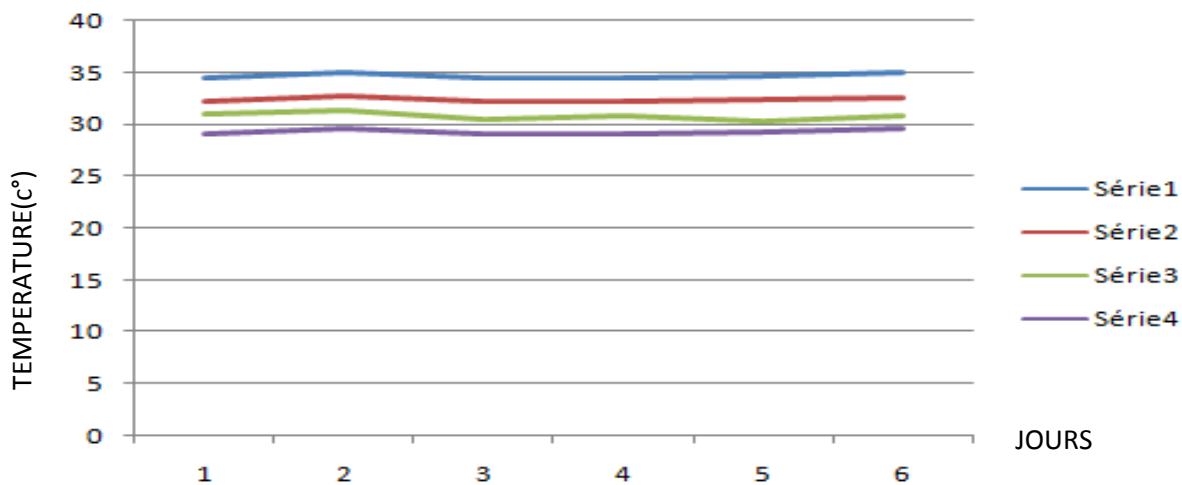


Figure4.10 :L'évolution de la température on fonction de débit de ventilation :

On remarque que la température est diminuée contrairement avec l'augmentation de débit de ventilation, plus le taux de renouvellement d'air est grand .plus la température est diminuée jusqu'à un débit maximal (Débit agréable. **0, 25-0, 50 m/s**), donc la ventilation nocturne mécanique permet de réduire la température de **4 degré** pendant le période la plus chaud

### 7. Rafrachissement par puits canadien

Le puits canadien ou puits provençale permet de préchauffer ou prérefroidire l'air neuf d'un système par l'intermédiaire d'un conduit d'amenée d'air enfui dans le sol, en complément de la récupération de chaleur éventuelle

**En hiver**, le sol est plus chaud que la température extérieure l'air froid est donc préchauffée lors de son passage dans les tuyaux

**En été**, le sol, a l'inverse, plus froid que la température extérieur ce principe va donc utilise la fraîcheur relative du sol pour le refroidissement naturelle de l'air entrent dans le bâtiment

Le puits sera dédié au rafraichissement par l'insufflation de l'air dan la maison, il permet de limité l'élévation de température et évite le recoure a un système de climatisation



