

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DEP LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA 1

INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME IAUB

DEPARTEMENT ARCHITECTURE



**Master II**

**Spécialité : Architecture Bioclimatique**

**Essai d'amélioration de la performance  
thermique de la Galerie « Riwak »  
dans une maison traditionnelle à Patio.**

**Cas d'étude : Maison Mauresque à Douirette, Blida.**

Encadré par :

**Dr KHELIFI Lamia**

Présenté par :

**Mme ITIM Sourour  
ep El Mouiah.**

Novembre 2019

## ***Remerciements***

*Je tiens à remercier ma directrice de mémoire, Dr Khelifi Lamia,  
pour sa patience, sa disponibilité et ses orientations.*

*Mes remerciements s'adressent également à Mme Oukaci  
qui a beaucoup contribué à la réalisation pratique de ce document,  
et à Mme Maachi pour ses judicieux conseils qui ont enrichi ma réflexion.*

*A Mon amie Benouarab Kahina, pour son soutien moral et son aide.*

*En témoignage d'affection et de reconnaissance à mes parents,  
mon époux, mon enfant et à toute ma famille.*

*En hommage à tous mes formateurs,  
Mr Mustapha Kara qui m'a instruite et que je remercie vivement.*

# Résumé

Cette étude s'articule autour de la transition énergétique dans le secteur du bâtiment, plus particulièrement dans les tissus vernaculaires qui constituent un riche patrimoine architectural en Algérie, nous pensons que la réflexion sur la réhabilitation thermique des tissus anciens, peut être une source d'inspiration pour les concepteurs, et une valorisation de ce patrimoine par la recherche de solutions pouvant améliorer le confort dans cet habitat ancien sans nuire à sa valeur patrimoniale.

Il faut noter que l'architecture vernaculaire n'a pas livré tous ses secrets dans le domaine de la construction bioclimatique.

C'est dans cette réflexion que notre choix s'est porté sur une maison traditionnelle arabo-mauresque dans le quartier de Ouled Soltane (Douirette) à Blida; il s'agit-là d'examiner le rôle bioclimatique de l'espace de la Galerie « Riwak », afin d'en déceler les atouts, et de tenter d'améliorer et d'optimiser la performance thermique de ce dispositif avec des solutions passives.

La méthodologie de recherche consiste à faire des simulations thermiques dynamiques à l'aide du logiciel Pleiades + Comfie, ce dernier permet de déterminer l'impact de la galerie sur la consommation énergétique, et il permet également de définir une stratégie d'optimisation thermique de cet espace, tout cela en comparant l'impact des différents paramètres morphologiques sur son rendement énergétique. En conclusion nous proposerons un modèle de galerie optimal qui servira d'exemple aux concepteurs, et aux acteurs dans le domaine de la préservation et de la valorisation du patrimoine architectural.

**Mot clés** : Architecture bioclimatique - Architecture vernaculaire –Performance thermique –Galerie – Maison à Patio.

# **Abstract**

This study is based on the energy transition in the building sector in Algeria, a very energy-intensive sector, we are particularly interested in vernacular fabrics which constitutes a rich architectural heritage in Algeria, we think that the reflection on the thermal rehabilitation of fabrics, can both be a source of inspiration for designers, because vernacular architecture has not delivered all its secrets in the field of bioclimatic construction and it also allows to enhance this heritage by seeking solutions that can improve comfort in this old habitat without compromising its architectural value.

It is in this reflection that our choice fell on a traditional Arab-Moorish house in the district of Ouled Soltane (Douirette) in Blida, it is to examine the bioclimatic role of the space of the Gallery " Riwak ", in order to identify the assets to be considered and to try to improve and optimize the thermal performance of this device with passive solutions.

The methodology followed is to perform dynamic thermal simulations using the Pleiades + Comfie software, which makes it possible to determine the impact of the gallery on the energy consumption, and to determine a strategy of thermal optimization of this space, in comparing the impact of different morphological parameters on its energy efficiency, in order to determine an optimal model that will serve as an example for designers, and actors in the field of preservation and enhancement of architectural heritage in Algeria.

**Key words:** Bioclimatic Architecture – Vernacular housing – Thermal Performance – Thermal Optimization - Gallery – Porch – archway – Patio house

## ملخص

تعتمد هذه الدراسة على مجال انتقال الطاقة في قطاع البناء بالجزائر الذي يمثل قطاع كثيف الاستخدام للطاقت الاحفورية ، و بشكل خاص بالهندسة التقليدية التي تشكل تراثاً معمارياً غنياً في الجزائر. نعتقد أن التفكير في إعادة التأهيل الحراري للمدن القديمة قد يكون مصدر إلهام للمصممين ، لأن الهندسة المعمارية العامية لم تسلم كل أسرارها في مجال البناء المناخي. قديسح أيضاً التأهيل الحراري بتعزيز هذا التراث من خلال البحث عن الحلول التي يمكن أن تحسن الراحة في هذا التراث دون الإضرار بقيمته المعمارية.

في هذا الانعكاس ، وقع اختيارنا على منزل عربي مغاربي تقليدي في حي أولاد سلطان (دويرات) في البلدة ، لدراسة الدور المناخي لمساحة "الرواق" ، من أجل تحديد الاعدادات الواجب مراعاتها ومحاولة تحسين وتحسين الأداء الحراري لهذا الجهاز.

تتمثل المنهجية المتبعة في إجراء عمليات محاكاة حرارية ديناميكية باستخدام برنامج Pleiades + Comfie الذي يمكننا من تحديد اثر الرواق على استهلاك الطاقة في المنزل ، وتحديد استراتيجية التحسين الحراري لهذه المساحة ، في مقارنة تأثير المعلمات المورفولوجية المختلفة على كفاءتها في استخدام الطاقة ، من أجل تحديد النموذج الأمثل الذي سيكون بمثابة مثال للمصممين والجهات الفاعلة في مجال الحفاظ على التراث المعماري وتعزيزه في الجزائر.

**الكلمات المفتاحية:** هندسة المناخ الحيوي - السكن العامي - الأداء الحراري - التحسين الحراري - الرواق - الشرفة - بيت

الفناء

# Table des matières

Remercîments

Résumé

Abstract

ملخص

<b>I. Chapitre introductif</b> .....	8
I.1 Introduction générale:.....	9
I.2 Problématique :.....	12
I.3 Hypothèses : .....	12
I.4 Objectifs de la recherche : .....	13
I.5 Structure du mémoire : .....	13
I.5.1 Chapitre introductif : .....	13
I.5.2 Etat des connaissances:.....	13
I.5.3 Méthodologie et cas d'étude :.....	13
I.5.4 Simulations et Discussion des résultats .....	14
<b>II. Etat des connaissances</b> .....	15
II.1 Introduction : .....	16
II.2 Principes de l'Architecture Bioclimatique: .....	16
II.2.1 Définition : .....	16
II.2.2 Les facteurs climatiques : .....	16
II.2.3 Facteurs énergétiques : .....	17
II.2.4 Facteurs hydrologiques :.....	19
II.2.5 Facteurs mécaniques :.....	20
II.2.6 Stratégies de conception bioclimatique : .....	20
II.2.7 Principes de bases s'appliquant à toute conception bioclimatique : .....	22
II.2.8 Quelques dispositifs bioclimatiques en climat méditerranéen : .....	28
II.3 Problématique énergétique et son rapport avec le Bioclimatisme :.....	30
II.3.1 Concept d'énergie dans l'Architecture :.....	30
II.3.2 La consommation énergétique à travers les âges :.....	30

II.3.3	Les labels et certifications : .....	31
II.3.4	L'efficacité énergétique : .....	33
II.3.5	L'efficacité énergétique dans le bâtiment : .....	34
II.3.6	La performance énergétique d'un bâtiment.....	34
II.3.7	La réhabilitation thermique : .....	35
II.3.8	La réhabilitation thermique et la question Patrimoniale :.....	35
II.4	Architecture Vernaculaire et notion de durabilité : .....	36
II.4.1	L'architecture vernaculaire : essai de définition.....	36
II.4.2	Le développement durable : .....	37
II.4.3	L'Architecture durable : .....	37
II.4.4	Architecture vernaculaire et notions de durabilité :.....	38
II.5	Habitat Traditionnel en Algérie : La Maison Arabo-Andalouse de Blida :.....	45
II.5.1	Aperçu sur l'Habitat traditionnel en Algérie : .....	45
II.5.2	L'architecture Arabo-Mauresque de Blida : .....	49
II.5.3	Etat de l'art sur la performance thermique de la maison à Patio : .....	57
II.5.4	Recherche effectuée sur la performance thermique de la galerie : .....	59
II.5.5	Conclusion de l'état des connaissances: .....	61
<b>III.</b>	<b>PRESENTATION DU CAS D'ETUDE ET METHODOLOGIE.</b> .....	<b>62</b>
III.1	Introduction : .....	63
III.2	Présentation de la ville de Blida : .....	63
III.2.1	Situation géographique : .....	63
III.2.2	Localisation du périmètre d'étude : .....	64
III.2.3	Données climatiques : .....	64
III.2.4	Analyse Bioclimatique de La ville de Blida : .....	68
III.3	Présentation du Cas d'étude : .....	70
III.3.1	Situation : .....	70
III.3.2	La maison : .....	71
III.3.3	Modélisation de la variante de Base : .....	79
III.3.4	Conclusion : .....	90
<b>IV.</b>	<b>RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....	<b>91</b>

IV.1	Introduction :	92
IV.2	Résultats et discussion :	92
IV.2.1	Etat initial de la galerie sans consignes de thermostat:	92
IV.2.2	Etat initial avec consignes de thermostat:	94
IV.2.3	Classification de la maison :	95
IV.2.4	Simulation de la maison sans “Galerie” :	96
IV.2.5	Introduction d’un vitrage scénarisé:	99
IV.2.6	Etude de l’effet du pourcentage de vitrage sur la Galerie :	104
IV.2.7	Etude de l’effet de l’orientation sur la Galerie Vitrée :	109
IV.3	Conclusion :	112
<b>Conclusion générale</b>		<b>110</b>
Bibliographie		112
Liste des figures		117
Liste des Tableaux		121
Annexes		122



# **I. Chapitre introductif**

## **I.1 Introduction générale:**

« *L'architecture vernaculaire représente un des derniers témoins tangibles de la société qui l'a produite. Elle porte en elle un art de construire qui avait eu son prestige et son secret. C'est une tradition vivante qui marque une continuité entre le présent et le passé* » (H.Fathy 1987) Nous ne pouvons pas ne pas citer Hassan Fathy pour parler d'architecture vernaculaire, cet architecte qui bien qu'informé des théories du mouvement moderne, décide d'étudier les traditions autochtones afin de mieux les améliorer et les adapter à la société contemporaine.

En effet cet art de bâtir spontané est ancré dans un contexte socio-culturel, économique et climatique, il représente tout ce qu'il ya d'essentiel à un moment bien défini de l'histoire du peuple qui l'a produite. Sa continuité et son évolution a donc une étroite relation avec 'le temps'.

Mais avec l'avènement de la société industrielle nous avons assisté à une rupture totale avec le passé et un à un refus catégorique de la tradition dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme; surtout après la formulation de la 'Charte d'Athènes' en 1933, (G.Landrieu 1994) ou les grandes lignes de planification des nouvelles villes et du nouveau langage architectural ont été établies, ceci en considérant tout ce qui a un lien avec le passé comme « rétrograde » et en qualifiant de moderne tout ce qui tourne le dos au vernaculaire.

Ce processus idéologique commence à s'inverser vers la fin du 20ème siècle pour deux raisons principales :

- Les crises pétrolières de 1973 et 1979, qui ont engendré des crises économiques mondiales.
- Le lourd bilan environnemental dû à l'utilisation des énergies fossiles.

En effet les énergies fossiles représentent aujourd'hui plus des trois quarts de la consommation mondiale d'énergie, ce sont des ressources limitées à l'échelle du temps humain ce qui pose problème pour l'avenir des générations futures. L'autre problème qui se pose est le fait que l'extraction, la transformation et le transport de ces énergies émet une grande quantité de gaz à effet de serre tel que le CO2 et le méthane, qui est la principale cause du réchauffement climatique et de certaines catastrophes naturelles. (G.Landrieu 1994)

En 1987 nous assistons à la naissance du concept de 'développement durable' qui est défini par cette célèbre phrase : « *Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs.* » (A.Davidson, M.Dence, 1988).

Ce concept est complexe et il fait prendre conscience qu'il est urgent que nos sociétés modernes engagent de profonds changements dans tous les secteurs afin de préserver les ressources naturelles et

de protéger l'environnement. L'économie d'énergie, constitue un pilier très important à actionner afin de préserver notre avenir à tous.

Le secteur du bâtiment consomme jusqu'à 40 % de toute l'énergie et contribue jusqu'à 30 % des émissions annuelles mondiales de gaz à effet de serre (P. Huovila 2009) ; ce constat a poussé beaucoup de pays occidentaux à mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique, comme la réhabilitation thermique des bâtiments existants et la mise en place d'une réglementation thermique obligatoire pour les nouvelles constructions.

Cependant les premières réglementations thermiques avaient tendance à mettre en avant l'aspect énergétique et à négliger les aspects socio-culturels et écologiques ; apparaissent alors d'autres approches plus globales, telle que 'l'éco-construction' ou le 'Bâtiment écologique', et 'l'architecture durable' qui intègre plusieurs aspects du développement durable.

Selon l'APRUE (Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'utilisation de l'Energie) le secteur du bâtiment est très énergivore en Algérie, il constitue 41% de la consommation globale d'énergie finale, d'autant plus qu'il est toujours considéré comme non-productif (ou contreproductif) en matière d'énergies renouvelables. Il est donc urgent d'adopter de nouvelles approches dans nos constructions adaptées aux nouvelles exigences environnementales et économiques.

Notre pays connaît donc le début d'une transition énergétique dans le secteur de la construction, l'état a mis en place des établissements tels que l'APRUE, qui a élaboré le Programme national pour la maîtrise de l'énergie (PNME, 2007- 2011) ; ce programme se décline sous forme d'un plan d'action qui s'intéresse à l'ensemble des secteurs de consommation, notamment celui du bâtiment.

Outre la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique sur tout le territoire national en 2011, le prochain plan quinquennal prévoit 3000 autres logements de type public locatif (LPL). Il a été également prévu la réhabilitation thermique de 4000 logements. (W.Bouamama 2013).

Ces divers projets s'inscrivent dans le cadre du programme Eco-bât qui vise à améliorer le confort thermique dans le secteur résidentiel et réduire la consommation en chauffage et en climatisation car la consommation électrique dans le secteur résidentiel représente un taux de 33% de la consommation totale d'électricité, quant à la consommation en produits gazeux, elle enregistre un taux de 70% de la consommation totale des produits gazeux. (W.Bouamama 2013).

C'est dans ces deux contextes : mondiale et nationale qu'il est important de situer la question de la réhabilitation thermique des bâtiments à valeur patrimoniale, ou 'anciens' ce terme peut désigner plusieurs périodes et ils varient en fonction des contextes géographiques et historiques propres à chaque pays. Si l'on prend l'exemple de Paris, les immeubles considérés comme "anciens" sont ceux qui furent construits avant 1949, l'enjeu de la réhabilitation thermique de ces constructions est considérable, car ils constituent la moitié du parc urbain Parisien, mais malgré sa, la prise de décision est très difficile car

les travaux de réhabilitation ne doivent au aucun cas changer l'aspect esthétique des façades. La pose d'un isolant extérieur est donc problématique, d'autant plus qu'isoler un mur en pierre par l'intérieur risque de créer des problèmes de condensation et d'humidité. (Hovig Ter Minassian 2011)

C'est pourquoi il est facile de déboucher sur un paradoxe dans la question de la réhabilitation thermique du patrimoine, surtout si l'on a tendance à vouloir le « figer », il ne faut pas oublier qu'il est avant tout une construction qui doit répondre aux valeurs et aux exigences de la société.

L'Algérie recèle un riche patrimoine architectural et urbain qui témoigne des différentes civilisations qui se sont succédés sur son territoire, ainsi que du savoir-faire ancestral acquis par sa population autochtone, nous avons choisi de travailler sur un tissu traditionnel très dense situé dans la ville de Blida, à savoir le quartier de Ouled Soltane plus connu sous le nom de Douirette, les gens de Blida le qualifie souvent de 'Casbah de Blida'.

Le choix de ce site s'est porté sur deux constat : premièrement la richesse et la sensibilité de ce tissu qui rappelle les médinas, et qui se démarque par un caractère architectural « mixte », c'est-à-dire que l'on peut observer dans les maisons anciennes de Douirette qui constituent un tissu andalous, des éléments architectoniques issue de l'époque coloniale.

Dans un deuxième temps nous fumes étonnés de constater que Douirette n'est pas classé patrimoine nationale, et qu'il y avait très peu d'études et de recherches académiques sur ce tissu urbain très dense.

Un constat alarmant a été fait par Amine Boukhalfa, dans son ouvrage : *Les anciens tissus urbains en Algérie, cas de Blida, Approche méthodologique*, les villes anciennes d'Algérie sont dans un état chaotiques au point où leur caractère devient méconnaissable, malgré l'existence de plusieurs édifices témoignant de la richesse de notre patrimoine architecturale et urbanistique rien ne semble nous pousser à réagir face à ce patrimoine en ruine.

En effet il est facile de constater la prédominance d'une volonté de tout démolir, et de reconstruire du neuf, si cette mécanique continue elle va conduire beaucoup de centres urbains qui ont forte valeur patrimoniale à leur perte.

Les maisons à patio introverties, représente la typologie dominante de l'habitat vernaculaire en Algérie, elle a fait rêver plus d'un artiste, architecte ou écrivain nous citerons un petit extrait d'un texte de Mohammed Dib qui décrit sa conception du patio « ...et si par chance votre cour possède un bassin, un jet d'eau et un carré de fleurs autour ou que simplement un abricotier y soit planté (...) : assurément vous connaissez le bonheur. » (M.Dib 2003)

La maison à patio a longtemps représenté une architecture bioclimatique, ses vertus sont encore reconnues de nos jours et elle a fait l'objet de nombreuses recherches académiques, toutefois, malgré ses nombreuses qualités il nous est forcé de constater qu'elle ne répond plus aux exigences de confort de

la société contemporaine, nous avons eu la chance de questionner les habitants de la maison qui ont pu affirmer que le principal inconvénient est le fait que la maison soit ouverte en toute saison.

La volonté croissante de systématiquement tout raser pour reconstruire et l'absence de réglementation aggrave la situation, les sites sont livrés à l'abandon, et ils sont en train de disparaître et avec eux disparaît une bonne partie de notre histoire et notre identité.

L'objectif de cette recherche sera d'évaluer le rôle bioclimatique de la galerie dans une maison introvertie à patio, puis d'apporter une solution contemporaine qui pourrait améliorer ce rôle, tout en respectant l'aspect esthétique du bâti ainsi que le respect des usages, mais c'est aussi l'occasion de réinterpréter ses usages dans le cadre de la transition énergétique, et plus globalement dans le cadre du développement durable.

## **I.2 Problématique :**

L'architecture bioclimatique n'est que le prolongement et le développement de l'architecture vernaculaire, nous sommes passés « d'une architecture sans architectes » où l'être humain a su utiliser le bon sens dans l'art de bâtir afin de s'adapter au climat, à une architecture plus développée qui emprunte à la science sa théorie et se sert des nouvelles avancées technologiques pour résoudre les problèmes d'ordre technique afin de produire une architecture qui répond aux exigences de la société moderne.

En Algérie, les tissus anciens sont dans une situation chaotique en plus de l'inconfort des occupants, en particulier pendant la saison hivernale, une amélioration du confort thermique dans ces maisons anciennes pourrait contribuer à leur préservation à condition de respecter leur caractère architectural et de réaliser des transformations dans les règles de l'art et sans trop de frais.

**1) Quel est le rôle bioclimatique de la galerie « Riwak » ?**

**2) Comment optimiser la performance thermique de la galerie afin de l'adapter aux nouvelles exigences du confort ?**

## **I.3 Hypothèses :**

1. La galerie dans son état initial optimise le confort thermique dans les pièces adjacentes en été.
2. La galerie ouverte joue un rôle minime dans le chauffage solaire passif en hiver, quel que soit l'ombre portée.
3. La transformation de la galerie en espace vitré peut contribuer à diminuer la consommation du chauffage en hiver.

## **I.4 Objectifs de la recherche :**

Les objectifs de cette recherche s'articulent autour d'une notion complexe qui se base sur trois questions essentielles dans le domaine de l'architecture durable et de l'éco-construction :

En partant de l'étude d'un dispositif traditionnel qui a fait ses preuves au fil du temps, nous avons voulu montrer la nécessité d'étudier les solutions qu'il offrait, dans le but de réinterpréter ses meilleurs avantages dans l'architecture de demain, mais également dans le but de l'améliorer, et de l'adapter aux nouvelles exigences de confort et d'efficacité énergétique.

Nous espérons enfin qu'à travers cette étude nous contribuerons à faire avancer la réflexion sur la question de la réhabilitation thermique du patrimoine architectural, à travers des solutions passives qui respectent l'identité de cet héritage précieux.

## **I.5 Structure du mémoire :**

Le travail se structure en trois grandes parties, que voici :

### **I.5.1 Chapitre introductif :**

Explique le contexte général de la recherche, la problématique, les hypothèses et objectifs de recherche.

### **I.5.2 Etat des connaissances:**

Ce chapitre se compose de trois volets, à savoir :

1- Cerner les notions de l'architecture bioclimatique passive, de la performance thermique du bâtiment et de l'efficacité énergétique, ainsi que la stratégie du chauffage solaire passif.

2-Comprendre la notion de développement durable et le bioclimatisme dans l'habitat vernaculaire et plus précisément, dans la maison à patio arabo-andalouse.

3-Etat des connaissances sur la galerie avec une synthèse bibliographique sur les études menées sur ce dispositif architectural

### **I.5.3 Méthodologie et cas d'étude :**

Présentation du cas d'étude : présenter le relevé de la maison, caractéristiques architecturales et climatiques

1-Diagnostic par simulation thermodynamique de l'impact d'une galerie sur la consommation énergétique dans les pièces adjacentes, dans une maison traditionnelle à « Douirette », dans le contexte climatique de Blida.

2- Etude paramétrique et présentation des variables : interventions sur l'espace de la galerie pour optimiser sa performance thermique en hiver.

#### **I.5.4 Simulations et Discussion des résultats**

1. Etude du rôle bioclimatique de la galerie : Etat initial
2. Introduction d'un vitrage pendant la période hivernal (Variante typologique)
3. Effet de la hauteur du vitrage (ou pourcentage % du vitrage)
4. Effet de l'orientation.
5. Conclusion, recommandations générales et perspectives de recherche

## **II. Etat des connaissances**



## II.1 Introduction :

*« Peut-être devrions nous apprendre à parler l'architecture, cette langue qui ne sait pas séparer les éléments les uns des autres, ni l'homme des éléments davantage ? Et s'il fallait commencer par quelques mots, j'apprendrais volontiers : la présence, l'en-propre, l'en commun et le vivant »*(Ph. Madec 1994), à propos du sens de la nature dans l'œuvre architecturale.