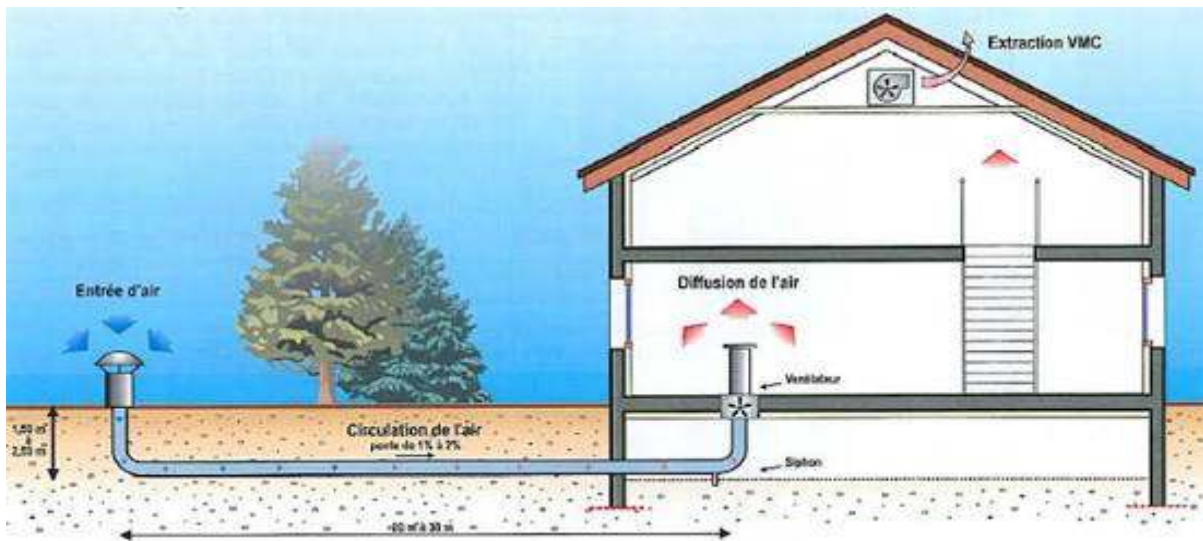


Figure 4.11 : schémas d'un puits canadien

On introduire un système de rafraichissement (puits canadien) dans notre maison et simule notre maison sans est avec ce système

On suppose que la température de l'air entrée est de 22 degré

Les graphes si dessous montrent l'évolution de la température extérieure et celle de la zone confort pendant l'été :