Dans ce chapitre nous tenterons de cerner les trois piliers de notre problématique qui sont : la théorie de la conception bioclimatique de manière générale, la recherche d'une efficacité énergétique dans le bâtiment et en particulier dans les bâtiments anciens, et enfin la compréhension du bio climatisme dans l'architecture vernaculaire ainsi que les notions de durabilité dans cette architecture qui fait l'objet de notre étude.

Nous jugeons que ces trois domaines sont étroitement lié aux principes de développement durable dans le domaine de la construction, elles sont indispensables pour créer une continuité entre l'architecture du passé, du présent et celle de demain.

## II.2 Principes de l'Architecture Bioclimatique:

### II.2.1 Définition :

L'Architecture bioclimatique est l'art de concevoir des bâtiments en harmonie avec l'homme et son environnement, il s'agit de tirer le meilleur parti des conditions climatique du site afin d'assurer le confort de l'occupant tout en minimisant les besoins énergétiques non renouvelables et en préservant les ressources naturelles.<sup>1</sup>

Le terme Bioclimatique se compose de deux concepts :

**Bio:** Biologie, osmose entre l'homme et la nature au sens large.

**Climatique :** Faisant référence au données climatiques d'un lieu.

### II.2.2 Les facteurs climatiques :

---

<sup>1</sup>[www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)

Le climat est l'ensemble des conditions atmosphériques au-dessus d'un lieu, à un moment donné, il se compose de : la température, l'humidité, les précipitations les vents et l'ensoleillement. Ces éléments sont appelés éléments du climat.

Les facteurs climatiques sont rapportés en trois catégories (Raynaud, 1984) :

- Facteurs énergétiques : rayonnement, lumière, et température.
- Facteurs hydrologiques : précipitation, et hygrométrie.
- Facteurs mécaniques : vents, et enneigements.

Dans le paragraphe ci-dessous, nous présenterons l'ensemble des éléments constituant le climat :

## **II.2.3 Facteurs énergétiques :**

### **II.2.3.1 L'Ensoleillement :**

L'ensoleillement, aussi appelé *insolation*, est la mesure du rayonnement solaire que reçoit une surface au cours d'une période donnée, s'exprimant en mégajoules par mètre carré, MJ/m<sup>2</sup> (comme recommandé par l'Organisation météorologique mondiale) ou en watts-heures par mètre carré, Wh/m<sup>2</sup>. Cette mesure divisée par le temps d'enregistrement fournit la mesure de densité de puissance, appelée l'éclairement énergétique/irradiance, exprimé en watts par mètre carré (W/m<sup>2</sup>). (K.TAYEB 2011)

### **II.2.3.2 B) Le Rayonnement solaire :**

Le rayonnement solaire est le déplacement de l'énergie sous forme de radiations solaires, transmettant de la chaleur sous forme d'ondes électromagnétiques constituant le spectre solaire.

En traversant l'atmosphère, le rayonnement solaire subit une diminution d'intensité par absorption, réflexion, et diffusion (Givoni. 1978). Ainsi l'ensemble de la radiation solaire estimée à 1.4 Kw/m<sup>2</sup> (communément appelé constante solaire) subit l'action suivante (Baker 1987) :

- a) 32% des radiations sont réexpédiées vers l'espace par réflexion lumineuse.
- b) 15% des radiations sont absorbées par l'atmosphère.
- c) 53% des radiations sont reçues par la surface de la terre, dont 47% sont absorbées par le sol, et 6% réfléchies.

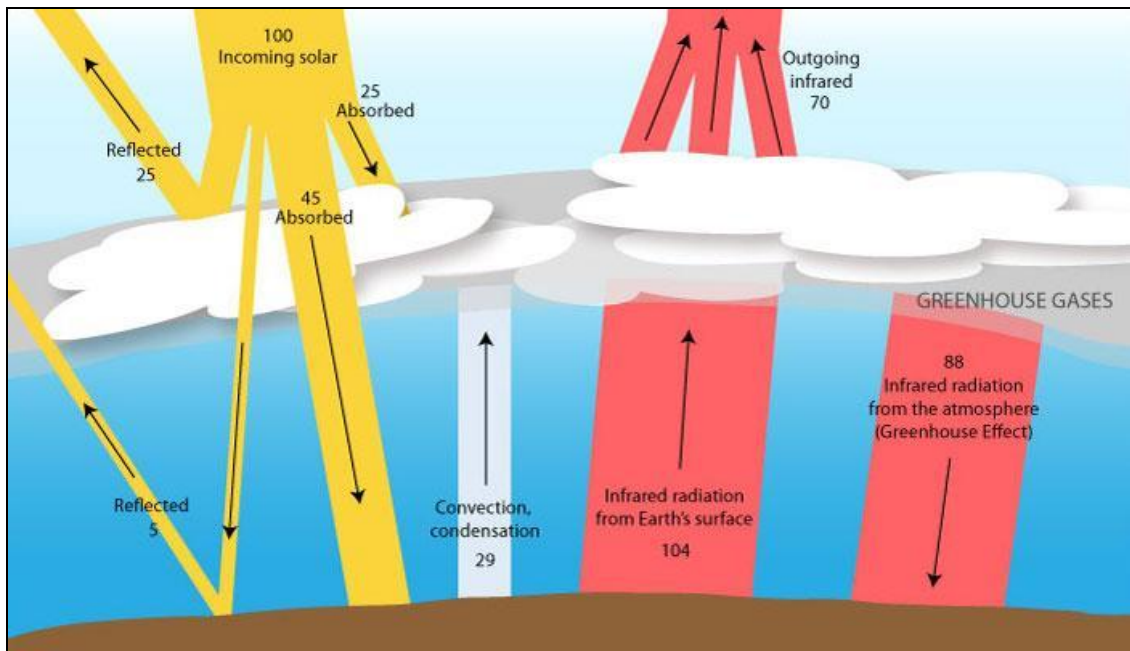


Figure II-1 Bilan Radiatif terrestre (www.climatechallenge.be)

### II.2.3.3 Types de rayonnement solaire :

#### a) Rayonnement direct :

Rayonnement solaire est dit direct, quand il ne subit pas de déviations importantes dans sa course à travers l'atmosphère. C'est le cas d'un ciel clair et dégagé de nuage.

#### b) Rayonnement diffus :

On entend par là, le rayonnement qui, lors de son parcours, est dévié dans toutes les directions par des obstacles tels que : nuages, brouillard, molécules d'air, vapeur d'eau, ainsi que des aérosols.

#### c) Rayonnement global :

Le rayonnement solaire parvient au sol soit directement (rayonnement direct), soit après diffusion par la voûte céleste et les nuages (rayonnement diffus). Le rayonnement global est la somme de ces deux rayonnements, reçue sur une surface.

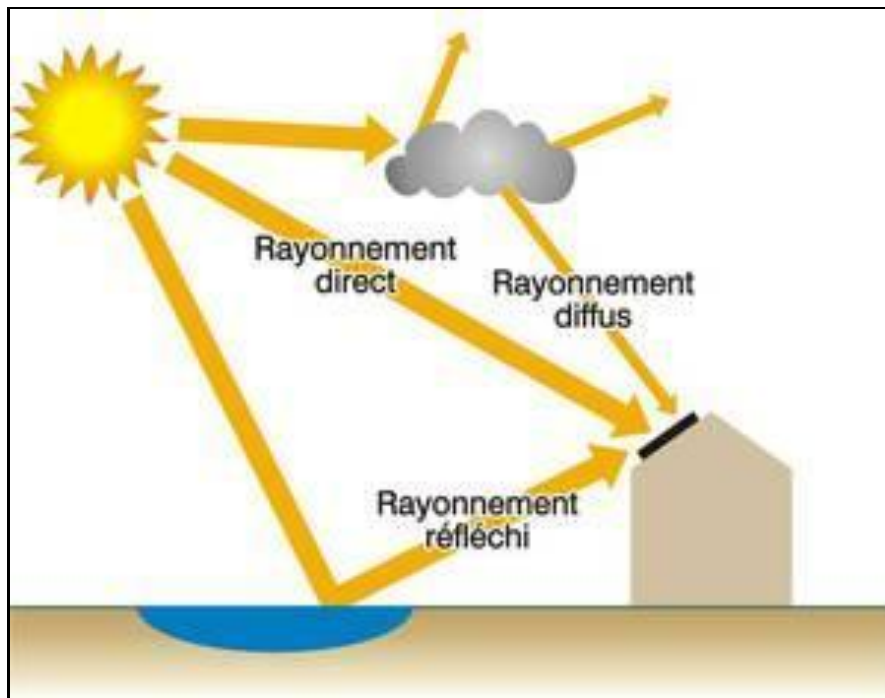


Figure II-2 Rayonnement solaire global (www.ef4.be)

Dans la vie courante, elle est reliée aux sensations de froid et de chaud, provenant du transfert de chaleur entre le corps humain et son environnement.

C'est un élément essentiel dans la recherche du confort thermique c'est pourquoi il semble essentiel de comprendre les mécanismes dynamiques de cette composante du climat, afin de mieux la manipuler pour assurer le confort intérieur.

## II.2.4 Facteurs hydrologiques :

### II.2.4.1 Les précipitations :

Les précipitations sont produites par le phénomène de condensation de l'air dans les couches supérieures de l'atmosphère, sous forme de nuages contenant des gouttelettes d'eau, l'air s'élevant de plus en plus haut, le poids des gouttelettes augmente, provoquant ainsi la chute de pluies ou de neige. (Givoni. 1978).

### II.2.4.2 Hygrométrie :

L'hygrométrie caractérise l'humidité d'eau contenue dans l'air. Elle subit des variations en fonction de la température, et constitue un facteur déterminant dans la sensation de confort indépendamment de celle-ci.

En effet pour une même température ambiante (par exemple 25°C), la chaleur peut être supportable ou complètement désagréable, car un taux d'humidité relative élevé (au de la de 70%) ne permet pas au corps de transpirer, il ne peut donc pas se rafraichir.(Givoni 1978)

L'humidité s'exprime en terme de :

#### II.2.4.3 **Humidité absolue :**

Ce terme reflète le poids de la vapeur d'eau contenu dans une unité volumétrique, et s'exprime en : (g/m<sup>3</sup>).

#### II.2.4.4 **Humidité relative :**

C'est le rapport entre l'humidité absolue et la quantité d'humidité maximale que peut contenir l'air, elle s'exprime en pourcentage.

### II.2.5 **Facteurs mécaniques :**

#### II.2.5.1 **LES VENTS**

L'origine des vents est due aux mouvements conventionnels de l'atmosphère, et c'est le mouvement horizontal qui tend à équilibrer les différentes zones de pressions dans l'atmosphère. (Gandemer J. 1979). On peut illustrer essentiellement trois types de vents : les vents alizés, les vents d'Ouest, et les vents polaires, complétés par les vents dits de moussons, la brise, les vents des montagnes et des vallées. (Givoni 1978).

### II.2.6 **Stratégies de conception bioclimatique :**

L'architecture solaire passive se définit comme l'art de bâtir une habitation en profitant au mieux du rayonnement solaire pour les besoins de chauffage ou de climatisation. La conception de l'habitation dépend avant tout de sa localisation et de son climat.

On distingue deux stratégies principales de conception bioclimatique passive :

- 1. Le chauffage solaire passif**
- 2. Le refroidissement naturel**

#### II.2.6.1 **Les principes d'un chauffage solaire passif :**

Il s'agit d'utiliser les rayons solaires pour chauffer l'intérieur d'un bâtiment. Il faut d'abord capter l'énergie solaire, la stocker dans une masse, puis la redistribuer sous forme de chaleur durant la période de non ensoleillement ; cette chaleur contenue dans le bâtiment sera conservée jusqu'à la période d'ensoleillement.

##### **d) Capter :**

C'est introduire les rayons solaires à l'intérieur du local à travers la partie transparente de l'enveloppe. Il s'agit de transformer l'énergie solaire en chaleur. (Liébard, A. et De Herde, A. 2005). Le captage des rayons solaires dépend du climat, de la nature des surfaces de l'enveloppe, de la topographie du site et de l'ombrage. (Potin, A. et al 2004).

Pour augmenter la transmission des rayons solaires à l'intérieur, il faut augmenter la surface des vitrages orientés vers le rayonnement solaire direct durant la période de chauffe.

**e) Stocker :**

Durant une journée ensoleillée, le captage des rayons solaires augmente le risque de surchauffe. L'absence d'ensoleillement durant la nuit provoque une diminution remarquable de la température. Afin de régler ce déséquilibre entre le jour et la nuit, l'utilisation des matériaux de construction à forte inertie thermique permettra de stocker l'excès de chaleur accumulée dans la journée et de la restituer durant la nuit (Mazria, E. 2005). La masse thermique permet d'atténuer les fluctuations de température selon la capacité d'accumulation de chaque matériau de construction. (Liébard, A. et De Herde, A. 2005).

**f) Conserver :**

Lorsqu'il s'agit d'un climat froid, toute chaleur reçue suite à un ensoleillement, à un apport interne ou encore à un système chauffage, doit être conservée. (Liébard, A. et De Herde, A. 2005).

La forme du bâtiment, l'isolation thermique, l'étanchéité de l'enveloppe et l'échange de chaleur sont des éléments essentiels pour la conservation de celle-ci. D'autres facteurs sont nécessaires pour conserver la chaleur comme : l'organisation spatiale suivant la trajectoire du soleil, la nature de l'enveloppe et l'utilisation des espaces tampons pour protéger la partie habitable du bâtiment. (Potin, A. et al 2004).

**g) Distribuer :**

La phase finale du chauffage solaire passif consiste à distribuer la chaleur stockée. Il faut orienter la chaleur vers les espaces habitables. Donc, il s'agit d'utiliser les modes de transfert de chaleur par rayonnement et convection. (Potin, A. et al 2004). Une bonne distribution de la chaleur selon les besoins de l'utilisateur est faisable par le choix d'une ventilation adaptée. (Liébard, A. et De Herde, A. 2005).

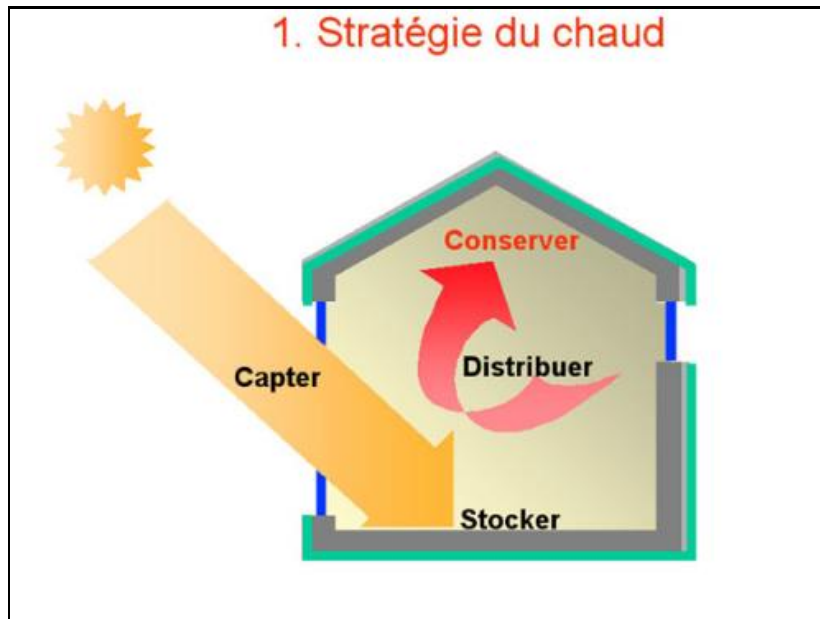


Figure II-3 Principes du chauffage solaire passif. (www.archiwatt.com)

## II.2.7 Principes de bases s'appliquant à toute conception bioclimatique :

### II.2.7.1 L'intégration au site :

Une implantation réfléchiée adaptée à la topographie, au microclimat, et au paysage est primordial dans la conception bioclimatique. Il est important de tirer le meilleur parti du site : en utilisant l'inertie du sol pour la régulation thermique, en orientant le bâtiment de manière à profiter du soleil en hiver et s'en protéger en été, et en se protégeant des vents froids ou des vents chauds.

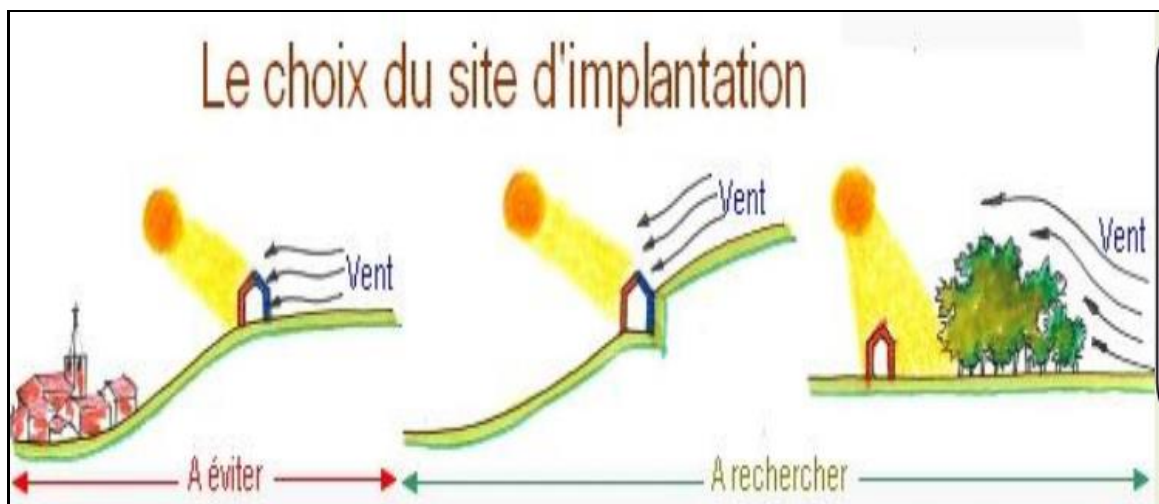


Figure II-4 Choix d'implantation dans différents contextes (www.maisonspassives.com)

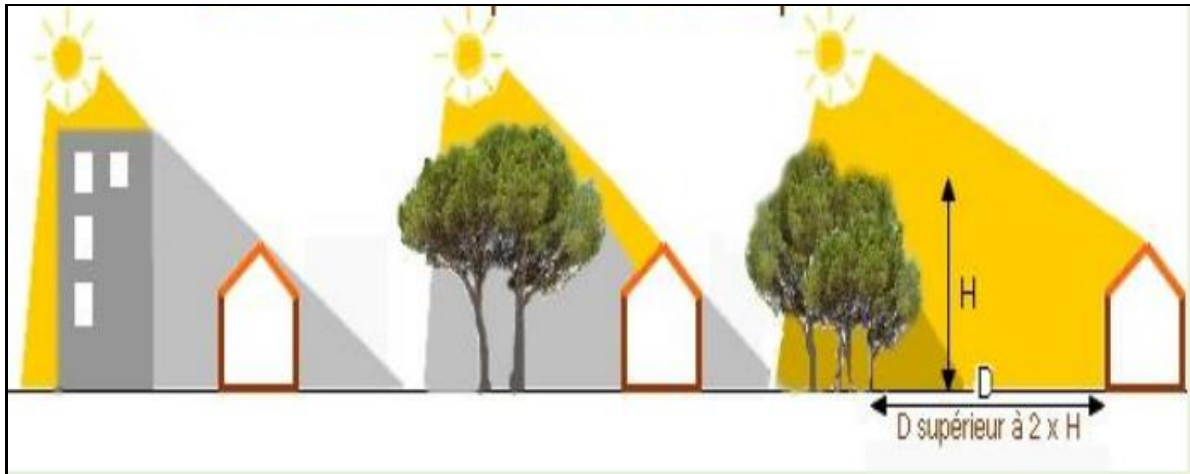


Figure II-5 Règle de calcul de l'ombre portée en fonction de la position des masques (www.slideplayer.com)

### II.2.7.2 La Forme géométrique et l'orientation :

Une étude de Victor Olgyay sur le comportement thermique de différentes formes géométriques a démontré les résultats suivants en fonction du contexte climatique :

-La Forme carrée n'est pas optimale quelque soit sa localisation, bien que sa compacité dans les climats extrêmes (très chauds ou très froids) a le mérite de réduire les surfaces exposées à cet environnement hostile.

-La forme allongée dans l'axe Est/Ouest donne généralement les meilleurs résultats, en particulier dans les climats chauds et humides ; tandis qu'un allongement dans l'axe Nord/Sud entraîne une forte consommation d'énergie et ce quelque soit la saison.

-Dans un climat tempéré tel que le climat méditerranéen les amplitudes de températures sont relativement faibles ce qui permet une certaine liberté formelle.

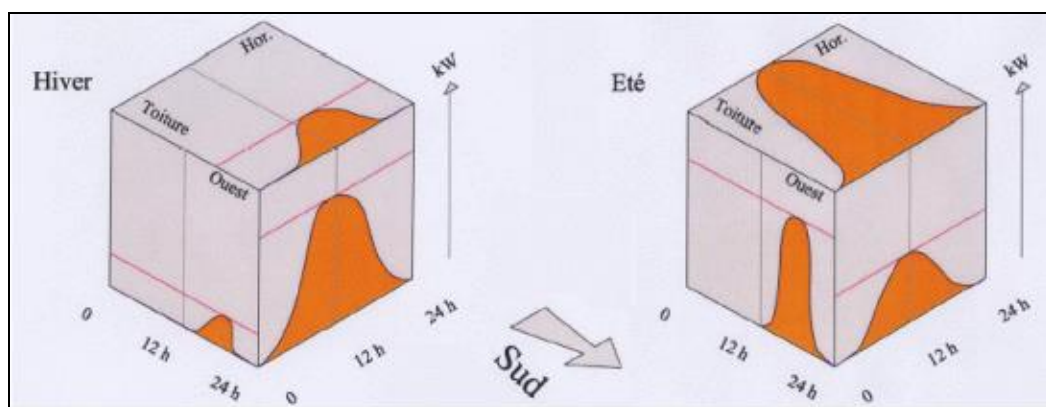


Figure II-6 Puissance solaire reçue selon l'orientation de la façade (CERTU mémento technique du Bâtiment 2)



### II.2.7.3 La compacité :

La compacité d'un volume est mesurée par le coefficient de forme qui est le rapport entre la surface de l'enveloppe (surface des parois extérieures) et le volume spatial ; la forme carrée est la plus compacte avec un coefficient de compacité égale à 1, plus ce dernier augmente plus les déperditions thermiques sont importantes. (Courgey et Olivia, 2006).

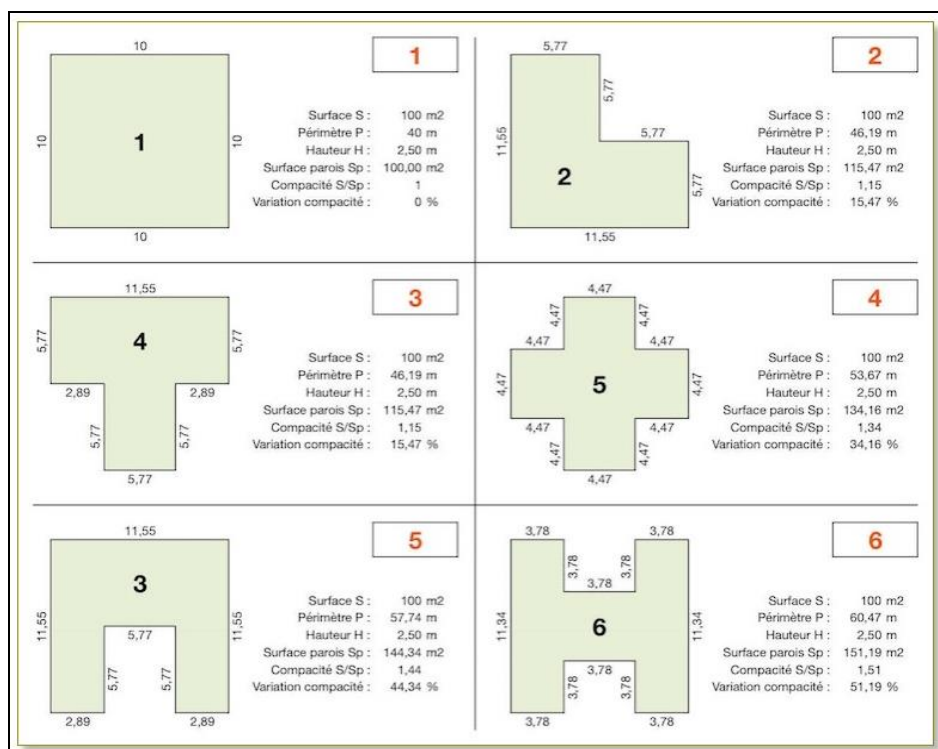


Figure II-7 Classement des formes selon leur compacité (www.passivact.com)

D'après B.Givoni (1998), il est recommandé d'opter pour une forme compacte si l'on privilégie l'inertie thermique, et au contraire une forme éclatée si l'on privilégie la ventilation naturelle. A titre d'exemple une habitation isolée dotée d'un patio aura une faible compacité ; sauf si elle se situe dans un contexte urbain compacte, c'est pourquoi l'indicateur de compacité doit être en rapport avec les conditions du site, tel que la position de la maison dans parcelle, si celle-ci est isolée les déperditions thermiques seront plus importantes que pour une maison accolée à d'autres habitations.

### II.2.7.4 Le Zonage thermique :

La disposition des espaces par rapport à l'environnement extérieur doit tenir compte de leurs besoins énergétiques, journaliers et saisonniers.

Selon l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) cette technique appelée « Zonage thermique » consiste à organiser les zones d'habitation selon l'ambiance thermique souhaitée.

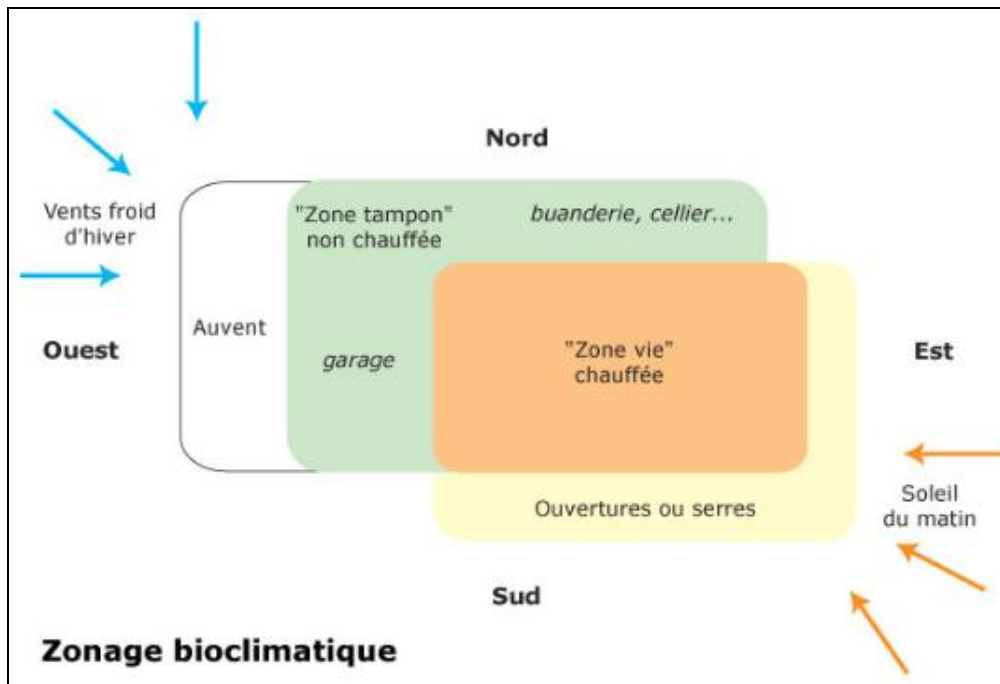


Figure II-8 Schéma expliquant le zonage bioclimatique (www.passivact.com)

### II.2.7.5 Inertie et isolation de l'enveloppe :

C'est à travers les parois de l'enveloppe que sont captés, stockés, et restitués les apports calorifiques en hiver. Ces parois permettent également de se protéger du soleil en été et de garder la fraîcheur à l'intérieur de l'espace.

Les caractéristiques thermiques des matériaux utilisés vont grandement influencer la gestion des transferts de chaleur entre l'environnement intérieur et extérieur.

L'inertie thermique d'un matériau permet de limiter les effets d'une variation « rapide » de la température extérieure sur le climat intérieur au moyen d'un déphasage thermique et de l'amortissement de l'amplitude de cette variation.

Un déphasage suffisant fera en sorte que la chaleur extérieure « n'arrive » qu'en fin de journée dans l'habitat, période où il est plus facile de rafraîchir grâce à une simple ouverture des fenêtres.

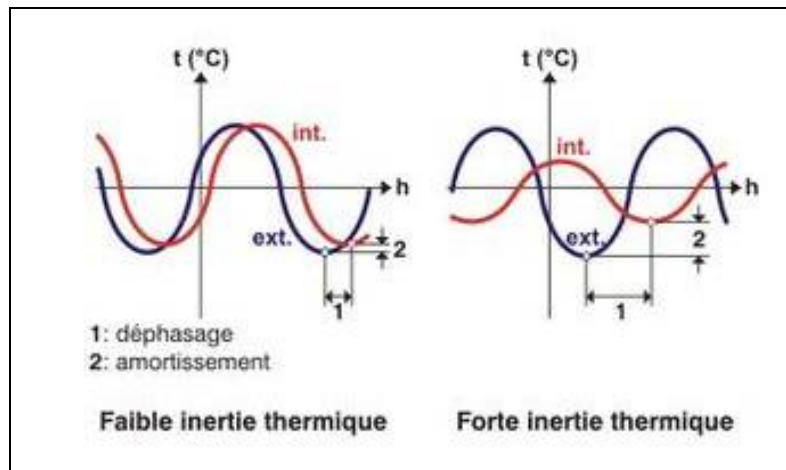


Figure II-9 Courbes de déphasage thermique selon l'inertie du matériau

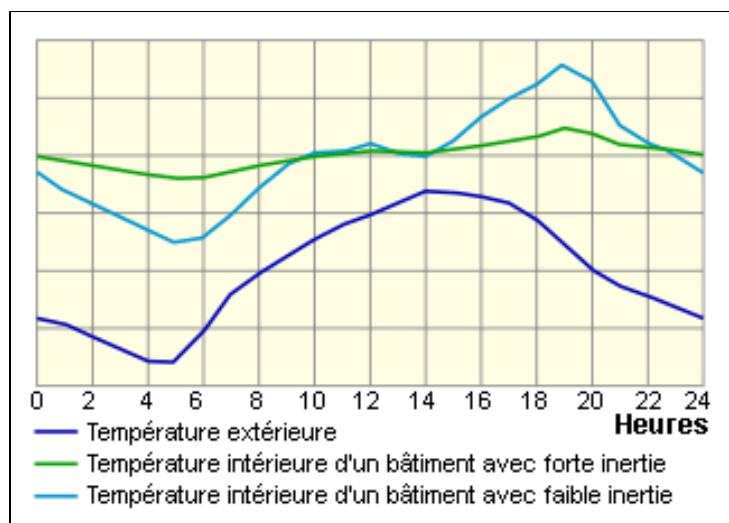


Figure II-10 Évolution des températures intérieures lors d'une journée d'été dans un bâtiment à forte inertie et dans un bâtiment à faible inertie. (energieplus-lesite.be)

### II.2.7.6 Ouvertures :

L'orientation et le dimensionnement des ouvrants sont des critères très importants à prendre en considération lors d'une conception architecturale car les ouvertures sont la principale source de déperditions thermiques, dans l'architecture vernaculaire elles sont limitées dans, cependant on constate un attrait pour les façades vitrées dans l'architecture contemporaine, l'utilisation inconsidérée du vitrage conduit à des surconsommations énergétiques. (S.Bellara 2005). Pour le chauffage solaire passif, c'est l'orientation sud qui est favorable, la façade nord en revanche ne reçoit aucun ensoleillement, et les ouvertures y sont limitées ou inexistantes en climat froid. Dans les climats chauds, cette orientation peut s'avérer intéressante d'autant plus qu'elle jouit d'une intensité lumineuse homogène. (Mazria, 2005)

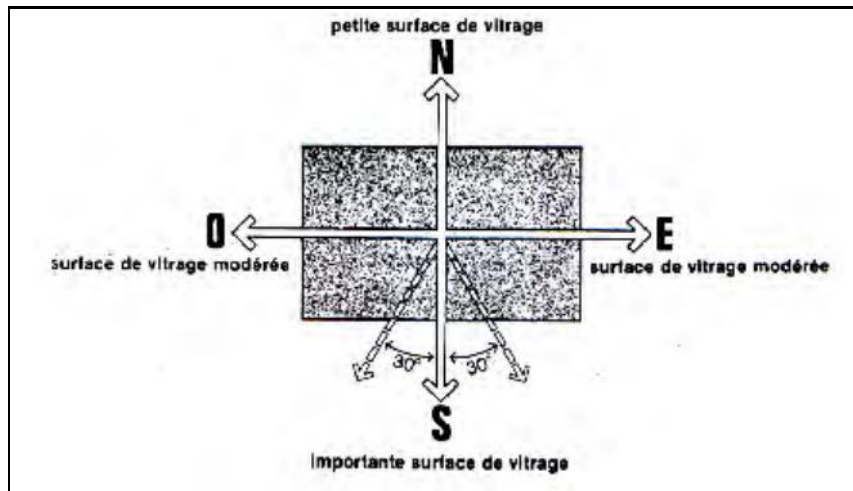


Figure II-11 Degré de transparence des façades selon l'orientation (Mazria 1980)

### II.2.7.7 Usage de la végétation :

L'utilisation de différents types de végétaux tel que les arbres à feuilles caduques permet d'agir de manière positive sur le climat intérieur en apportant une excellente réponse naturelle au besoins contradictoires des espaces entre la saison chaude et la saison froide. Les arbres et haies peuvent être utilisés pour créer de l'ombre en été, ou au contraire laisser passer le rayonnement solaire lorsqu'il est souhaité en hiver.

Les végétaux apportent d'autres avantages tels que l'humidification et le rafraîchissement de l'air par évapotranspiration, l'oxygénation et la fixation du carbone.

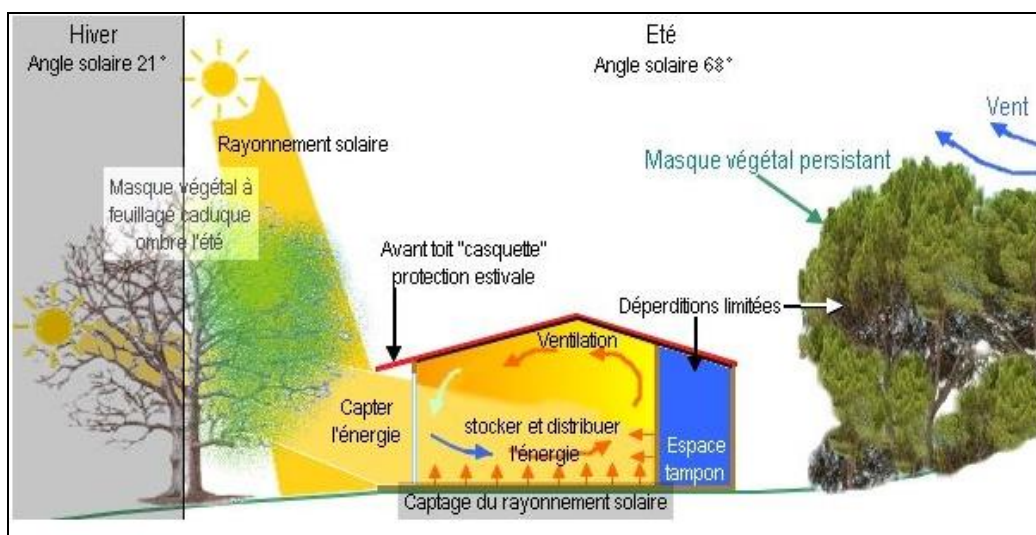


Figure II-12 Utilisation saisonnière de l'élément végétal. (www.biopigs.canalblog.com)

## II.2.8 Quelques dispositifs bioclimatiques en climat méditerranéen :

Les moyens de parvenir au confort dépendent essentiellement des conditions climatiques, mais certains moyens dépendent entièrement de l'utilisateur, un usager qui comprend son environnement, qui est actif et responsable dans la recherche de son propre confort. Notre cas d'étude étant situé dans un climat méditerranéen nous nous intéresserons donc aux usages répandus dans cette zone géographique pour les points suivants.

### II.2.8.1 Usages des occultations :

Il existe plusieurs types de protections solaires en climat méditerranéen. Ces occultations jouent un rôle important dans le confort d'été et dont leur efficacité dépend essentiellement d'une utilisation judicieuse de la part des occupants. Les protections verticales telles que les persiennes et moucharabiehs permettent de se protéger du soleil tout en permettant à l'air de circuler, tout en préservant l'intimité.



Figure II-13 Maison avec persiennes à Marseille ([www.gcp13.com](http://www.gcp13.com)) Figure II-14 Moucharabieh au palais l'Alhambra ([www.hiverminer.com](http://www.hiverminer.com))

Il existe également des protections horizontales fixes ou mobiles, elles font parfois partie intégrante du volume de la maison comme les débords de toiture ou les galeries pour les maisons à patio, ou des protections fixes construites avec des matériaux naturels tels que les « tonnelles » qui sont des abris souvent mis en place pour protéger les espaces extérieurs de l'habitation.



II-13 Tonnelle de jardin végétale, (www.pinterest.fr)



Figure II-14 Auvent rétractable, (www.onbuy.com)

Figure

Avec les développements des techniques constructives et l'introduction de la technologie dans le secteur de la construction de nouveaux dispositifs ingénieurs sont apparus, tels que les brises soleil orientables soit manuellement par l'occupant soit automatiques grâce à des capteurs qui détectent les changements climatiques journaliers et saisonniers.

Disposés généralement en façade, les brises soleil peuvent prendre différentes formes et configurations en fonction de l'orientation du bâtiment et de la course du soleil, ils seront verticaux ou horizontaux .



Figure II-15 Brises soleil orientables (www.polantis.com)



arabe ([www.flicker.com](http://www.flicker.com))



Diaphragme de l'institut du monde

### II.2.8.2 Le nomadisme et les déplacements d'activités :

L'extériorisation de certaines activités produisant beaucoup de chaleur ou d'humidité telles que la cuisine et la lessive est très fréquente en climat chaud à tempéré ; en effet pendant la période estivale cela permet de préserver le confort hygrothermique, en diminuant les apports d'humidité dans les espaces intérieurs cela permet aussi de profiter des vertus assainissantes de l'air extérieur et du soleil. Cette pratique est bien connue dans nos régions ensoleillées.

Quand les différents espaces d'une maison possèdent des microclimats distincts et accentués, les habitants auront tendance à se déplacer entre ceux-ci avec des rythmes journaliers ou saisonniers afin d'améliorer leur confort. (S.Abdulac 2011).

## II.3 Problématique énergétique et son rapport avec le Bioclimatisme :

### II.3.1 Concept d'énergie dans l'Architecture :

Vu qu'elle est indispensable au confort, l'énergie peut s'introduire dans l'architecture à travers deux axes principaux (P. Depecker, 2001) (Figure II-16) :

- Le coût énergétique « initial » de la construction à partir du coût énergétique des matériaux et de la construction.
- Le coût énergétique « vécu » de la consommation du au chauffage, à la climatisation, à l'éclairage et à l'alimentation.

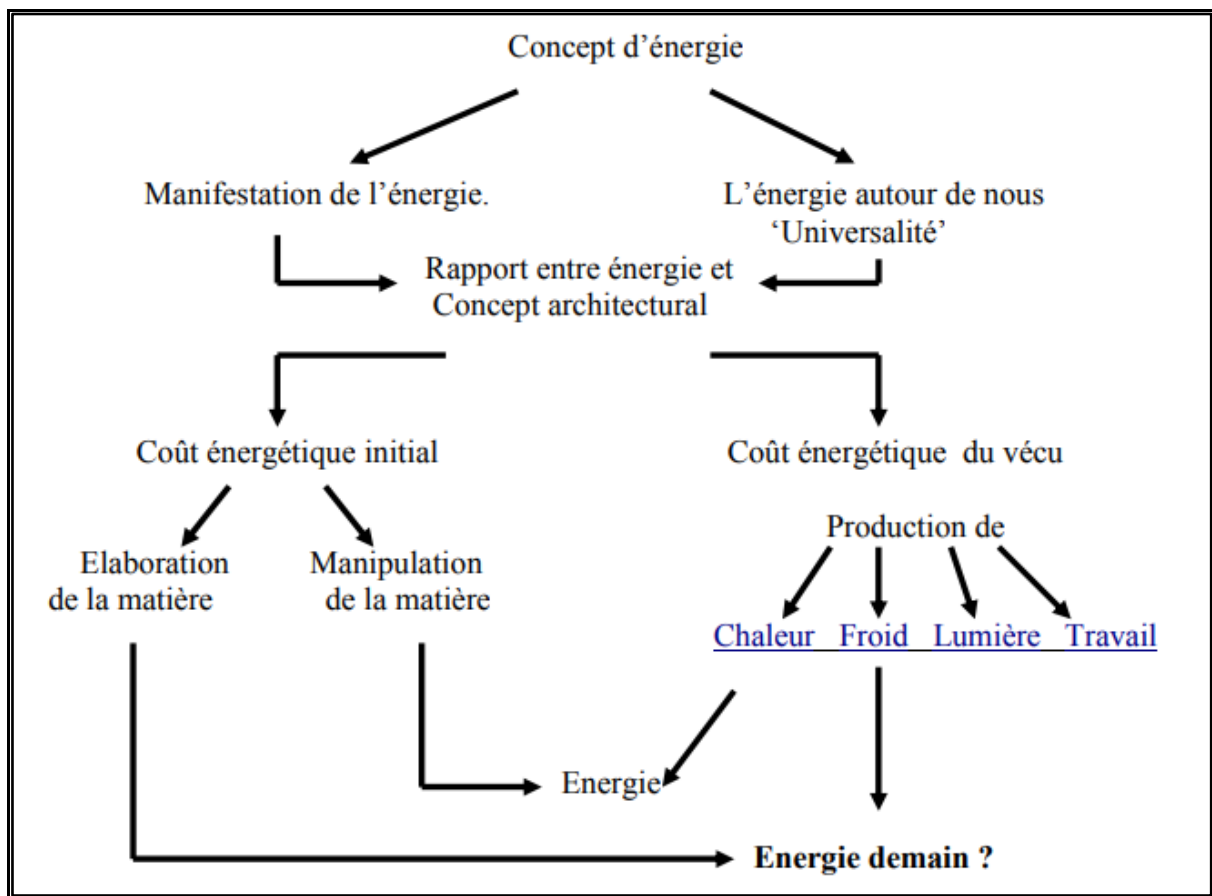


Figure II-16 Organisation des concepts énergétiques autour de l'architecture (DEPECKER.P, 2001)

### II.3.2 La consommation énergétique à travers les âges :

Il ya environ 10 000 ans après la maîtrise du feu, l'homme a commencé à utiliser l'énergie pour se chauffer et cuisiner il consommait environ 5000 Kcal/jour.

Plus l'être humain se développe plus sa consommation énergétique augmente, au moyen âge on commence à utiliser le charbon pour se chauffer ainsi que l'énergie animale pour se déplacer, soit 24

000 Kcal/jour. Avec la révolution industrielle le taux atteint les 70 000 Kcal/jour et il ne cessera d'augmenter jusqu'à atteindre les 230 000 Kcal/jour/habitant aux états unis.(C.Chitour 1994)

Suite aux deux grandes crises énergétiques successives de 1973 et 1979 la consommation de la population mondiale commence à diminuer à partir de l'année 1980.

Consommation individuelle exprimée en [10 <sup>3</sup> Kcal/j ]	Alimentation, domestique et unitaire		Industrie et agriculture	transport	total
	unitaire	domestique			
1- Homme primitif -(1million d'années)	2	-	-	-	2
2- chasseurs (- 100 000 ans)	3	2	-	-	5
3-Agriculteur primitifs (- 7000 ans)	4	4	4	-	12
4-Agriculteur évolué (+ 1400 ans)	6	12	7	1	26
5- Hommes industriels (+ 1870 ans)	7	32	24	14	77
6-Homme technologique (Etat Unis)(+ 1970 ans)	10	66	91	63	230

Tableau 1 Evolution de la consommation énergétique de l'homme de la préhistoire à nos jours

	1925	1955	1960	1972	1980	1984	1992	2000
Etat unis	568	957	1119	1810	2170	2019	-	-
Europe-Ouest	388	438	670	1240	1570	1207	-	-
Le japon	29	37	9	333	524	362	-	-
URSS+ Europe Est +Chine	78	380	976	1595	2047	2377	-	-
Reste du monde	56	146	452	904	1143	1138	-	-
total	1113	1958	3310	5880	7154	7105	8000	9275

Tableau 2 Etat de la consommation de 1925 à nos jours par grandes régions en million de tonnes.(Chitour, 1994)

### II.3.3 Les labels et certifications :

L'évolution des exigences de confort intérieur a fait du secteur du bâtiment le secteur le plus énergivore, les énergies fossiles étant limitées et polluantes, leur utilisation devient problématique. Afin de répondre à cette problématique les acteurs dans le domaine du bâtiment ont fait naître le concept « d'économie d'énergie » qui se base sur trois grandes dimensions :

- La conception bioclimatique permettant une sobriété énergétique intrinsèque.



- Des modes d'exploitation optimaux (entretien et maintenance).
- Les conditions d'utilisation et les comportements des usagers.