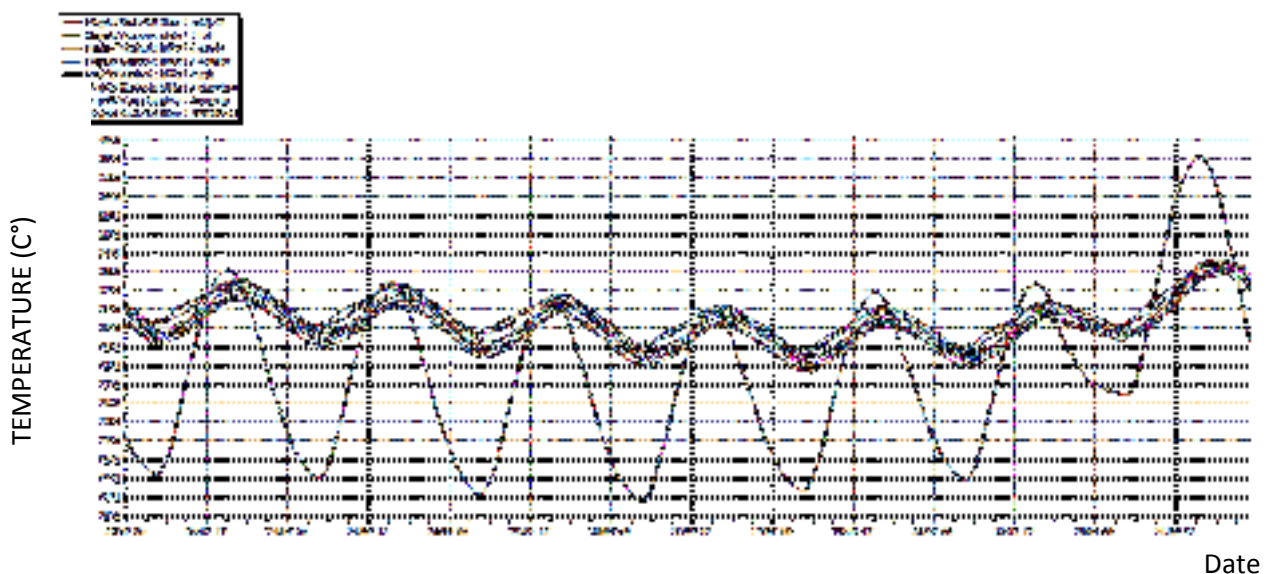


Figure4.12 : température sans utilisation d'un puits canadien

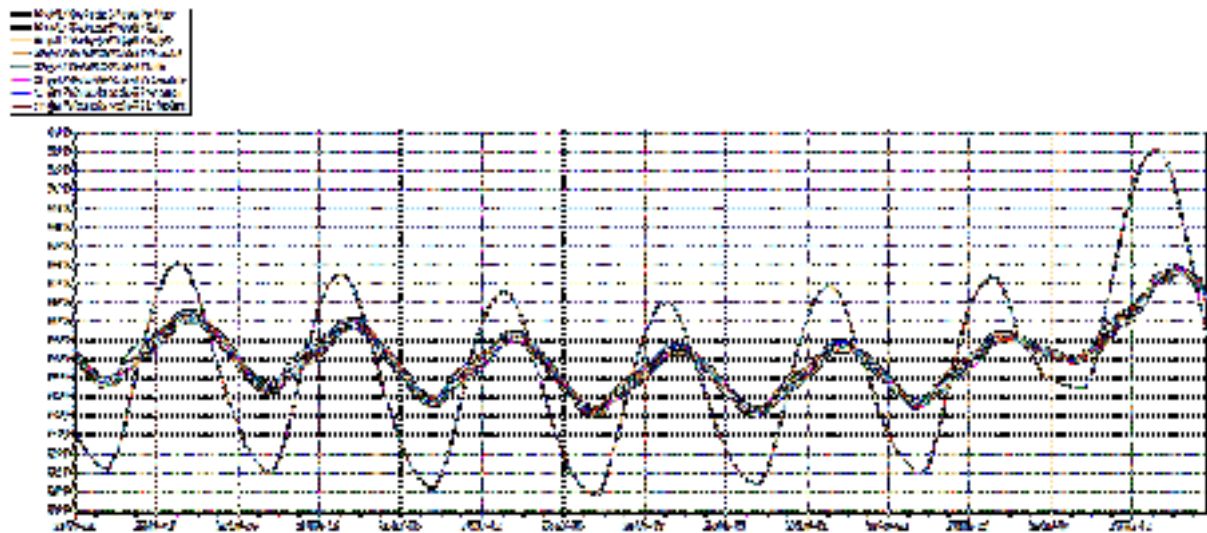


Figure4.13 : température avec l'utilisation d'un puits canadien

Dans les figure 32 et 33 nous avons présenté les évolutions de température a l'intérieure de la maison avec et son l'utilisation de puits canadien

On remarque que les températures de l'intérieur du l'habitat est varient entre 30 a 32 degré

Par contre lorsqu'il ya le rafraichissement par puits canadien, les températures de différents zones sont différents avec une température maximal de 28 degré

La comparaison des résultats montre que le puits canadien permet de diminuer la température de **4 degré** pendant le période estivale

Tableau4.21 : besoin de climatisation avec puits canadien

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.
Année		
séjour	0 kWh	767 kWh
hall	0 kWh	0 kWh
cuisin	0 kWh	682 kWh
chambr	0 kWh	768 kWh
sdb	0 kWh	0 kWh
chambre	0 kWh	936 kWh
chambr	0 kWh	879 kWh
Total	0 kWh	4031 kWh

Tableau4.22 : besoins de climatisation sans puits

Zones	Besoins Ch.	Besoins Clim.
Année		
séjour	0 kWh	1174 kWh
hall	0 kWh	1269 kWh
cuisin	0 kWh	0 kWh
chambr	0 kWh	1175 kWh
sdb	0 kWh	1348 kWh
chambre	0 kWh	1271 kWh
chambr	0 kWh	1271 kWh
Total	0 kWh	6236 kWh

Le rafraichissement par puits canadien permet de réduire les besoins en climatisation de **30%** dans le période le plus chaud pour le site Blida

## Conclusion General

Pour des raisons de confort et d'économie d'énergie, la possibilité de mettre en place des systèmes de ventilation naturelle devrait toujours être envisagée lors de la conception de bâtiments dans les climats chauds. Seulement, pour favoriser le développement de ces méthodes, il est nécessaire d'en simplifier la conception. Ils permettent d'en évaluer les performances annuelles en climat