Cette nouvelle approche a donné naissance à des labels et des certifications mondiales ou nationales, nous ne détaillerons pas dans ce mémoire les labels à haute ou très haute performance énergétique tels que les labels français (HPE ou THPE), ni les bâtiments à basse consommation (BBC) ou ceux qui incluent l'utilisation des énergies renouvelables comme ENR ou THPE ENR.

Cependant de nombreux labels sont axés sur la performance thermique, visant à réduire la consommation d'énergie liée à l'utilisation du bâtiment grâce à des solutions architecturales et techniques.

### II.3.3.1 Les constructions passives :

Le concept de construction passive désigne un bâtiment conçu de manière à consommer exclusivement ou presque les apports énergétiques gratuits internes et solaires. Une forte isolation et étanchéité du bâtiment permet de le chauffer ou de le refroidir par simple flux d'air (Lequenne et Rigassi 2011).

L'Allemagne s'impose de loin dans ce domaine avec le concept « Passivhaus » qui a démontré qu'il est possible de construire des maisons confortables qui consomment très peu d'énergie.

L'introduction des énergies renouvelables dans ces maisons économes leur permet d'avoir une totale autonomie, on parle dans ce cas-là de « Bâtiments à énergie positive » ces derniers produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment.

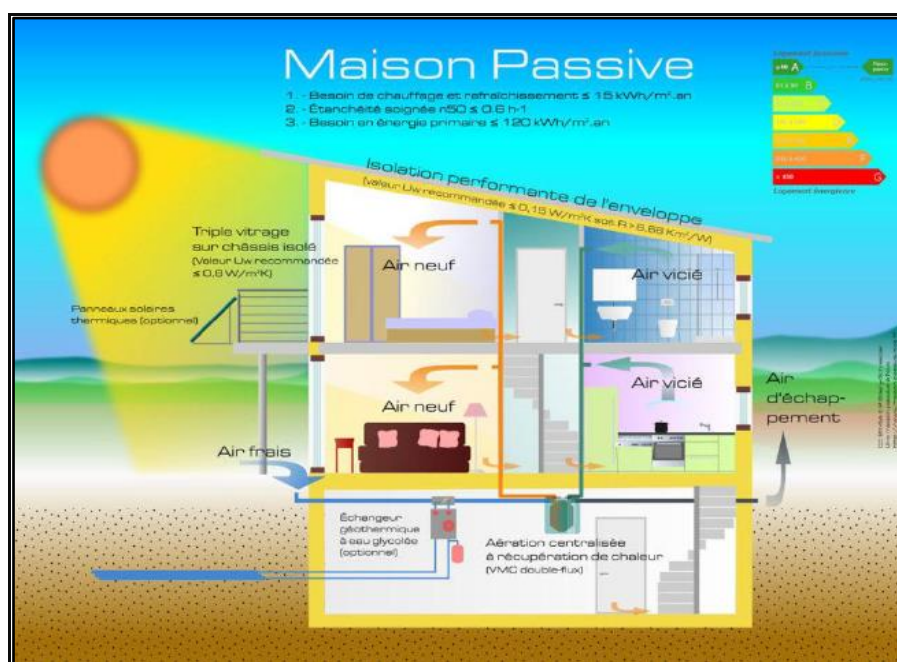


Figure II-17 Principes de conception d'une maison Passive (www.internorm.com)

Aujourd'hui, les performances **énergétiques de l'habitat passif** dépassent celles du Bâtiment Basse Consommation (BBC), le niveau réglementaire français actuellement le plus élevé (Effinergie). Une vraie maison passive doit être certifiée et doit répondre à des critères précis à savoir :

-Le besoin de chauffage doit être **inférieur à 15 kWh/m<sup>2</sup>/an**

-L'étanchéité à l'air doit répondre à cette valeur : **50 < 0,6 /h** : cela signifie une absence totale de fuite dans votre habitation. C'est-à-dire qu'avec une différence de pression de 50 pascals, le flux d'air par heure doit correspondre à moins de 60 % du volume du bâtiment.

-La consommation d'énergie primaire inférieure à **120 kWh/m<sup>2</sup>/an**.

La chaleur de l'intérieur de la maison (occupation, appareils, etc.) et celle apportée par l'extérieur (ensoleillement) suffit à **chauffer l'habitation**. Un bâtiment occupé qui ne perd pas facilement la chaleur interne n'a pas besoin de chauffage pour rester confortable.

### **II.3.3.2 Certification Bâtiment Durable Méditerranéen :**

La certification B.D.M a été créée en France en 2008, elle se base sur l'encrage des projets durables dans le territoire méditerranéen. La démarche est un outil pédagogique d'accompagnement et d'évaluation sur les aspects environnementaux, sociaux et économiques du bâtiment. Elle exige sept catégories de critères obligatoires ou optionnels (S.Deoux 2011) :

1-Réussir la conduite du projet

2- Territoire et site : Critères de choix du site d'implantation : orientation, proximité des transports en communs et voies piétonnes, proximité des commerces et services, ...). Création d'espaces de vie extérieurs, maintien et développement de la biodiversité.

3- Matériaux et chantier : choix de matériaux locaux naturels à faible impact sur l'environnement.

4- Economie d'énergie et sobriété d'usage : conception bioclimatique, maîtrise des apports solaires, isolation thermique avec une proportion de parois à forte inertie de l'ordre de 1/2 de la surface habitable, ventilation double flux avec possibilité de sur-ventilation nocturne et respect de la température maximale de confort en été sans climatisation.

5- Eau : gestion de l'eau, récupération de l'eau de pluie

6-Confort et santé notamment le confort acoustique et visuel.

7- Aspect social : création d'activités et d'espaces communs.

### **II.3.4 L'efficacité énergétique :**

Dans le domaine de l'économie « l'efficacité énergétique » ou l'efficacité énergétique désigne un système dans lequel la consommation d'énergie est réduite pour le même rendement. (Directive 93/76/CEE du parlement européen du 5 avril 2006).

Elle concerne notamment les transports motorisés, mais aussi les métiers du bâtiment et l'industrie . L'efficacité énergétique vise aussi à réduire les coûts écologiques, économiques et sociaux induits par la production, le transport et la consommation d'énergie. Elle contribue à réduire l'empreinte écologique (en diminuant les émissions de carbone et de gaz à effet de serre, Elle augmente la sécurité énergétique, et l'adaptation au changement climatique. (La revue Durable n°61)

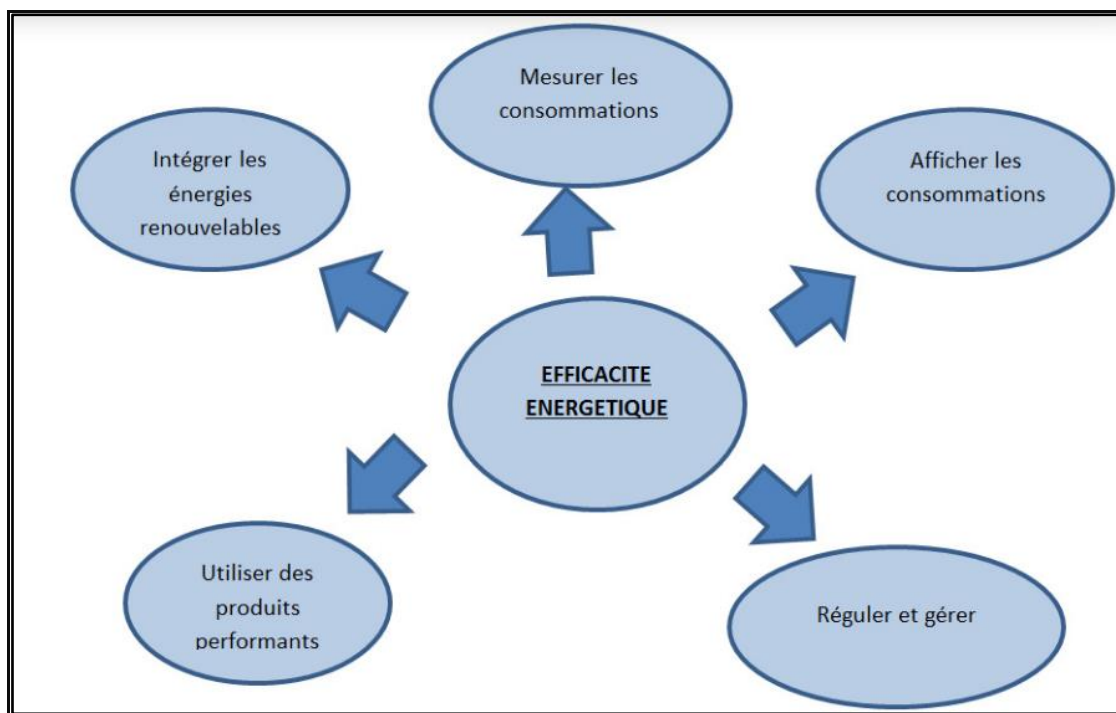


Figure II-18 Les leviers de l'Efficacité énergétique (www.acr-regulation.com)

### II.3.5 L'efficacité énergétique dans le bâtiment :

Appliquée à l'architecture, l'efficacité énergétique passe par une « utilisation rationnelle de l'énergie » utile d'un bâtiment, pour le même confort. Elle représente aussi un vecteur important de la « performance environnementale » car le secteur du bâtiment représente 40% de la consommation globale d'énergie dans le monde. C'est donc un concept clé dans l'éco-construction, et un pilier important dans tous les labels et certifications énergétiques. Les objectifs de performance vont déterminer la conception d'un bâtiment dès son esquisse, bien avant la demande de permis de construire. (Suburban areas favoring energy efficiency (SAFE) : Rapport scientifique et technique final.2012).

### II.3.6 La performance énergétique d'un bâtiment

Généralement exprimée en kilowattheures d'énergie primaire consommés pour 1 m<sup>2</sup> et sur une année (KWh-ep/m<sup>2</sup>.an), la performance énergétique d'un bâtiment désigne sa capacité à limiter les

consommations d'énergie à l'intérieur d'un logement, compte tenu de la qualité de ses équipements de chauffage, mais peut-être avant tout, de son comportement thermique. Ce dernier désigne l'évolution des températures à l'intérieur du bâtiment. Il est la somme d'un ensemble de facteurs à la fois urbanistiques, architecturaux et sociotechniques.

Selon un article scientifique publié à l'université de Tours en 2011 sur « *La réhabilitation thermique des bâtiments anciens à Paris* » Hovig Ter Minassian considère un bâtiment comme "performant" lorsque, compte tenu de sa volumétrie, et de sa composition, ses besoins énergétiques en termes de chauffage (y compris pour l'eau chaude sanitaire) et de climatisation sont peu importants. À l'inverse, un bâtiment est "peu performant" lorsque, à occupation équivalente (c'est-à-dire le même nombre de personnes ayant la même exigence de confort thermique), il nécessite la consommation de beaucoup plus d'énergie pour le chauffage du logement et de l'eau, et le refroidissement du logement.

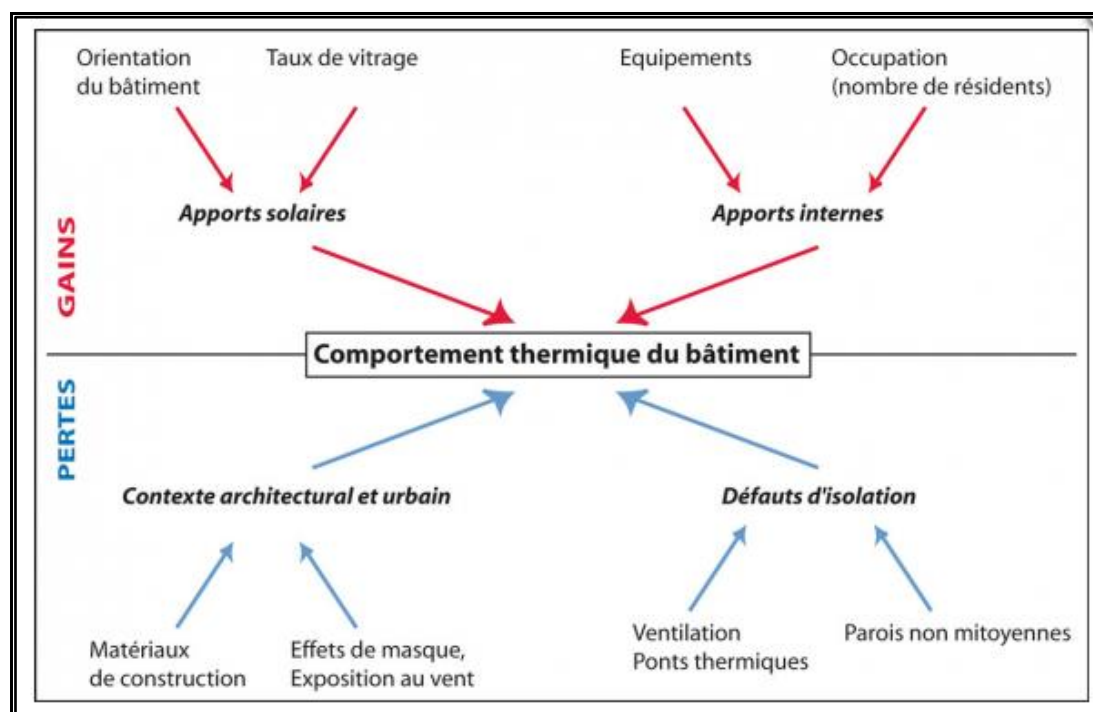


Figure II-19 Approche systémique du comportement thermique d'un bâtiment de logements

### II.3.7 La réhabilitation thermique :

Dans son article, le professeur Hovig Ter Minassian désigne par "réhabilitation thermique" les travaux de réhabilitation dont l'objectif principal est d'améliorer la performance énergétique du logement ou de l'immeuble et considère comme "anciens" les bâtiments construits avant 1949.

### II.3.8 La réhabilitation thermique et la question Patrimoniale :

Depuis le rapport Brundtland de 1987, la notion de développement durable est devenue une orientation incontournable des politiques territoriales. Mais la mise en œuvre d'une véritable politique d'urbanisme pose encore des difficultés, notamment au regard de la question patrimoniale.

Dans un article consacré à la protection du patrimoine urbain à travers les plans locaux d'urbanisme (PLU) de Nantes et d'Angers, Isabelle Garat, Maria Gravari-Barbas et Vincent Veschambre (2008) soulignent la contradiction entre la protection des tissus , des bâtiments anciens et les enjeux du développement durable, dans la mesure où les objectifs du développement durable imposent d'envisager le renouvellement des quartiers existants.

La question d'économie d'énergie dans les bâtiments anciens approfondit cette problématique ; en effet l'amélioration de leur performance thermique implique la réalisation de solutions techniques parfois radicales et contradictoires avec la protection du patrimoine, notamment l'isolation thermique par l'extérieur du bâtiment, et dans certains sites à grande valeur historique telles que les « Médinas ». Nous considérons que même l'isolation intérieure des parois n'est pas envisageable si l'on veut préserver le caractère unique des espaces et la stratification des styles ; cette problématique devrait orienter les réflexions vers des solutions subtiles, réversibles et innovantes, pour la réhabilitation thermique et la revalorisation du patrimoine architectural en Algérie.

## **II.4 Architecture Vernaculaire et notion de durabilité :**

### **II.4.1 L'architecture vernaculaire : essai de définition**

L'homme a de tout temps conçu ses habitations en faisant référence à divers facteurs qui les modifient ou déterminent, et ces derniers sont liés à deux entités "l'homme" et "l'environnement".

En effet, l'homme évolue dans un environnement composé d'une multitude de facteurs dépendants les uns des autres. Cette symbiose a été définie par Amos Rapoport comme étant composée: « du climat, du site, des matériaux et du paysage ». Il en résulte une architecture qui entre en adéquation avec son environnement, qui révèle, aujourd'hui encore, une extraordinaire richesse. Elle est le fruit et le miroir de la société.

Il est urgent de signaler que cette architecture disparaît lentement, car à l'origine elle répondait à une logique, où les changements se faisaient aussi lentement que la conception des formes architecturales, et où les techniques de construction étaient transmises de génération en génération.

L'architecture vernaculaire, définie comme étant l'architecture des gens, l'architecture sans architecte, faisant appel aux matériaux disponibles sur place et mettant en œuvre des techniques traditionnelles.

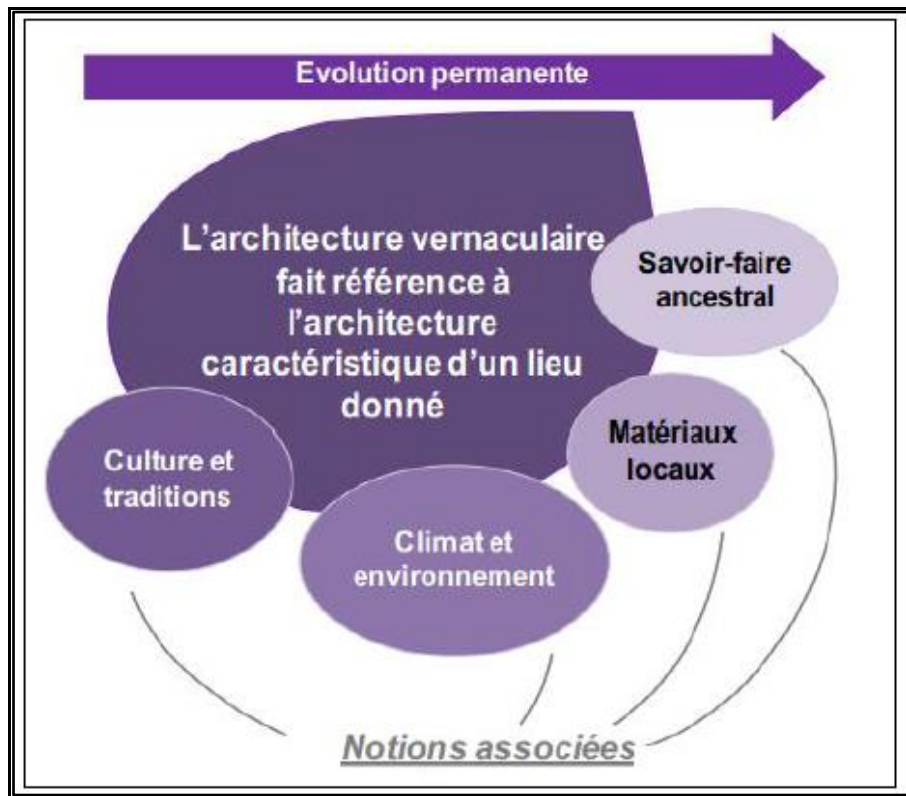


Figure II-20 Schémas de principe sur l'évolution de l'Architecture Vernaculaire. (Rapport Nomadéis, 2012)

#### II.4.2 Le développement durable :

Le développement durable est une notion complexe qu'il faut saisir dans sa globalité, car elle comprend une multitude de significations et d'interprétations, malgré l'absence d'un consensus conceptuel, l'ensemble des protagonistes semble d'accord sur le fait que ce concept a pour objectif de réduire les disparités sociales, économiques et environnementales.

Une action s'inscrit dans le développement durable, qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs, quand elle parvient à concilier : l'économie, l'équité sociale, l'environnement et enfin le culturel. (A. Sacquet 2002)

Dans le secteur du bâtiment, ce que l'on peut qualifier de « Construction durable » doit insérer dans son processus de réalisation des réflexions sur des stratégies et des dispositifs architecturaux et constructifs, qui ont un impact réel et tangible sur la préservation de l'environnement, à ce titre l'architecture écologique, environnementale ou bioclimatique.

#### II.4.3 L'Architecture durable :

*« Architecture "durable", "écologique" ou "environnementale" : quels que soient les termes en usage. [...] Une architecture respectueuse de l'environnement [...] vise notamment à réduire la pollution par*

*la diminution de la consommation énergétique, la réutilisation de l'eau ou l'utilisation de matériaux "écologiques". Une architecture respectueuse de l'environnement naturel se présente comme une nécessité de toute urgence pour notre nouveau siècle. Pour ce faire, les populations doivent sacrifier leurs intérêts à court terme « dans la perspective d'un profit à long terme ». (Cours sur le Développement durable, J.-F. Roger)*

Plus fondamentalement encore, la discipline et la sagesse de chacun sont plus que jamais sollicitées pour que notre monde soit un espace à vivre et à partager de génération en génération.

Le développement durable puise dans le savoir-faire des pratiques constructives anciennes, en y adaptant des technologies modernes.

En effet, l'architecture vernaculaire est bâtie sur la base de matériaux locaux, naturels et écologiques, lesquels répondront à un bon rendement énergétique en termes d'inertie thermique.

Ces procédés traditionnels pourraient être une base de réflexion pour une architecture durable, qui serait en accord avec l'environnement, et donc mettrait en symbiose l'homme et son milieu naturel.

#### **II.4.4 Architecture vernaculaire et notions de durabilité :**

Selon un ouvrage collectif de l'université de Kaslik au Liban en 2007, l'architecture vernaculaire est abordée dans un contexte de développement durable, compte du fait que ses concepts et ses principes sont marqués par un souci d'écologie, elle est qualifiée « d'une leçon de construction durable », car elle favorise l'intégration au site, l'exploitation des ressources locales, l'ingéniosité des solutions climatiques à moindre coût, en outre, cette architecture prend en compte la dimension culturelle et sociale.

##### **II.4.4.1 Principes de développement durable dans l'architecture Vernaculaire :**

###### **h) L'intégration au site**

Un espace géographique peut se concevoir comme un entrelacement complexe de processus géologiques, climatiques et biologiques qui le façonnent au fil du temps. Cet espace acquiert une réelle dimension territoriale à travers la manière dont il est modelé par l'homme en vue de satisfaire les besoins d'une communauté.

Cette logique territoriale introduit nécessairement des logiques de flux ; liées à l'usage des ressources et aux complémentarités entre des lieux habités, des espaces cultivés et des zones laissées à la nature.

Le bâti vernaculaire apparaît alors comme une appropriation lente et progressive des ressources du territoire et de ses contraintes dans une relation intime entre l'homme et son milieu. (Rapport Nomadéis 2012)



Figure II-21 Habitat traditionnel Biskra

**i) Recours aux matières premières locales :**

L'habitat vernaculaire se fonde sur l'utilisation et l'optimisation des matériaux disponibles à proximité des sites de construction : bois, végétaux, terre, pierre, ardoises, sable, bambou... etc.

L'approche vernaculaire a permis aussi la valorisation très spécifique de ressources ultra locales car au de la de la simple utilisation du matériau elle permet d'explorer toutes les possibilités qu'il peut offrir, allant même jusqu'à créer des dynamiques économiques territoriales. (Rapport Nomadéis 2012)

L'utilisation privilégiée de ressources locales s'accompagne d'une limitation du transport de matériaux et de main d'œuvre, ce qui a pour conséquence la diminution du « coût carbone » des chantiers. Le mérite environnemental du bâti vernaculaire n'est toutefois effectif qu'à condition qu'il soit mis en œuvre de manière adéquate, c'est-à-dire selon des plans adaptés et respectés, en utilisant des matériaux appropriés.



Figure II-22 Brique de terre séchant au soleil, Maison en terre en Algérie, Village en terre au Burkina Faso (Rapport Nomadéis 2012)



## j) Intelligences constructives locales :

La mise à profit des matériaux locaux n'est cependant intéressante qu'à travers leur utilisation par des techniques appropriées.

De véritables intelligences constructives locales se sont ainsi développées à travers le temps. Ces techniques méritent aujourd'hui d'être valorisées. Car elles ont une capacité d'adaptation progressive aux contraintes économiques, sociales et climatiques de leur environnement, et une capacité d'évolution puisque elles se transmettent et se perfectionnent à la fois de génération en génération mais également de territoires en territoires. (Ibid)

### Exemple : La voûte nubienne, technique « appropriée »

La technique de la voûte nubienne s'est développée historiquement dans le haut Nil. Jusqu'alors inutilisée en Afrique de l'Ouest, elle apparaît aujourd'hui comme un procédé architectural très adapté aux problèmes de logements dans le Sud-Sahara. Consistant à utiliser la terre crue –abondante dans cette partie de l'Afrique pour construire des bâtiments au toit voûté, elle nécessite des compétences et un outillage très simple. (Ibid)

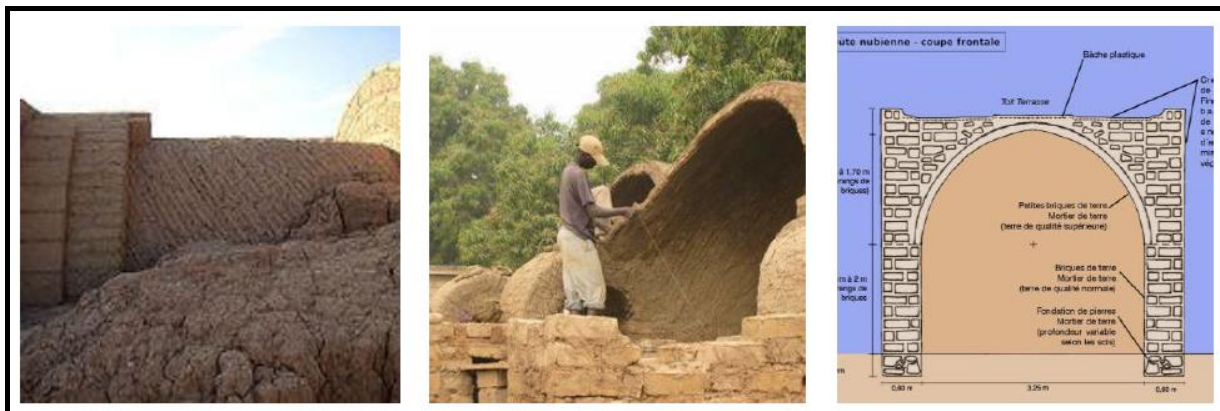


Figure II-23 Voûte nubienne en Egypte (Rapport Nomadéis 2012)

Figure II-24 Coupe d'une voûte

### La technique « Dhajji » au Pakistan :

une technique vernaculaire originaire du Cachemire et utilisée dans le sud du Pakistan, la technique dite « Dhajji ». Consistant en une ingénieuse combinaison d'ossature bois et de remplissage en terre et pierre, des matières abondantes dans la région ; cette technique démontre une excellente résilience aux tremblements de terre. Rapidement systématisée, cette technique permet la reconstruction de 250 000 habitations avec le concours des artisans et des communautés locales.



Figure II-25 Montagnes du Sud Pakistan, Construction des maisons, Coupe d'un bâtiment (Rapport Nomadéis 2012)

**k) S'adapter au climat :**

Les architectures vernaculaires des pays du Sud recèlent d'enseignements sur l'adaptation naturelle au climat qui n'ont rien perdu de leur actualité, que ce soient des procédés de ventilation, de bris de lumière ou des dispositions optimales des pièces selon un ordre mûri au fil des temps, les exemples de techniques ne manquent pas et fournissent des pistes Architecturales qui aujourd'hui sont malheureusement délaissées.

Ainsi, dans les vieux quartiers de Bagdad, les anciennes habitations déploient une science bioclimatique fascinante d'adaptation au climat chaud et sec. Entre autres procédés, les « *bagdirs* » (ou tours à vent) jouent sur les pressions et les dépressions pour rafraîchir l'intérieur des logements en captant les brises extérieures. Ces tours à vent s'ajoutent à la disposition architecturale, qui permet de maintenir une relative fraîcheur intérieure quand il fait 50°C dans les rues.

De même, dans les régions au climat chaud et humide, bien des constructions traditionnelles sont conçues dans une optique de ventilation optimale à travers les parois et de protection contre la pluie. La forme de l'habitat épouse les contraintes des vents dominants et des pluies fréquentes. En témoignent les fameuses toitures légères, avec avant-toit et couverture végétale au Brésil et en Colombie. (Ibid)

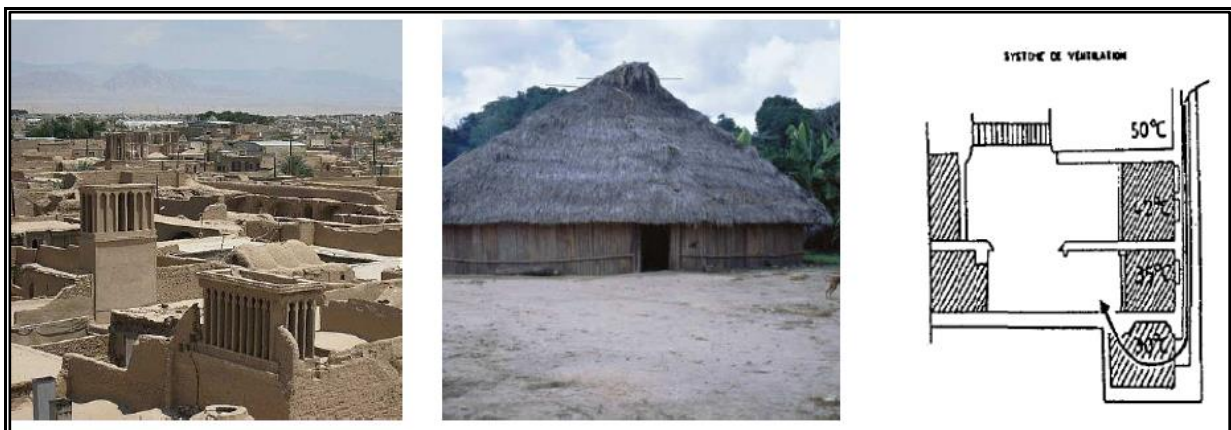


Figure II-26 Bagdirs à Yazd (Iran), Habitation Maloca au Brésil, Coupe d'habitation à Bagdad, (Nomadéis2012)

#### II.4.4.2 Les médinas du Maghreb :

Les médinas sont riches d'enseignements sur les techniques d'adaptation au climat méditerranéen.

Le système de ventilation des maisons à patio se révèle un excellent régulateur thermique. La chaleur se retrouve absorbée par les murs mitoyens blanchis à la chaux et les bassins d'eau installés dans les cours intérieures. Autant de procédés constructifs qui gardent toute leur pertinence aujourd'hui par rapport à une philosophie du tout-béton rarement adaptée aux rigueurs du climat maghrébin.

Au-delà de leurs mérites architecturaux, les médinas sont aussi la promotion d'un art de vivre où les déplacements doux sont préférés à la voiture, la solidarité du voisinage est une valeur entretenue et les catégories sociales cohabitent.

Si dans un grand nombre de villes ces centres historiques sont réellement habités et compatibles avec des modes de vie actuels, il y a un réel risque de « muséification » voir de disparition de ses villes, car très peu d'études sont menées afin de faire évoluer cet habitat au mode de vie moderne.



Figure II-27 Ruelle de la médina de Tunis    Figure II-28 Médina de Fès (Nomadéis 2012)

#### II.4.4.3 Aspects Bioclimatiques constants des médinas :

##### 1) La Compacité urbaine :

Un urbanisme est dit dense si les habitations sont très proches les unes des autres et si les espaces communs 'rues, ruelles...' sont également réduits.

Adossées les unes contre les autres favorisant la mitoyenneté et l'introversion. Cette compacité urbaine génère de l'ombrage pendant la période estivale où le rayonnement solaire est intense. Elle minimise également les déperditions thermiques pendant la période hivernale.

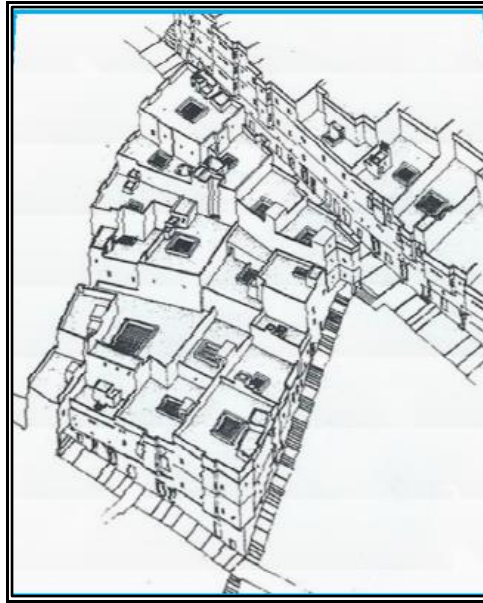
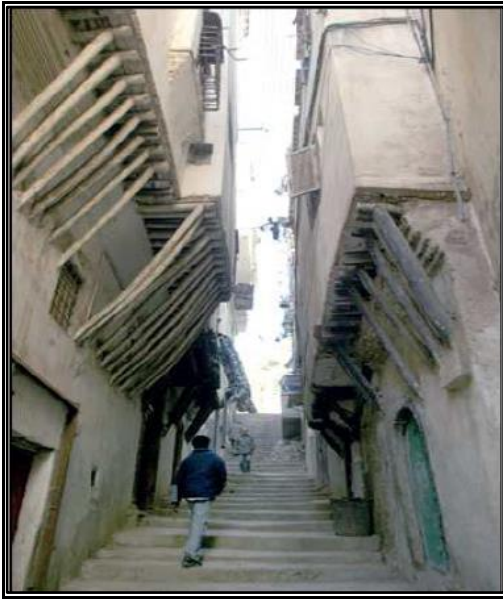


Figure II-29 Ruelle de la Casbah (Atek 2012) Figure II-30 Croquis d'un ensemble d'habitations (Giovannetti 1992)1

#### **m) Topographie du site :**

La casbah est bâtie sur un massif montagneux qui arrive jusqu'à la mer, le site est très accidenté avec une forte pente allant jusqu'à 40% (A.Atek 2012) a permis aux habitations de se développer en amphithéâtre comme des spectateurs de la mer, le décalage entre deux maisons est de 1.70 m.

Ce qui permet à chacune de recevoir les brises d'été des vents dominants venant du Nord-est.

Cette topographie permet donc de favoriser la ventilation naturelle du site venant de la direction de la mer vers les hauteurs de la colline.

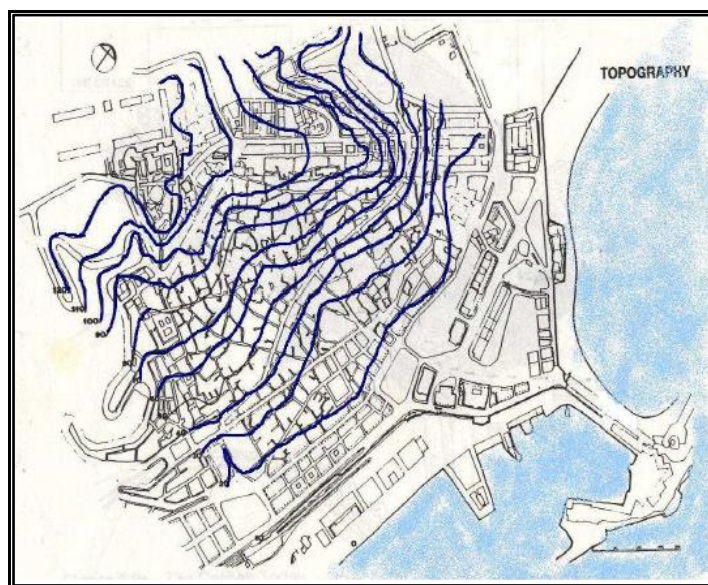


Figure II-31 Topographie du site, Fond de carte CNERU, modifié par (Atek 2012)

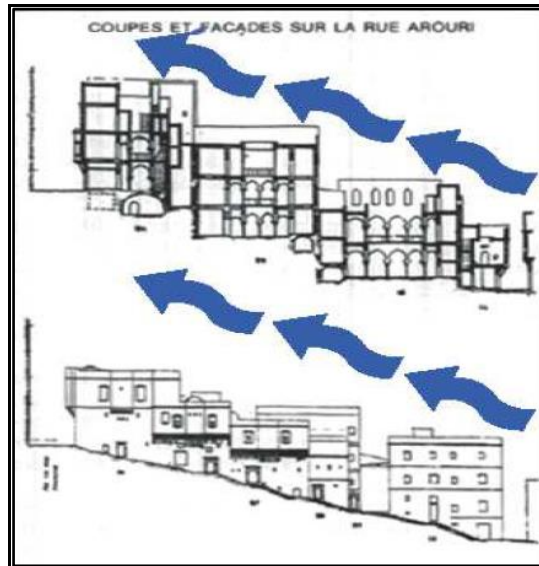


Figure II-32 Implantation et brise marine, F.Giovanetti 1992

**n) Les Espaces urbains et la ventilation :**

En analysant la structure du tissu traditionnel de la casbah d'Alger, nous observons que les quartiers sont délimités naturellement par des lignes de crêtes et des talwegs. Le relief du terrain et le réseau hydrographique ont conditionné l'implantation des voies de communications.

Concernant le parcellaire, il s'inscrit généralement perpendiculairement aux courbes de niveaux et ce, pour faciliter l'écoulement des eaux de ruissellement. Par ailleurs, les impasses sont parallèles aux courbes de niveau, et cela pour éviter la pénétration des eaux pluviales (S.Missoum 2003).

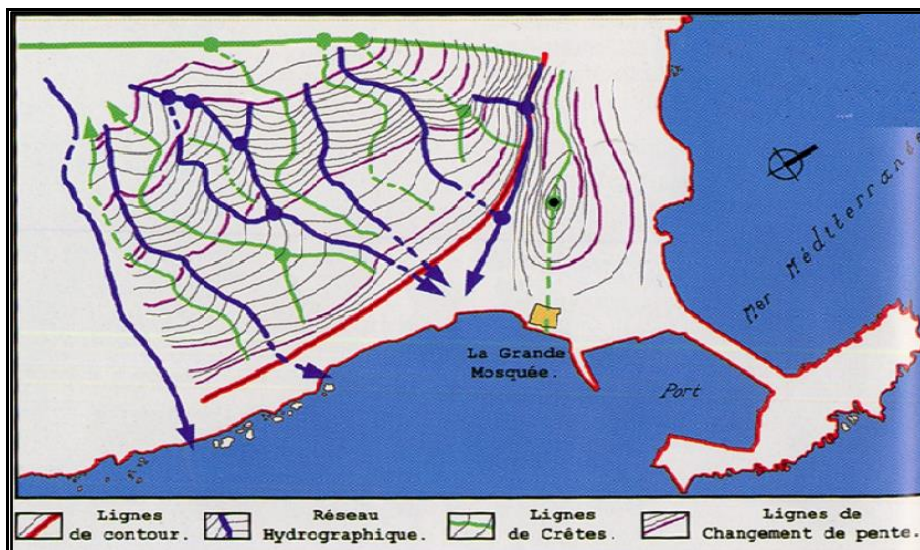


Figure II-33 Répartition du réseau hydrographique selon la morphologie (sur le levé topographique), PPSMVS

Les ruelles dans la Médina forment souvent des sortes de passages couverts, dus au deuxième niveau des habitations qui déborde généralement sur la rue par le biais d'encorbellements.

Cela crée ainsi des passages frais et ventilés, entre les différentes habitations. Parfois les façades se rejoignent complètement, et forment un passage couvert en voûte ou en rondins (Hassas N.2012).

Ils sont très obscurs, même en plein jour, frais et adaptés au climat, ils permettent de circuler à l'abri du soleil.

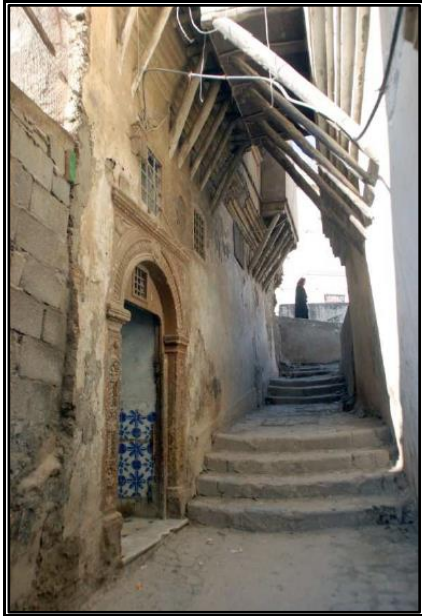


Figure II-34 Ruelle de la casbah ombragée par des Encorbellements (A.ATEK 2012)

## **II.5 Habitat Traditionnel en Algérie : La Maison Arabo-Andalouse de Blida :**

### **II.5.1 Aperçu sur l'Habitat traditionnel en Algérie :**

L'Algérie jouit d'un grand parc d'habitat traditionnel de typologies diversifiées relatives aux disparités contextuelles, comme le décrit ( In.Dj, Alkama, 1995). Cet habitat est produit par un groupe social reflète le mode de vie et la culture locale, de plus il s'adapte à son contexte climatique et environnementale.

Le vaste territoire Algérien avec ses disparités régionales a engendré diverses typologies et sous typologies de l'habitat vernaculaire.

#### **II.5.1.1 Les Médinas :**

L'organisation spatiale des médinas se base sur plusieurs critères fondamentaux. En premier lieu, le critère économique et plus particulièrement les fonctions commerciales qui jouent un rôle fondamental dans la structuration spatiale des médinas. En second lieu, l'organisation spatiale des médinas était

fondée sur une très forte différenciation entre les parties centrales où se concentrait l'activité économique, qui développe un réseau de rues relativement large avec un tracé régulier et les parties destinées à la résidence qui se développent en périphérie de la zone centrale. Ces parties résidentielles se caractérisent par une variété d'un type irrégulier de voirie ; le tracé sinueux des rues étroites par rapport à celles existantes au centre, ainsi que la présence des ruelles et des impasses qui assurent l'accès aux parcelles.

Généralement, les médinas sont entourées par une enceinte percée de portes qui se fermaient pendant la nuit. L'espace « médina » est organisé selon le principe d'intériorisation introduit par une très forte hiérarchisation des espaces les plus privés aux espaces les plus publics par une série de transitions : patio/skiffa/impasse/ruelle/rue/centre-ville.



Figure II-36 Physionomie de Constantine en 1837 (M.Kherouatou2012)

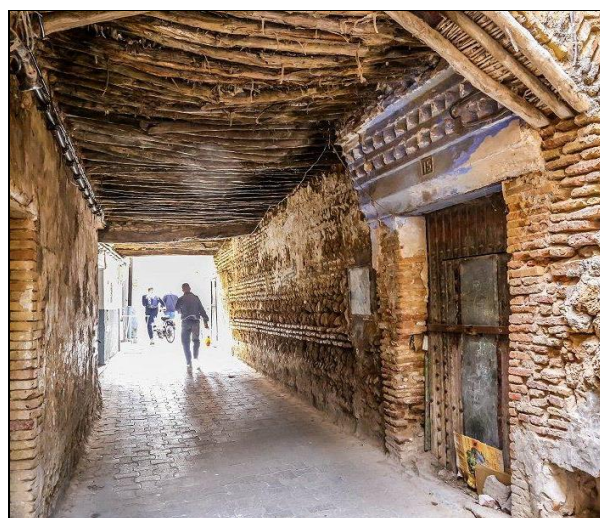


Figure II-37 Ruelle de la vieille ville de Tlemcen ([www.easyvoyage.com](http://www.easyvoyage.com))

### II.5.1.2 Les Ksour :

Selon Denis GRANDET, Le Ksar est un noyau ancien et centre historique. C'est un tissu à haut degré de permanence morphologique, supportant les éléments morphologiques originels : forteresse, organisé par un système de rues et ruelles sinueuses, surplombé par une mosquée généralement centrale.

Habitat traditionnel des zones arides et semi arides, riches en éléments bioclimatiques, se distingue aussi par une variété typologique : l'habitat du M'zab, l'habitat du Souf d'une morphologie spécifique caractérisé par ses coupoles et ses voutes, et l'habitat des Oasis qui se distingue par son intégration à l'intérieur des palmeraies comme l'exemple de Biskra, ou encore une autre typologie du sud-ouest celle des Ksours de béni Abbés, Béchar, ...etc.

Cet Habitat varie d'une région à l'autre par sa morphologie générale, sa nature topographique et ses matériaux et techniques de construction, mais il possède des caractéristiques communes telles que l'échelle de référence (K.MECHTA1991) la compacité du tissu, l'introversion des unités d'habitations et la forme des ruelles que l'on retrouve notamment dans les médinas du Nord.



Figure II-38 Ksar de Ghassoul (Mustapha AMEUR DJARADI)





Figure II-39 Vue aérienne sur le tissu traditionnel du Mزاب ([www.google.com](http://www.google.com))

### II.5.1.3 Les villages traditionnels :

Habitat traditionnel des hauts plateaux et des chaînes montagneuses des Aurès et de la grande Kabylie sous ses deux formes : éparse ou en hameau à caractère rurale, et sous une forme compacte perchée. Thaddarth (village) signifie lieu de vie, il est l'unité politique et administrative fondamentale de la société. Le village possède sa propre structure et il est doté d'une organisation socioéconomique et politique qui lui permet d'assurer sa propre reproduction physique et sociale.

Les villages traditionnels se caractérisent plus souvent par leur :

1. Aspect défensif : généralement les villages traditionnels sans muraille, ils forment en lui-même une forteresse.
2. Caractère introverti : les façades sont homogènes, sans décor, denses au niveau des crêtes.
3. Intégration harmonieuse au site (la manière de s'implanter, le choix des matériaux, sens des toitures)



Figure II-40 Village dans les montagnes de Kabylie (R.TOUBAL 2009)

## **II.5.2 L'architecture Arabo-Mauresque de Blida :**

### **II.5.2.1 Arrivé des Andalous à Blida :**

La ville de Blida est fondé par le Wali Sid Ahmed El kebir qui s'installe au confluent de l'oued Taberkachent en 1519, une appellation donnée par la population autochtone de l'Atlas Blidéen.

Le cône de déjection de ce cours d'eau aujourd'hui appelé « Oued Sidi El kebir » constituera l'élément structurant principal de la forme en éventail de la ville.