Le renouvellement d'air aura un impact d'autant plus important sur les consommations d'énergie, que l'isolation du logement aura été améliorée. Le renforcement de l'isolation de la toiture, des murs, du plancher, des fenêtres et le traitement des ponts thermiques d'un logement diminuent les pertes de chaleur en hiver (et de fraîcheur en été). Cependant ces améliorations doivent être accompagnées d'une réflexion sur la ventilation, afin de préserver la qualité de l'air intérieur et d'éviter l'excès d'humidité et les dégradations qu'elle peut engendrer (moisissures). Un système de ventilation efficace permet de diminuer les déperditions thermiques, et est donc complémentaire au renforcement de l'isolation.

Le puits canadien est une stratégie de froid passive qui peut être efficace et éventuellement permettre à un bâtiment, même tertiaire, de se passer d'une machine de froid traditionnelle. Néanmoins, pour être réellement optimale, le puits canadien réclame une attention particulière dès la conception du projet et dans le détail constructif.

Pour assurer le courant d'air, on favorisera le déplacement naturelle étant donné qu'il s'agit de l'approche la moins consommatrice. Il faut également créer des courants d'air tout en assurant les protections vis-à-vis du monde extérieur (intrusion, pluie...), en évitant les courants d'air inconfortables

## ***DÉDICACES***

***A CELLE QUI ATTEND MON RETOUR A CHAQUE COUCHER DE SOLEIL, À CELLE QUI  
M'A COMBLÉE D'AFFECTION, D'AMOUR ET DE TENDRESSE, ET QUI A VEILLÉE A  
CÔTÉ DE MON BERCEAU POUR CONSOLER MES CRIS DE DOULEURS, ET QUI N'A  
JAMAIS CESSÉ DE M'ENCOURAGER***

***MA CHÈRE MÈRE***

***A CELUI QUI FAIT LE PLUS BRAVE DES HOMMES, M'OUVRANT SES BRAS DANS LES  
SOMBRES MOMENTS ET  
M'AIDANT À ALLER DE L'AVANT VERS LE MEILLEUR, ET QUI MA TANT SOUTENU  
MORALEMENT ET MATÉRIELLEMENT***

***MON CHER PÈRE***

***A MES CHERS FRÈRES ET MES SŒURS***

***A TOUS MES AMIS.***

***A TOUS MES COLLÈGUES.***

***MES GRANDS PARENTS.***

***A TOUTE MA FAMILLE.***

***CHÉMEL ABDEL HANNAN***

## RESUME

La ventilation naturelle a été et restera toujours un enjeu majeur dans le bâtiment, du fait de sa fonction primordiale qui est d'assurer le renouvellement d'air et le rafraîchissement des espaces intérieurs. À cet égard, l'homme a eu recours, à travers l'histoire, à une multitude de dispositifs passifs pour ventiler son habitation.

Face à la problématique de consommation et de gaspillage d'énergie, la recherche de nouvelles solutions passives et durables capables d'améliorer et de contrôler la ventilation naturelle dans l'habitat collectif, dans le but d'assurer le confort thermique des habitants est une priorité pour ne pas dire une nécessité. C'est dans cette optique que nous avons inscrit notre travail de recherche dont la finalité principale est d'apporter une modeste contribution à la recherche autour de cette problématique si riche qui est celle de la ventilation naturelle. .

Des simulations thermiques dynamiques STD ont été faites selon différents scénarios. Ceux-ci sont basés, sur la typologie d'une maison, L'objectif principal de ces simulations est d'évaluer, dans différentes situations, l'influence de la ventilation nocturne sur le confort thermique d'un habitat pour connaître son impact sur le confort thermique des habitants à l'intérieur des logements dans l'habitat en Algérie.