A partir de 1520 les maures andalous chassés d'Espagne après l'inquisition espagnole , se réfugient sur les côtes maghrébines, notamment celles d'Alger et Cherchell, ils construisent un petit village en se jouxtant à celui de la tribu berbère des « Ouled Soltane » actuel « Douirette » au Nord.(M.Tiar 2013)

### **II.5.2.2 Typologie des maisons du tissu andalou :**

La ville de Blida abrite une typologie urbaine importée d'Alger, pour la gente ottomane (Pr BOUGHERIRA , 2007) mais notre cas d'étude se situe dans un tissu supposé arabo-andalou, et dans l'absence de documents scientifiques et d'archives sur la maison ottomane et andalouse Blidéenne, et en se basant sur la concordance historique des deux villes, nous étudierons les principes de compositions de la maison de la casbah d'Alger de type « wast-edar », ,mais en se basant sur les conclusions de (Tiar 2013) nous jugeons nécessaire de définir quelques maisons emblématique du tissu Blidéen.

#### **o) La maison à cours élémentaire :**

La majorité sont des maisons de petites tailles avec une cour intérieur, la taille de cette cour représente le tiers de la surface totale de la maison (Tiar M, 2013) elle occupe une place assez importante, et n'est pas forcément quadrilatère car la maison s'articule parfois en L ou en U autour de la cours.

**p) La maison à Riwak :**

Le Riwak est très présents dans le type arabo-andalous de Blida, cet espace de distribution menant vers la pièce principale de la maison, il peut y avoir une à quatre travées (arcades) au Rez-de-chaussée et joue le rôle de galerie distributive à l'étage. Le Riwak est installé dans le volume même de l'habitation et nom à l'extérieur comme dans certaines maisons libanaises.

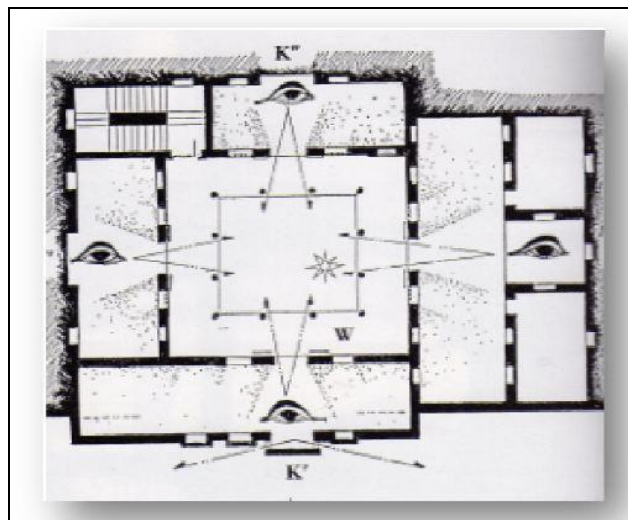


Figure II-41 Plan schématique d'une maison à Patio avec Riwak à quatre travées (Missoum 2003)



Figure II-42 Photo de deux maisons à forte valeur historique à Blida (Tiar 2013)

**q) La maison à Douira :**

C'est une maison en R+1 qui dispose d'un escalier couvert se trouvant dans la Skiffa qui mène vers des espaces annexes indépendants constitués d'une ou plusieurs pièces annexes.

**II.5.2.3 Organisation spatiale :**( Voir Annexe 4)

La maison à cours découverte ou « Wast-eddar » est la plus répandue dans le tissu andalou de Blida, cet espace central peut avoir une à quatre galeries appelées « Riwak » au rez de chaussée et « Shin » à l'étage, la présence du Shin est obligatoire quand il ya un étage supérieur, les espaces s'organisent autour du Patio (wast-eddar) suivant une hiérarchie semblable à celle des maisons de la médina d'Alger.

Les principales particularités des maisons de Blida sont l'absence de « Qbou » et d'encorbellements au niveau des façades qui sont beaucoup plus simples et aveugles, certaines maisons observées sur terrain n'ont aucune fenêtre donnant sur la rue.

Les hauteurs d'étage sont moins importantes et l'on remarque la présence de tuiles au niveau des toits et des parapets, certains éléments en fer forgé, des revêtements en carreaux de ciment teintés ainsi que la tuile rouge témoignent de l'époque coloniale et de la cohabitation entre la population musulmane et européenne dans un même tissu, ce qui confère au tissu traditionnel Blidéen un cachet exceptionnel.



Figure II-43 Élément en fer forgé (Tiar 2013) Figure II-44 Revêtement de sol en carreaux de ciment (Tiar 2013)



Figure II-45 Merlons d'une maison dans le tissu mixte

Figure II-46 Impasse à Douirette Blida, (Auteur)

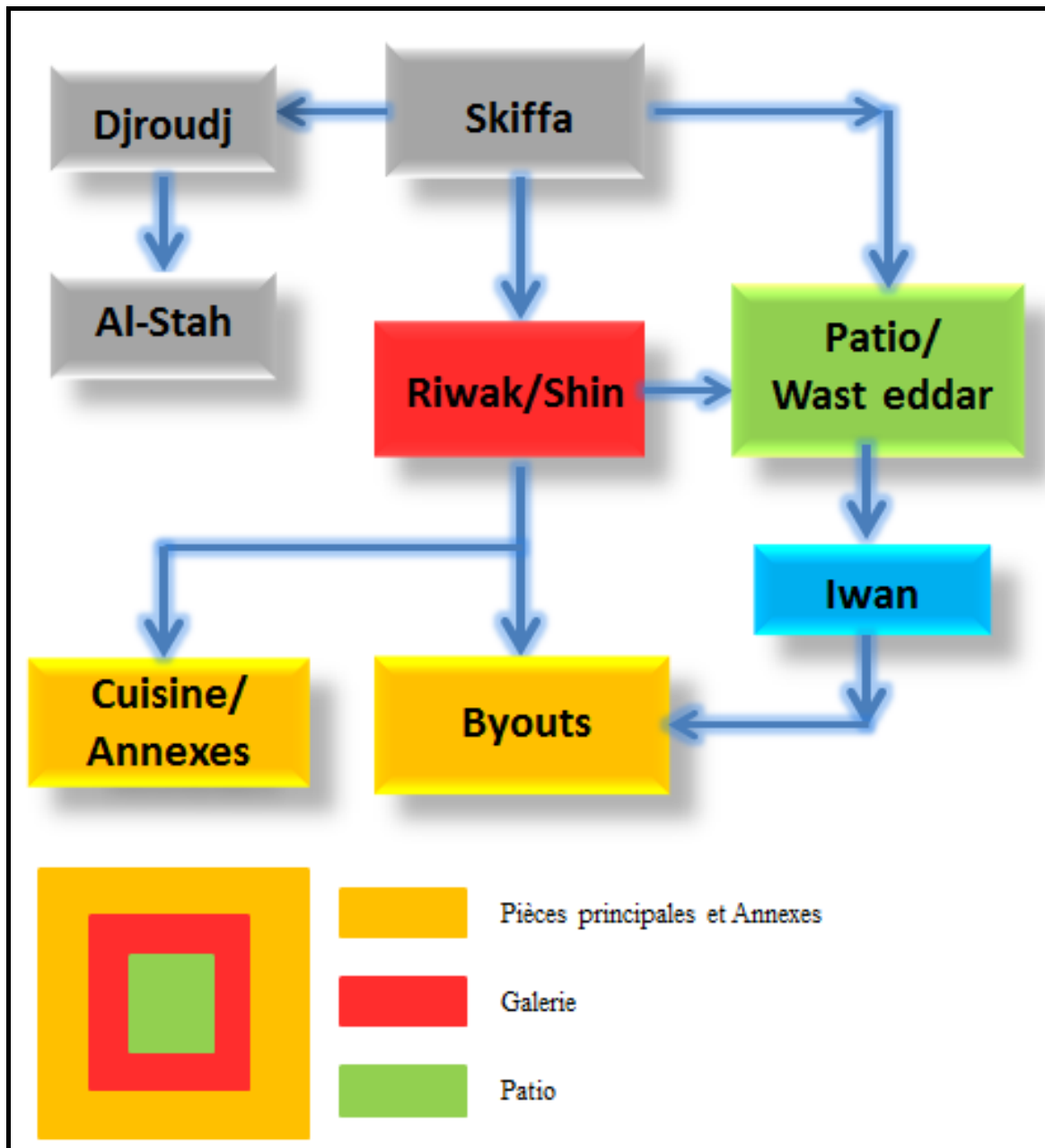


Figure II-47 Organisation spatiale de la maison arabo-andalouse de Blida (Auteur)

#### II.5.2.4 Aspects bioclimatiques :

Notre cas d'étude recèle de nombreux aspects bioclimatiques étroitement liés aux principes de gestion de la chaleur, (se protéger, limiter, dissiper, ventiler), ainsi que la compacité formelle et l'inertie thermique. Ses aspects son similaires à ceux des maisons de la casbah d'Alger.

#### r) Les ouvertures :

D'après les données de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maitrise d'Energie), la toiture et les ouvertures sont grandement responsables des déperditions thermiques ou gain de chaleur non souhaité dans une habitation. Même avec les nouvelles technologies mises en place, la bataille est loin d'être gagnée, le recours à la climatisation et chauffage mécanique se renforcent de plus en plus. A travers les nombreuses visites à Douirette, nous avons aisément pu constater sur le terrain l'absence quasi totale d'ouvertures pour les habitations, l'opacité des façades y est remarquable.

Une partie importante de l'enveloppe est consommée sous forme de mitoyenneté, le reste se présente sous forme de façade aveugle, pour préserver l'intimité, rassemblées autour d'un patio, les différentes pièces s'ouvrent vers l'intérieur, se protégeant ainsi des vents dominants hivernaux et partiellement des rayons solaires d'été. Cette configuration ouvertures limite considérablement les déperditions thermiques en hiver et contribue fortement à la fraîcheur des lieux pendant les mois les plus chauds de l'année.



Figure II-48 Photo d'une ruelle du vieux quartier de Douiret      Figure II-49 l'introversion des maisons de Douiret, (www.lematindz.net)

s) **La mitoyenneté :**

Un autre avantage de la densité urbaine, la mitoyenneté permet d'éviter les déperditions thermiques que cela augmente la résistance thermique du mur mitoyen, en plus d'être un élément de stabilité structurelle, comme le cas de la Casbah d'Alger ou les maisons d'adossent les unes contre autres, créant un contre poids assurant une meilleur stabilité.(A.ATEK 2012)

Ce système nécessite une préservation et une réhabilitation continue des vieilles médinas, car si une seule maison s'écroule les maisons mitoyennes risquent de s'écrouler à leurs tours.

t) **La hiérarchisation des espaces :**

Le système d'accessibilité est hiérarchisé aussi bien sur le plan urbain qu'architecturale cette accessibilité s'établit de la rue à l'impasse, puis de la Driba à la Skiffa pour enfin arriver au « Wast Eddar » (Patio) puis la Galerie qui mène à l'iwan puis aux pièces principales et annexes.

Ce réseau de seuils va servir de filtre au climat, et joue parfois le rôle d'espaces tampons, qui protègent les pièces à vivre du soleil ou du froid et de la pluie, tout en diminuant les nuisances sonores et en préservant l'intimité.(A.ATEK 2012)

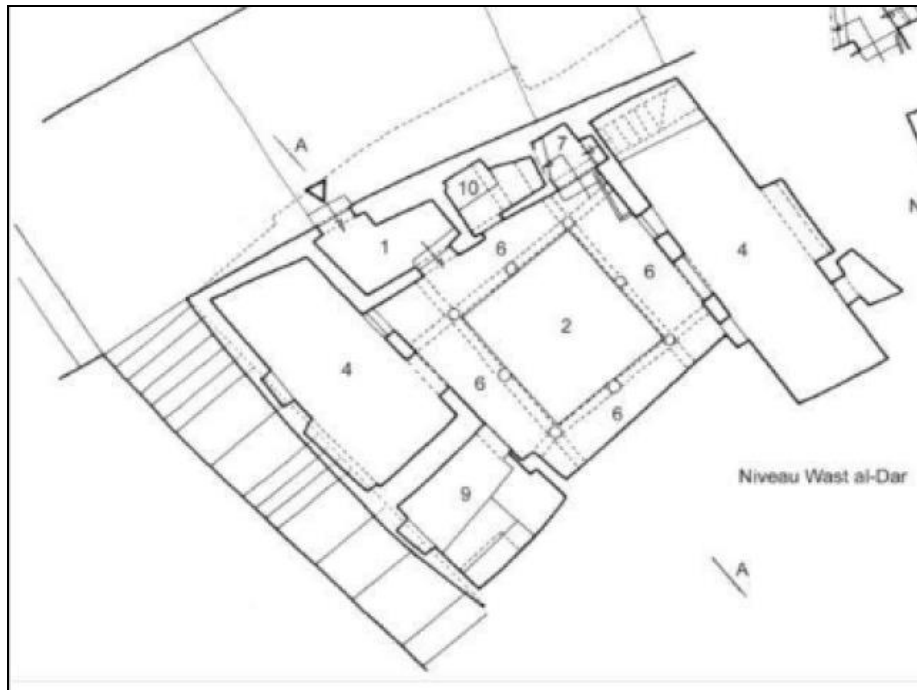


Figure II-50 l'introversion des maisons de La Casbah, (A.Atek 2012)

**Légende :**

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1. Skiffa / Vestibule | 7.Droudj / Escalier |
| 2. Wast edar / Patio  | 10. Latrines        |
| 4. Byouts / Chambres  | 6. Riwak / Galerie  |

**u) Le Patio/ Wast edar :**

Le concept de la maison à patio est, généralement, appliqué aux maisons traditionnelles du monde islamique, elles sont typiques du climat chaud et aride, on les trouve, aussi, dans les zones tempérées, du Maroc à l'Inde, la maison à patio a la même configuration, mais elle varie sur certains détails en fonction du microclimat et des traditions locales (M.Chouche Bencherif 2006).

La configuration spatiale du Patio permet de créer un microclimat plus doux que l'extérieur en protégeant la maison du soleil pendant une grande partie de la journée et la protégeant aussi des vents chauds en été et des vents froids en hiver, il va jouer le rôle de modérateur thermique en accumulant la fraîcheur pendant la nuit, une fraîcheur qui va se dissiper lentement pendant la journée, il assurera également la ventilation par effet cheminée avec les pièces qui l'entoure.

Outre la ventilation naturelle ce dispositif permet aussi de rafraîchir la maison par rayonnement car en fonction des proportions le sol contenant des minéraux, permet un rayonnement naturel du sol vers le zénith.

Les proportions géométriques du Patio peuvent diminuer ou renforcer ses propriétés bioclimatiques en assurant plus ou moins d'ombre selon un rythme journalier ou saisonnier.

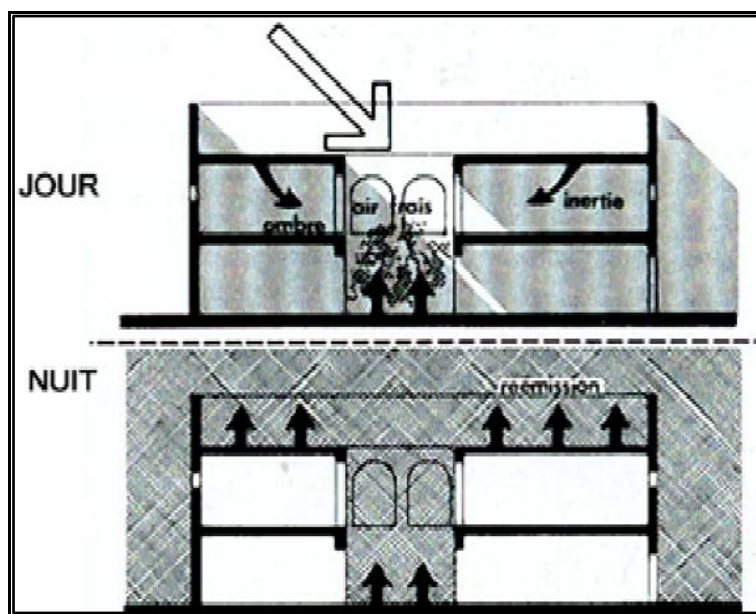


Figure II-51 Comportement thermo-aérodynamique du Patio (JL.Izard 1979)

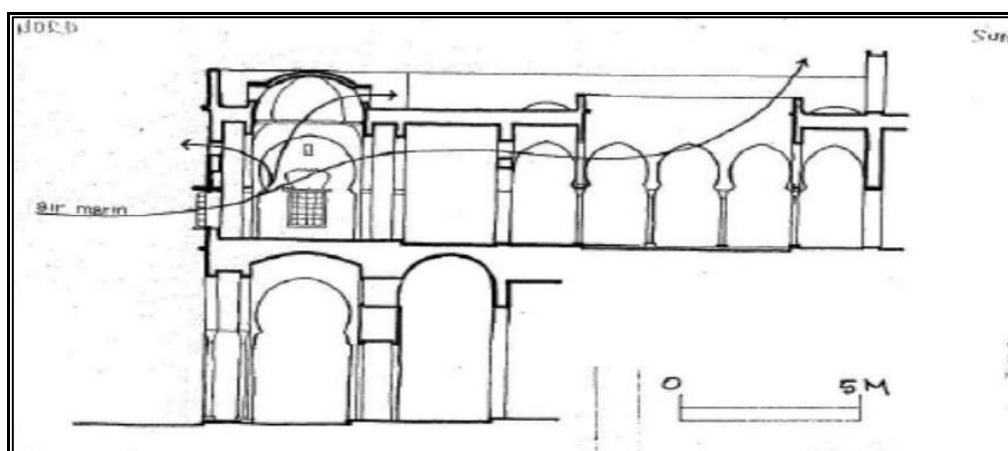


Figure II-52 Ventilation naturelle à travers le Patio (S.Abdulac 2012)

v) **La présence d'eau et de végétaux :**



La ville de Blida, souvent décrite par les écrivains comme une ville « Oasis », est caractérisée par la présence d'eau et de végétation utilisée pour l'esthétique mais aussi pour jouer le rôle d'humidificateur.

Nous observerons la présence de fontaines ou de bassins d'eau, ce qui offre une sensation de fraîcheur due à l'évaporation de l'eau, en humidifiant l'air et en abaissant la température ambiante.

Les caves renferment des puits d'eau de pluie qui non seulement participent activement au rafraîchissement pendant la période estivale, mais également étant la meilleure matière assurant le stockage de la chaleur (forte capacité calorifique 4185 J/kg °C), cette dernière contribue à cet effet au confort thermique hivernal.

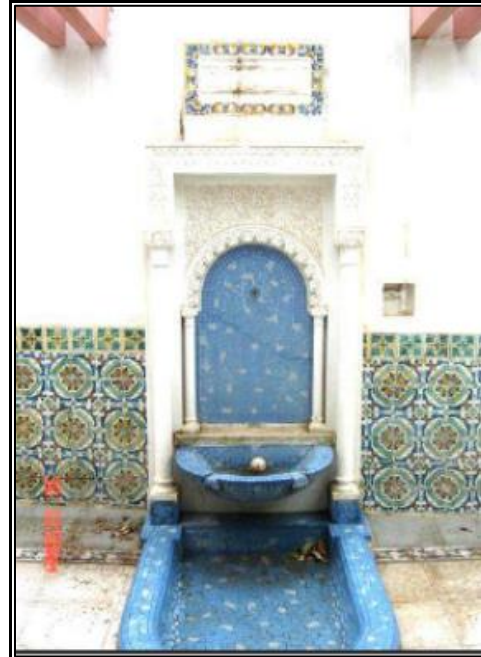


Figure II-53 Vues intérieures sur des maisons de l'extra-muros à Blida (M. Tiar 2013)

#### II.5.2.5 La Galerie/ Riwak/ Shin :

La galerie est un espace formé par un alignement de colonnades à arcs brisés outrepassés ou en ogive, avec des colonnes à fut monolithique torsadé, en plus d'être un espace d'accès vers les chambres et de détente, la galerie est couverte et naturellement ventilée très agréable à l'usage.

En été le soleil est plus haut et plus vertical il forme un angle de 76 ° avec le sol, la galerie projette son ombre sur les murs des pièces adjacentes les protégeant ainsi des risques de surchauffe.

En hiver, le rayonnement solaire est le bienvenu, et le soleil étant plus bas avec une hauteur maximale de 30°, pénètre jusqu'au fond des chambres par la porte et les fenêtres.

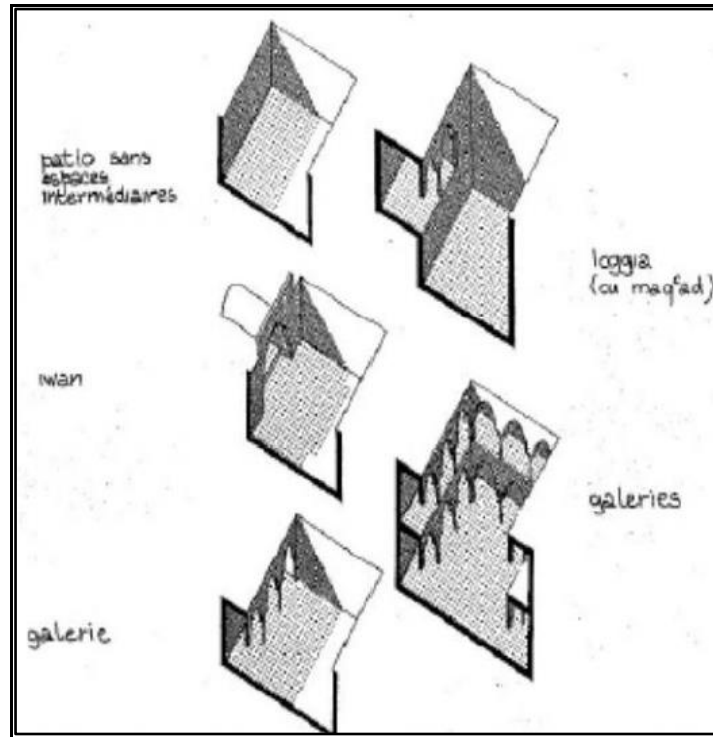


Figure II-54 Différentes configurations des galeries dans un patio

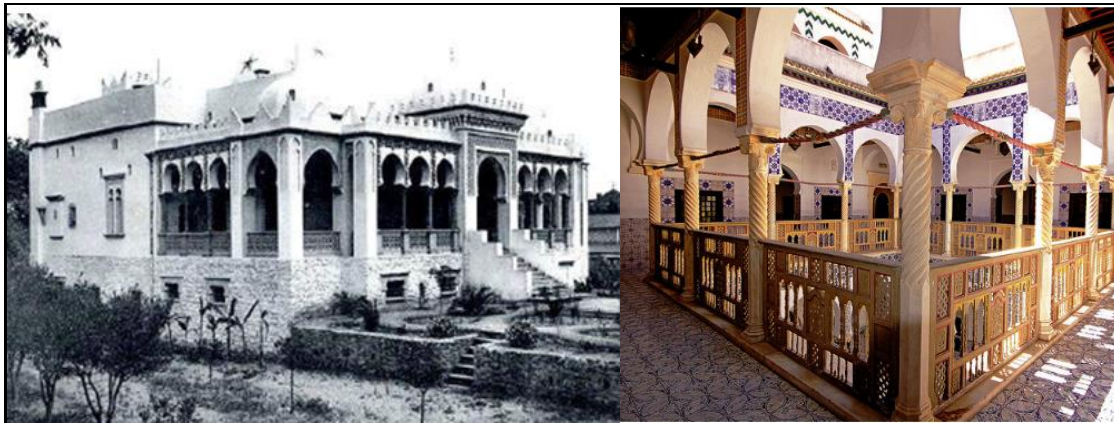


Figure II-55 Maison à Riwak dans l'extramuros de Blida (M.Tiar 2013), Shin Palais des Rais (quintessences.unblog.fr)

### II.5.3 Etat de l'art sur la performance thermique de la maison à Patio :

De nombreuses études se sont intéressées à la performance thermique des patios en fonction de leur forme et de leur orientation. Elles ont étudié par simulations informatiques simplifiées, l'effet des changements de proportion et d'orientation du patio sous différentes latitudes sur la quantité de rayonnement solaire reçu par les façades intérieures. Ce dernier est lié à l'effet d'auto ombrage (self shading) du Patio.