Mots clés : **ventilation nocturne .confort thermique .renouvellement d'air**

## ABSTRACT

Natural ventilation has been and will always remain a major challenge in the building ,due to its primary function of ensuring the renewal of air and refreshing of the interior spaces .in this respect, man has used throughout history , a multitude of passive devices to ventilate his habitat

Faced with the problem of consumption and waste of energy, the search for new passive and sustainable solutions capable of improving and controlling natural ventilation in individual housing, with the aim of ensuring the thermal comfort of the inhabitants is priority ,if not necessity .it is with this in mind that we have inscribed our research work whose main purpose is to make a modest contribution to research around this problem that is natural ventilation

A dynamic thermal simulation STD were carried out under different scenarios .these are based on the typology of a house .the main objective of this simulation is to evaluate the influence of night ventilation on the thermal comfort of a habitat in different situation in order to know its impact on the thermal comfort of the inhabitants inside the housing in the habitat in Algeria

Key words: **nocturnal ventilation .thermal comfort .air renewal**

## sommaire

Liste des tables

Liste des figures

introduction générale : ..... 1

Chapitre 1 : état de l'art et problématique

1.1. Introduction ..... 2

1.2. le confort thermique ..... 2

1.3. Facteurs de confort ..... 2

1.3.1. Métabolisme ..... 3

1.3.2. L'humidité relative.....3

1.3.3. La température de l'air ambiante.....3

1.3.4. Température des parois .....3

1.3.5. la vitesse de l'air .....3

1.3.6. L'habillement .....3

1.4. la ventilation .....4

1.4.1. la ventilation naturelle.....4

1.4.2. la ventilation mécanique contrôlée.....6

1.4.3. la ventilation hybride.....7

1.4.4. la ventilation nocturne..... 7

1.5. Objectif de la ventilation.....9 1.6.état de l'art.....10

Chapitre 2 présentation des sites

2.1. introduction .....12

2.2. présentation du l'habitat étudié.....12

2.3. caractéristiques du site .....13

2.4. les données climatiques de nos sites.....13

2.5. composition des parois de l'habitat.....	16	
2.6. le bilan thermique de l'habitat.....	17	2.6.1. les apports à travers les parois opaques.....17
2.6.2. les gains à travers les parois intérieurs.....	17	
2.6.3. les apports à travers les parois vitrées intérieure.....	17	
2.6.4. les apports à travers la paroi vitrée extérieur.....	17	
2.6.5. les apports de chaleur interne .....	18	
2.6.6. gains dues aux occupants .....	18	
2.6.7. gains dues aux machines électrique.....	19	
2.6.8. gains dues aux l'éclairage.....	19	
2.6.9. les gains dues aux appareille a gaz.....	20	
2.6.10. les gains par évaporation.....	20	
chapitre03 : présentation d'outil de simulation		
3.1. introduction.....	22	3.2. présentation des modélisations réalisées.....22
3.2.1. logiciels testés .....	23	
3.2.2. présentation générale de l'outil de simulation « le logiciel pléiades + Comfie » .....	24	
3.2.3. une analyse pertinente.....	24	
3.2.4. l'interface pléiades+ Comfie .....	25	
3.3. bâtiment modélisé et son comportement de référence .....	26	
3.4. température de consigne.....	28	
3.4.1. consigne de chauffage.....	28	
3.4.2. consigne de climatisation.....	29	
3.5. scénario de ventilation .....	29	
3.6. les scénarios d'occupation.....	30	
3.7. scénario de la puissance dissipée.....	30	
3.8. vitesse de l'air et confort thermique .....	31	
3.8.1. influence de la vitesse de l'air sur la zone confort thermique .....	31	



3.8.2. calcul des débits d'air nécessaires .....	31
3.8.3. définir le débit minimal de la zone de confort (chambres + séjour) .....	32
3.9.les taux de renouvellement d'air .....	32
3.10. réglementation .....	32
3.10.1. Contexte algérien.....	32
3.10.2. la réglementation française .....	33
3.10.3. la réglementation internationale.....	33
Chapitre 4 :	résultats et discussion
4.1. Introduction .....	
4.2resultats théorique du site Alger	
4.3resultats théorique du site Blida	
4.4resultats théorique du site Djelfa	
4.5resultats théorique du site Ouargla	
4.6 Variation de température en fonction de débit de ventilation	
4.7Rafrachissement par puits canadien.....	49
Conclusion général.....	53