Dans cette logique, Reynolds (2002) à classifié les cours selon leur forme en quatre configurations :

- a) Cour étroite et peu profonde
- b) Cour étroite et profonde
- c) Cour vaste superficielle
- d) Cour vaste profonde

Pour mesurer l’enseiement de la cour, il à défini un indice d’ombrage ‘‘ Solar Shadow Index’’ (SSI) qui permet de mesurer l’enseiement au sol de la cour à midi. Il correspond au rapport entre la hauteur du mur orienté sud sur la longueur de la cour dans l’axe Nord-sud. Plus le SSI est petit, plus la cour est enseiementée, ce qui met en évidence qu’une cour allongée dans l’axe N-S est plus enseiementée qu’une cour allongée selon l’axe E-O. Cet effet est positif en hiver et négatif en été.

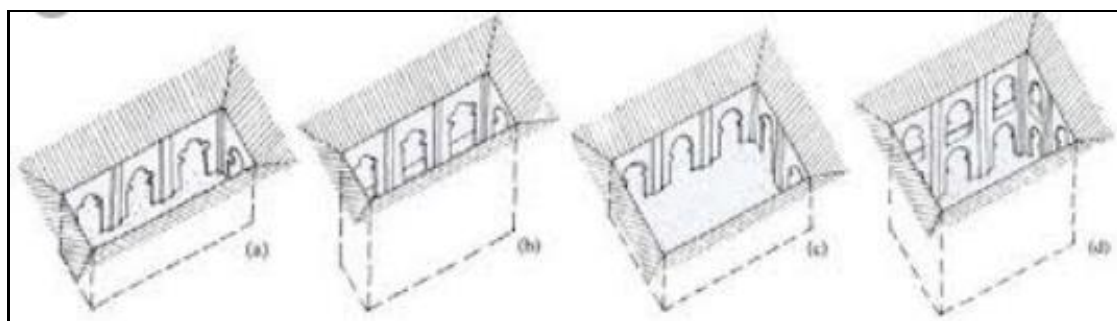


Figure II-56 Les quatre configurations de la cour d’après Reynolds, 2002.

Nous citerons les recherches de Muhaisen et Gadi (2005) sur la ville de Rome. Ils ont étudié les effets d’ombrage d’une série de variations proportionnelles du patio sur les besoins énergétiques annuels pour le chauffage et la climatisation.

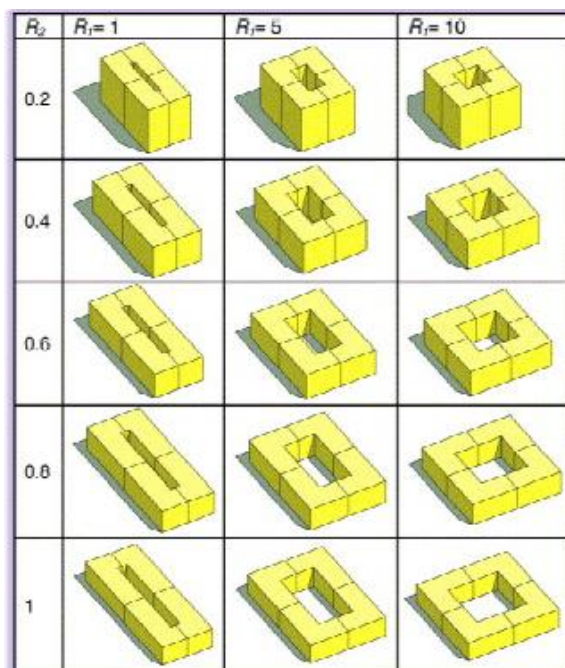


Figure II-57 Les formes rectangulaires simulées, (Muhaisen.S et Gadi. B, 2005)

Les simulations ont révélé que la forme profonde et peu allongée est la forme optimale pour la réduction des besoins de climatisation en été (effet de l'ombrage), alors qu'en hiver c'est la forme basse et carrée qui permet de réduire les besoins en chauffage.

Des simulations réalisés par Muhaisen (2006) dans quatre climats différents y compris le climat tropical, ont donné des résultats différents et ont permis de mettre en évidence l'importance des conditions climatiques et de la latitude.

Dans le cadre d'une thèse de doctorat sur la ville saharienne durable, Mme Mériama Chaouche à fait remarqué que le modèle traditionnel à un seul niveau pose un problème de protection contre le rayonnement zénithal sur la face horizontale, induisant un réchauffement important. Ce qui amène à considérer ce modèle malgré ses qualités bioclimatiques, comme un modèle inconfortable selon les critères actuels. En réalité cet inconfort peut avoir une solution relative au comportement des occupants, qui comme nous l'avons expliqué dans le chapitre I, pratiquait le 'nomadisme intérieur', un déplacement saisonnier et journalier des activités dont le but principal est la recherche du confort thermique.

#### **II.5.4 Recherche effectuée sur la performance thermique de la galerie :**

FEZZIOULIN 2019, a mené une étude sur l'Influence des formes des arcades du patio sur les performances énergétiques d'une maison traditionnelle dans le ksar de Kenadsa.

Les recherches ont été faites sur neuf types d'arcades, les résultats des simulations thermiques effectués sur les logiciels TRNSYS et COMIS, ont démontrés que l'impact des arcades dépendait essentiellement de l'ombre portée sur la façade interne, plus le facteur d'ombrage est important plus le nombre d'heures chaudes diminuent en été, c'est le cas des formes A, K et H de la figure ci-dessous.

Cependant la durée d'insolation diminue en hiver lorsque le facteur d'ombre n'est pas important, c'est ce qui fut constaté pour les formes B, C et D. Toutes fois les différences sont minimales.

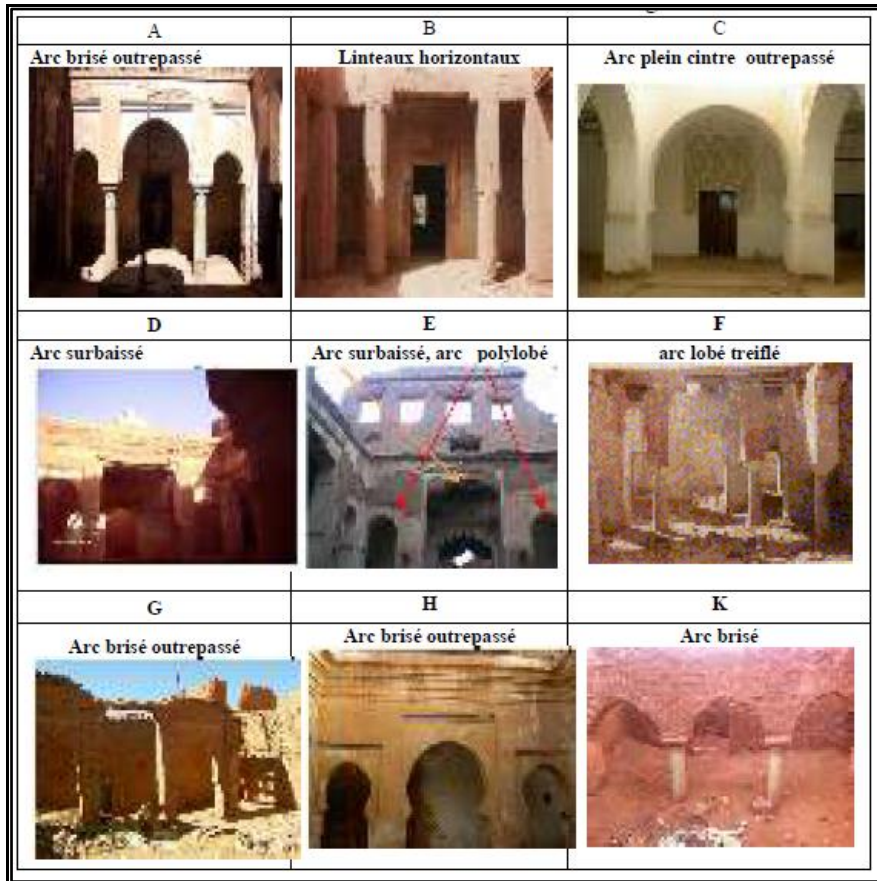


Figure II-58 Différentes formes des arcades de galeries examinées. (Fezzioui, N., 2014).

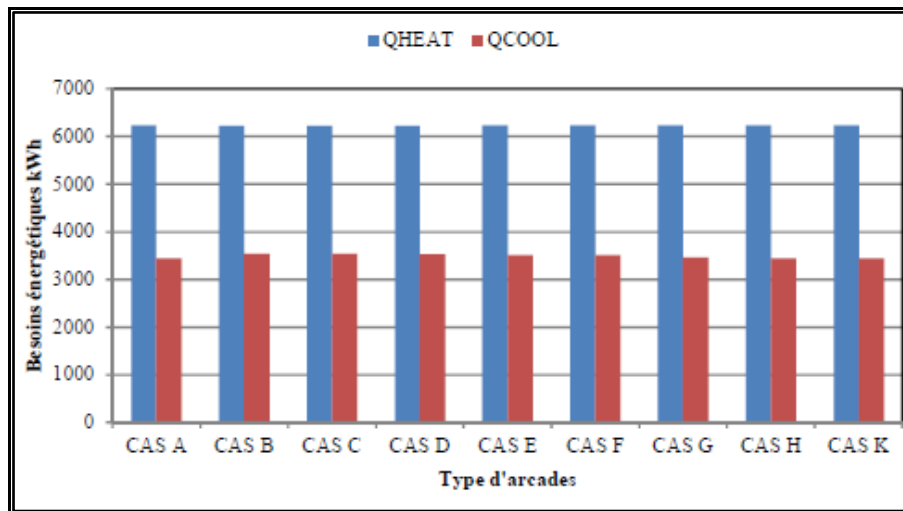


Figure II-59 Besoins énergétiques de la maison WD pour les différents types d'arcades examinées

## II.5.5 **Conclusion de l'état des connaissances:**

L'observation de la maison traditionnelle à Patio de la frange Nord de l'Algérie, nous pousse à élargir notre champ de vision dans la démarche de conception architecturale, nous avons essayé d'esquisser à travers les quatre parties du chapitre précédent l'importance de préserver cette architecture complexe et bioclimatique, tout en incluant les préoccupations énergétiques que connaît l'Algérie.

Les études qui ont été faites sur la performance thermique de la maison à Patio, ont pour la plupart conclu que cette dernière a un impact globalement positif sur le confort thermique à condition de respecter certains paramètres formels variables selon les conditions climatiques, mais dans un contexte méditerranéen ; cette maison dans laquelle les pièces sont distribuées sur espace extérieur pose particulièrement un problème de chauffage.

Pour clore cette partie, nous retiendrons une attention particulière pour le dispositif de la « Galerie », appelée « Riwak » au Rez de chaussée, et « El-Shin » généralement quand elle est à l'étage, très peu d'études ont été faites sur cet espace, et pour ce qui est de la performance thermique nous n'avons cité qu'une seule étude, qui a démontré que les paramètres géométriques des arcades ainsi que la profondeur avaient une influence sur le confort d'été des espaces adjacents, nous tenterons dans le dernier chapitre de ce mémoire de répondre à la problématique du confort d'hiver dans ce type de maison, en étudiant l'impact de certains paramètres sur la performance thermique de la « Galerie », particulièrement en hiver.

### **III. PRESENTATION DU CAS** **D'ETUDE ET METHODOLOGIE.**

### **III.1 Introduction :**

Afin de concrétiser les objectifs de cette recherche et suite à la présentation du patrimoine bâti de la ville de Blida, il est temps de présenter notre cas d'étude.

Il s'agit de présenter dans un premier temps les données climatiques de la région, de les analyser avec une méthode d'observation climatique et bioclimatique pour faire ressortir les recommandations générales pour ce type de climat.

Ensuite nous présenterons la maison qui fera l'objet de l'étude, données graphiques, caractéristiques constructives, et mode de vie, ainsi que les problèmes liés au confort thermique d'après les témoignages des occupants.

Enfin, nous présenterons la méthodologie de recherche employée dans le but d'évaluer et d'améliorer le rôle bioclimatique d'un dispositif ancien en précisant le choix du logiciel et du protocole de simulation.

### **III.2 Présentation de la ville de Blida :**

#### **III.2.1 Situation géographique :**

La ville de Blida est située dans la partie Nord de l'Algérie, à 35km de sud d'Alger, dans la zone géographique du Tell centrale et au pied du versant nord de l'Atlas Blidéen et se prolonge jusqu'à la rive sud de la plaine de la Mitidja. Son altitude est de 267m du niveau de la mer avec une latitude de 36°28 nord et une longitude de 2°50.

Avec une superficie de 1482.8 km<sup>2</sup>, la ville du Blida est limitée au nord par la wilaya de Tipaza et la wilaya d'Alger, à l'ouest par la wilaya d'Ain Defla, au sud par la wilaya du Médéa et à l'est par les wilayas de Boumerdes et Bouira.





Figure III-1 Situation de la ville de Blida (sur Google map) Figure III-2 Wilayas limitrophes (Andi 2013)

### III.2.2 Localisation du périmètre d'étude :

Notre cas d'étude se situe dans la commune de Blida, chef-lieu de la wilaya, plus précisément dans le quartier d'Ouled Soltane alias « Douirette », c'est le plus ancien quartier extra-muros de la ville,



Figure III-3 Plan de situation de 'Douirette'



Figure III-4 Image satellitaire du tissu de 'Douirette'

### III.2.3 Données climatiques :

Selon la classification thermique des communes d'Algérie dans le Document Technique réglementaire C3-2 le climat de la ville de Blida, est classé dans la zone climatique B en zonage d'hiver et B également en zonage d'été avec un hiver froid et pluvieux et un été chaud et humide (CNERIB 2005), son climat reste cependant relativement tempéré car c'est un climat méditerranéen, en effet Blida n'est qu'à 25KM de la mer.

Selon Baruch Givoni (1978), le climat est considéré comme étant un ensemble de variations de plusieurs éléments ou de facteurs climatiques, ainsi que des variations dans la combinaison de ses éléments.

Ces principaux facteurs sont le rayonnement solaire, la température de l'air, l'humidité relative, le vent et les précipitations.

### III.2.3.1 Les températures :

Pour la ville de Blida, nous remarquons un hiver doux, avec des températures moyennes journalières comprises entre 8 C° et 19 C° pendant la saison hivernale, les nuits les plus froides quant à elles sont entre 3C° et 5 C°. En été les mois de Juillet et Aout sont similaires avec une moyenne de 36 C°, mais les journées les plus chaudes peuvent atteindre 42 C°, contre des nuits plus au moins fraîches (ente 20 C° et 24 C°).

Une hausse régulière de 1C° à 3C° de température de Janvier à Avril, puis une augmentation assez brusque d'Avril à Juin avec des écarts de 5C°.

Puis l'on observe une baisse importante entre Aout et Septembre, ainsi qu'une diminution rapide entre Octobre et Novembre écart de 7C°. Nous remarquons aussi un grand écart entre les températures moyennes minimales et maximales durant la même journée, qui atteint parfois (13°C).

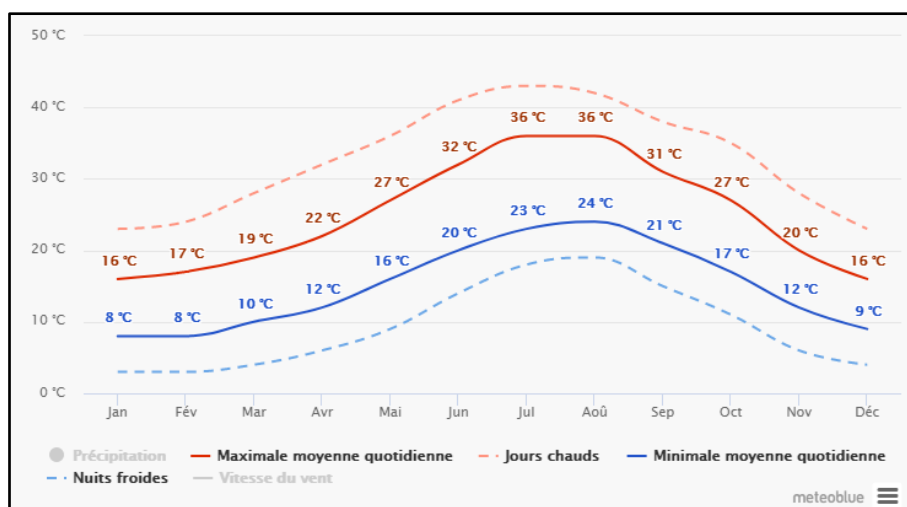


Figure III-5 Températures maximales et minimales moyennes de la ville de Blida 2016 (www.meteoblue.com)

### III.2.3.2 Les précipitations :

Les mois pluvieux sont Novembre, Décembre, Janvier et Février par une moyenne qui varie entre 80 mm en Décembre et 60mm pour Février. Les précipitations sont minimales sous forme d'orage durant les trois mois d'été (Juin, Juillet et Août) par une moyenne qui varie entre 5 mm et 10 mm. Les précipitations sont moyennes pour le reste de l'année elles varient entre 40 mm et 25 mm.

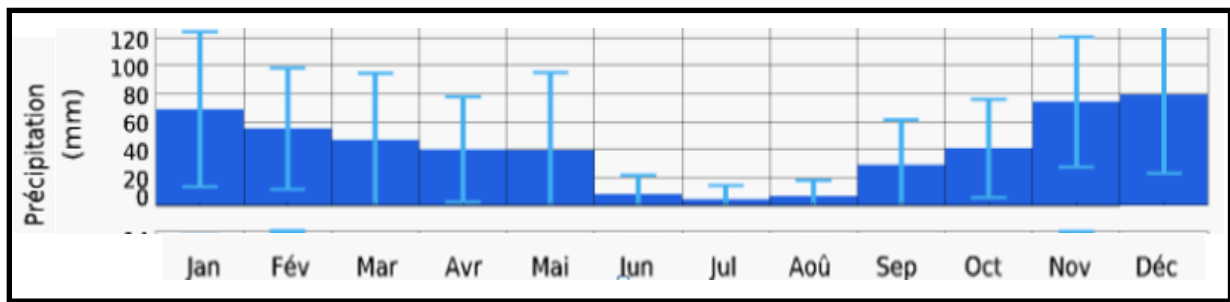


Figure III-6 Précipitations annuelles de la ville de Blida 2016 ([www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com))

### III.2.3.3 L'humidité :

Selon le graphique ci-contre, l'humidité relative mensuelle moyenne est maximale durant les mois les plus humides de Septembre à Mai ou elle est d'environ 60% pour la période (2000- 2010). Elle descend de Juin à Août à 50%.

L'humidité moyenne mensuelle maximale est presque stable durant toute l'année par une valeur qui va de 77% à 83%, et l'humidité minimale moyenne connaît une fluctuation entre les mois pluvieux et les mois secs d'été. Mais sa valeur ne descend pas en dessous de 25%.

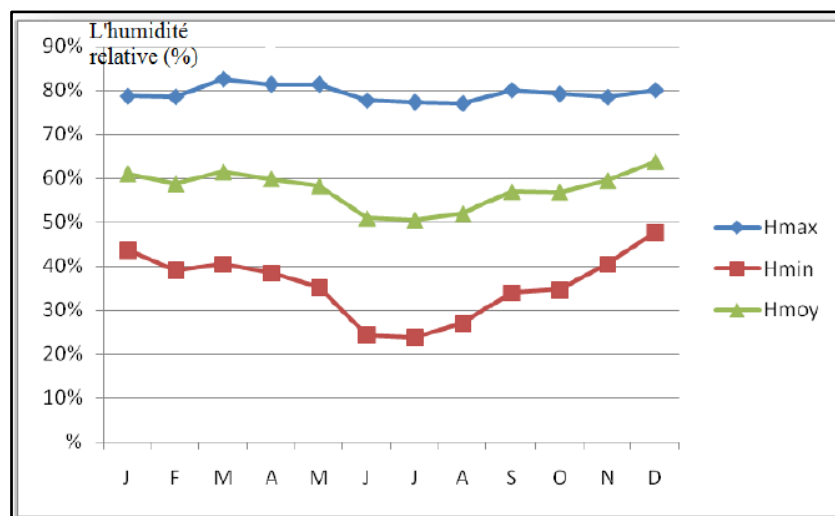


Figure III-7 Les valeurs d'humidité relative pour la période (2000- 2010).

### III.2.3.4 L'Ensoleillement :

Le graphique montre le nombre mensuel de jours ensoleillés, partiellement nuageux, et nuageux de l'année. Dans la ville de Blida le nombre minimum de jours ensoleillés pour les mois les plus froids et pluvieux est de 10 jours, et celui des jours partiellement nuageux est aussi de 10 à 15 jours. Les mois chauds atteignent 15 à 20 jours ensoleillés et 7 à 9 jours partiellement nuageux.

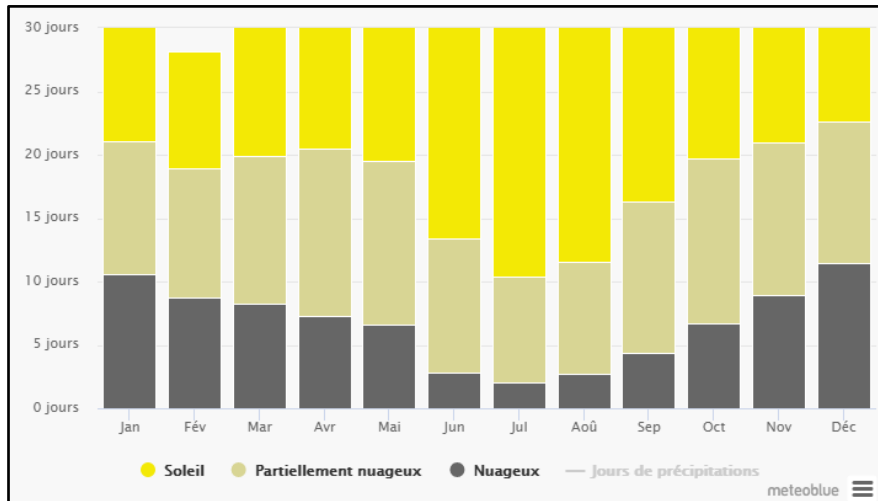


Figure III-8: Jours ensoleillés, nuageux et partiellement nuageux/ Mois pour Blida (www.meteoblue.com)

### III.2.3.5 Les Vents :

Les vents dominants de la ville de Blida sont le vent du Nord/Nord-Est et du Sud/Sud-Est se sont les vents les plus fréquents tout au long de l'année. L'histogramme de la vitesse du vent montre que la plus grande vitesse est supérieure à 28 km/h mais ne dépasse pas les 38 km/h et ce principalement de Novembre à Avril, se vend froid d'une fréquence de seulement 100 h/an provient de l'Ouest<sup>2</sup>.

Etant protégée par l'Atlas Blidéen la ville n'est pas exposée aux vents chauds du sud<sup>3</sup>, en effet les vents du Sud, et Sud/Sud-Est sont peu fréquents en été (Voir histogramme >5), mais ils sont presque uniformément répartis sur le reste de l'année d'Octobre à Mars.

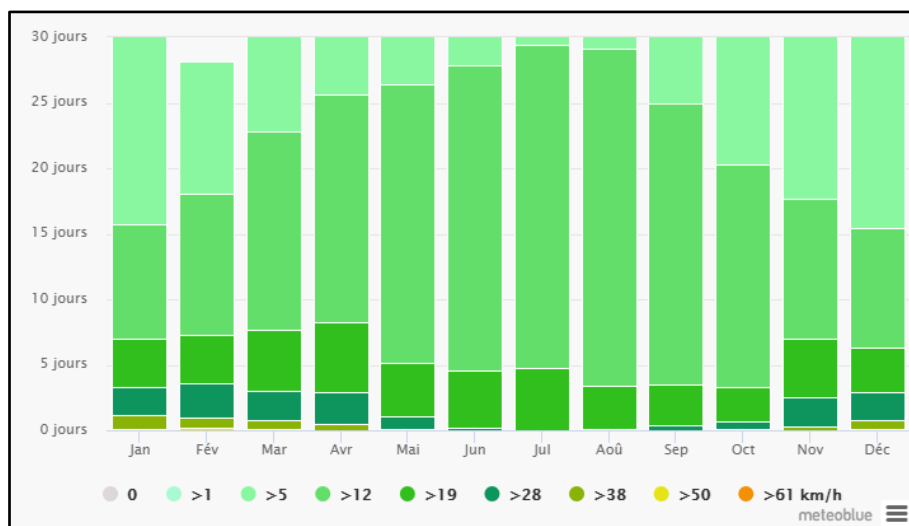
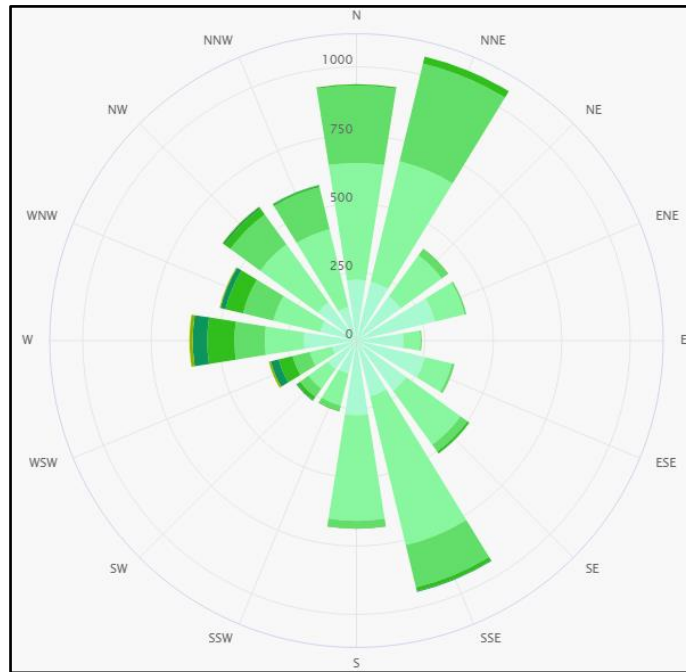


Figure III-9: Vitesse des vents en nombre de jour/Mois pour Blida (www.meteoblue.com)

<sup>2</sup>LaRose des vents sur le site [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com) donne la fréquence et la vitesse des vents selon leur direction.

<sup>3</sup>[www.wikipédia.com](http://www.wikipédia.com) Daniel Babo, *Algérie*, Éditions le Sureau, coll. « Des hommes et des lieux » (ISBN 978-2-911328-25-1), p. 30



Rose des vents pour Blida : direction vitesse et fréquence (www.meteoblue.com)

### III.2.3.6 Synthèse de l'Analyse climatique :

La température annuelle moyenne est assez stable, elle varie entre 12°C en hiver et 31°C en été, il y a un grand écart entre la température maximale et minimale journalière durant toute l'année, ce qui est probablement causé par l'ensoleillement important durant tous les mois.

La pluviométrie annuelle moyenne est à l'ordre de 60mm, elle est plus importante dans l'Atlas. Les vents dominants sont le vent du Nord, Nord-Est et Sud/Sud-Est en hiver, les mêmes directions sont dominantes en été. Car le vent chaud du Sud est très peu fréquent de Juin à Aout, mais il est plus fréquent en Septembre. L'humidité relative moyenne est de 60% en hiver, et 50% en été, ce qui est dû aux précipitations et à la proximité de la mer.

### III.2.4 Analyse Bioclimatique de La ville de Blida :

Il s'agit de faire une analyse des données climatiques de la ville avec une méthode dite 'Bioclimatique' en utilisant des outils qui sont les diagrammes bioclimatiques, dans notre cas nous utiliserons le diagramme de Givoni, afin de faire ressortir les recommandations architecturales afin de mieux intégrer le bâtiment dans son climat.

#### III.2.4.1 Diagramme Bioclimatique de Givoni :

Le premier auteur de ce diagramme Bioclimatique du Bâtiment est Baruch Givoni qui l'a utilisé en climat semi-aride, c'est un outil d'aide à la décision globale du projet, dès que les conditions climatiques s'éloignent du polygone de confort le diagramme bioclimatique suggère les solutions

constructives et fonctionnelles qu'il faut adopter pour concevoir un bâtiment adapté: isolation de l'enveloppe, ventilation, inertie thermique, protection solaire, utilisation des systèmes passifs.

### III.2.4.2 Éléments du diagramme de Givoni :

Le diagramme bioclimatique est construit sur un diagramme psychrométrique (appelé aussi diagramme de l'air humide). Sur ce diagramme sont représentées:

- la zone de confort hygrothermique tracée pour une activité sédentaire, une vitesse d'air minimale (en général 0,1 m/s) et les tenues vestimentaires moyennes d'hiver et d'été; polygone Rouge et Rose.
- L'extension de la zone de confort hygrothermique due à la ventilation par augmentation de la vitesse d'air de 0,1 à 1,5m/s; zone orange VV'
- la zone des conditions hygrothermiques compensables par l'inertie thermique associée à la protection solaire et à l'utilisation d'enduits clairs; zone verte MM' que l'on cumule avec une ventilation nocturne
- la zone des conditions hygrothermiques compensables par l'utilisation de systèmes passifs de refroidissement par évaporation; zone grise (EC, EC')
- la zone des conditions hygrothermiques compensables par une conception solaire passive du bâtiment; zone jaune (HH')

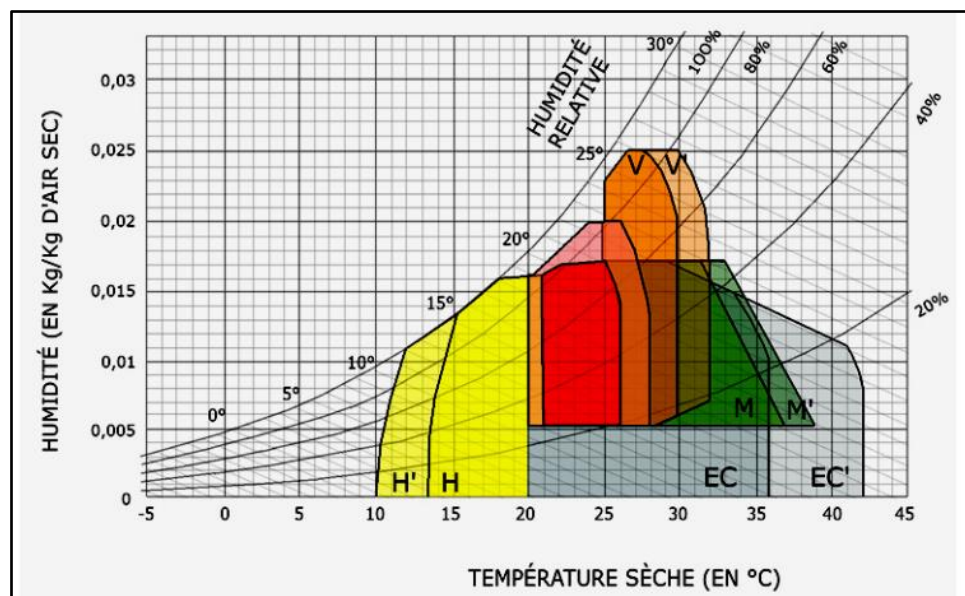


Figure III-10 Diagramme Bioclimatique du Bâtiment (ENVIROBAT-Méditerranée)

### III.2.4.3 Application du diagramme de Givoni au climat de Blida :

Les zones de couleur reportées sur le diagramme psychrométrique sont constituées par les situations thermo-hygro-métriques (couples température-humidité relative) de tous jours d'un même mois (janvier,

avril, juillet, octobre).( ENVIROBAT-Méditerranée : Le diagramme bioclimatique – Jean-Louis IZARD).

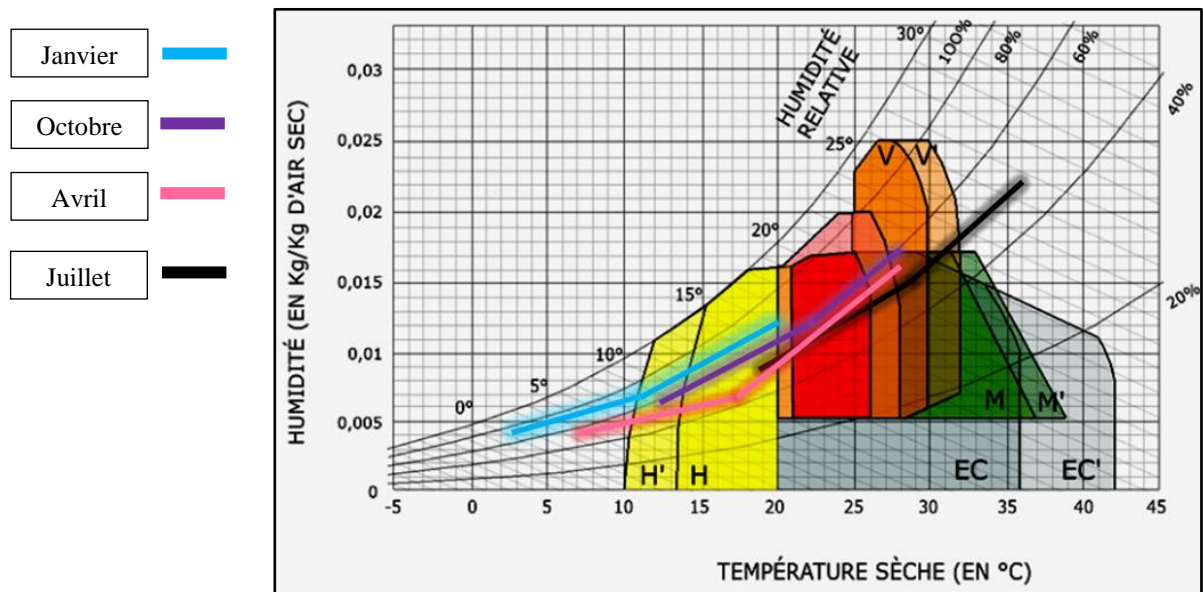


Figure III-11 Application du diagramme Bioclimatique de Givoni –Blida-

Pour le cas de Blida on voit sur le diagramme :

- Qu'il est nécessaire de chauffer en Janvier,(limites H et H' franchies)
- Qu'il n'est pas nécessaire de chauffer en Octobre avec une conception bioclimatique grâce aux dispositifs solaires passifs.
- Qu'il n'est pas nécessaire de chauffer en Avril (majeure partie de profil en deçà des limites H et H') ; avec des systèmes de chauffage solaire passif,
- Qu'il est nécessaire de climatiser pendant une grande partie du mois de juillet avec une inertie (limites M et M' franchies, mais une grande partie du profil est dans la zone de l'inertie thermique et la protection solaire, ainsi que la ventilation naturelle).
- Que l'on peut aussi utiliser les ressources du refroidissement évaporatif (EC et EC')

### III.3 Présentation du Cas d'étude :

#### III.3.1 Situation :

La maison est située dans la quartier de Ouled Soltane plus connu sous le nom de « Douirette », au bout de l'impasse Benrahal, elle est juste à l'entrée du vieux quartier le plus dense de Blida, à une centaine de mètres de la mosquée El Moudjahid.

Douirette est une médina datant du 16eme siècle, construite par les premiers migrants andalous ayant fuit l'Andalousie après la chute de Grenade. Qualifié d'un des quartiers à forte concentration populaire du chef-lieu de la wilaya, avec plus de 15.000 habitants, ce quartier situé à quelques encablures du centre-ville, n'est toujours pas classé comme patrimoine national, ce quartier a subi, comme

beaucoup de villes anciennes en Algérie, des actions anarchiques, qui ne l'ont en fait que défigurée. (A. Boukhalfa 2003).



Figure III-12 Image Google Earth, situation de la maison      Figure III-13 Photo de l'impasse Benrahal (Auteur)

### III.3.2 La maison :

La maison étudiée fut construite en l'an 1719 d'après les habitants, elle est située dans un ilot ou la pluparts des maisons furent construites à l'époque andalouse, ou ottomane, elles n'ont pas subi de transformations radicales, mais elles sont très mal entretenues surtout de l'extérieur.

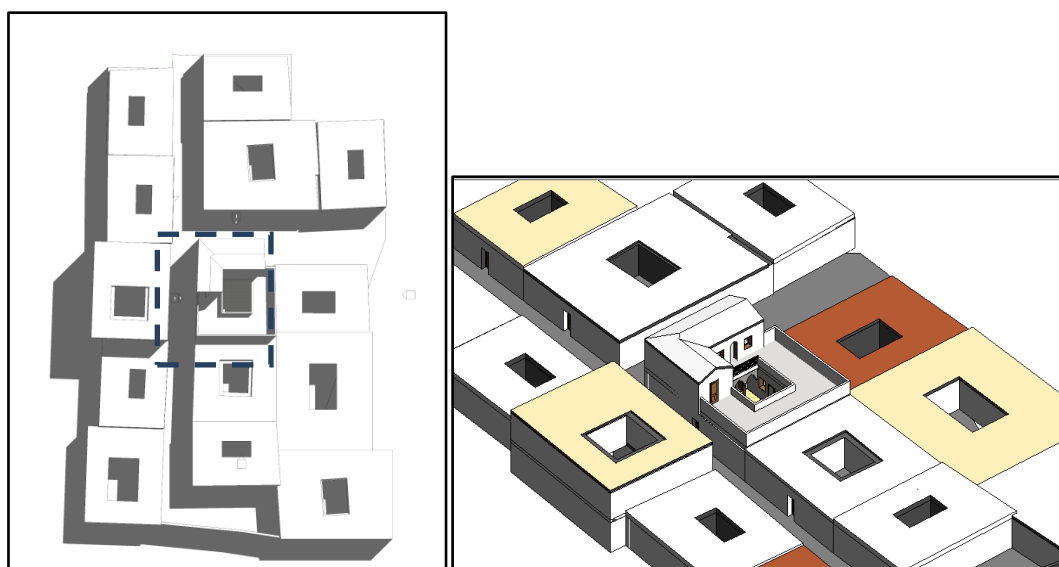
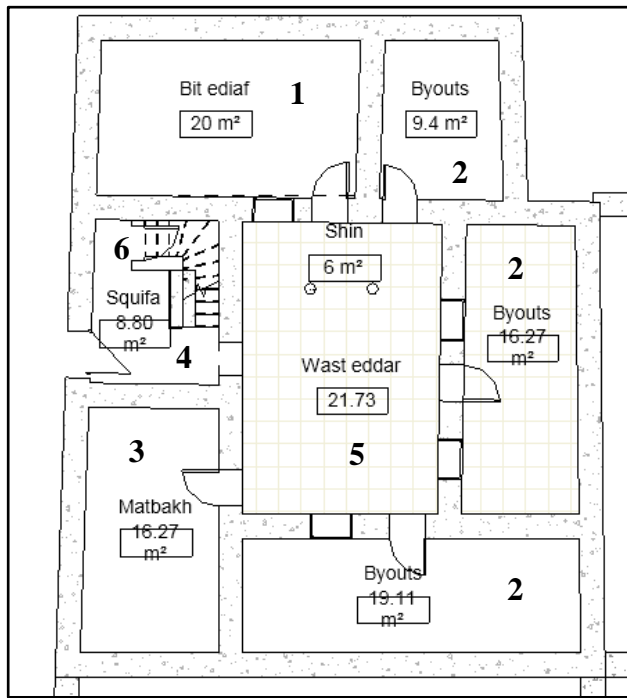




Figure III-14 Plan de masses (Auteur) Figure III-15 Plan de masses (Auteur)

C'est une petite maison introvertie à Patio, les principaux espaces : Séjour, chambres et annexes sont au Rez de chaussée, des escaliers dans la Squifa mènent à l'étage supérieur ou l'on trouve un cellier « Bit el Aoula » ou « Makhzan » et une terrasse accessible. La superficie du terrain est de 130 m<sup>2</sup> et la surface habitable 90 m<sup>2</sup>.



**Légende :**

- 1 : Chambres
- 2 : Séjour
- 3 : Cuisine
- 4 : Entrée en chicane
- 5 : Patio
- 6 : Latrines
- 7 : Grenier ou cellier
- 8 : Terrasse (Stah)

Figure III-16 Plan du Rez-de-chaussée (Auteur)

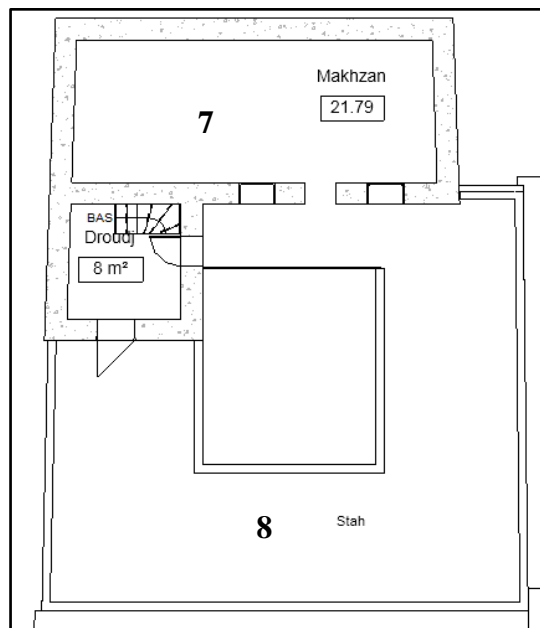


Figure III-17 Plan de l'étage supérieur (Auteur)

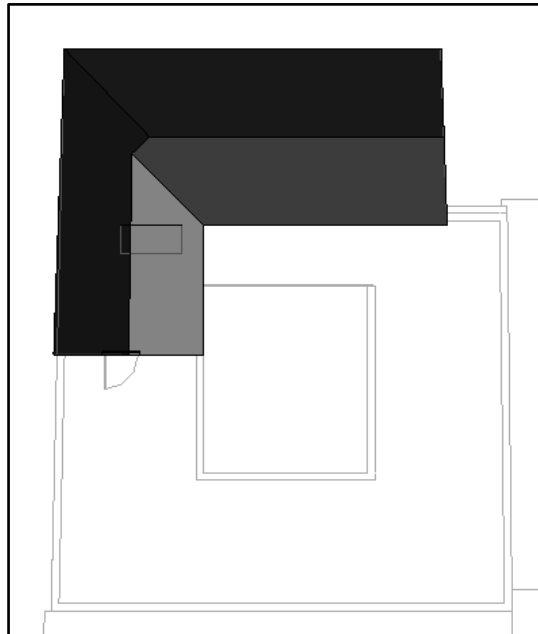


Figure III-18 Plan de toiture (Auteur)

### III.3.2.1 Éléments architecturaux traditionnels :

On peut facilement identifier la valeur patrimoniale et l'authenticité de cette petite demeure dès que l'on franchit le seuil, une entrée en chicane en passant par une porte en ogive, un escalier monolithique étroit qui mène à l'étage supérieur, discrètement dissimulé dans la Squifa, puis on accède au cœur de la maison « Le Patio », un charmant petit Wast-eddar avec une arcade à trois arcs brisés outrepassés.



Figure III-19 Vue sur la Porte d'entrée / Squifa Figure III-20 Vue sur l'escalier



Figure III-21 Vue sur l'unique Galerie de la maison Figure III-22 Vue sur le Patio

III.3.2.2 **Systèmes constructifs :**



Figure III-23 Structure en rondins de bois Figure III-24 Plancher avec Solives en Bois Figure III-25 Plancher avec Solives en Bois



Figure III-26 Mise en œuvre des murs porteurs (60 cm) Figure III-27 Récupération des eaux pluviales

### III.3.2.3 Constat sur le confort thermique :

Suite à une enquête effectuée sur terrain, les occupants ont affirmé que la maison leur procurait un confort d'été assez satisfaisant, ils n'ont recours à la climatisation que deux heures par jour, et ce durant les semaines les plus chaudes de la saison.

En effet l'épaisseur de 60 cm des murs en pierre leur procure une forte inertie, les occupants utilisent l'air conditionné en 12h et 14h, puis ferment toutes les portes et fenêtres. La fraîcheur est préservée toute l'après-midi, le soir c'est la ventilation nocturne à travers le patio qui permet de rafraîchir les espaces intérieures et les parois.

D'un autre côté le confort d'hiver est plus difficile à atteindre, le chauffage est utilisé pratiquement durant tout l'hiver, mais l'aspect le plus gênant dans ce type d'habitations, c'est ce qu'on appelle « Le choc thermique », même si les chambres sont chauffées et que les murs ont une forte inertie, le fait de devoir s'exposer à l'air extérieur pour passer d'un espace à l'autre, est un véritable inconvénient pour les occupants en particulier le matin quand les températures sont très basses, ou le soir.

### III.3.2.4 Méthodologie de recherche et protocole de simulation :

Dans le chapitre suivant nous allons dans un premier lieu diagnostiquer la consommation énergétique globale de l'habitation, grâce au logiciel de simulation thermique Pleiade + Comfie nous pouvons avoir la consommation par Zone thermique ou volume thermique, cela va nous permettre d'évaluer le rôle bioclimatique de la Galerie, en effectuant une simulation avec et sans galerie, puis nous choisirons de simuler plusieurs variables selon les paramètres suivants :

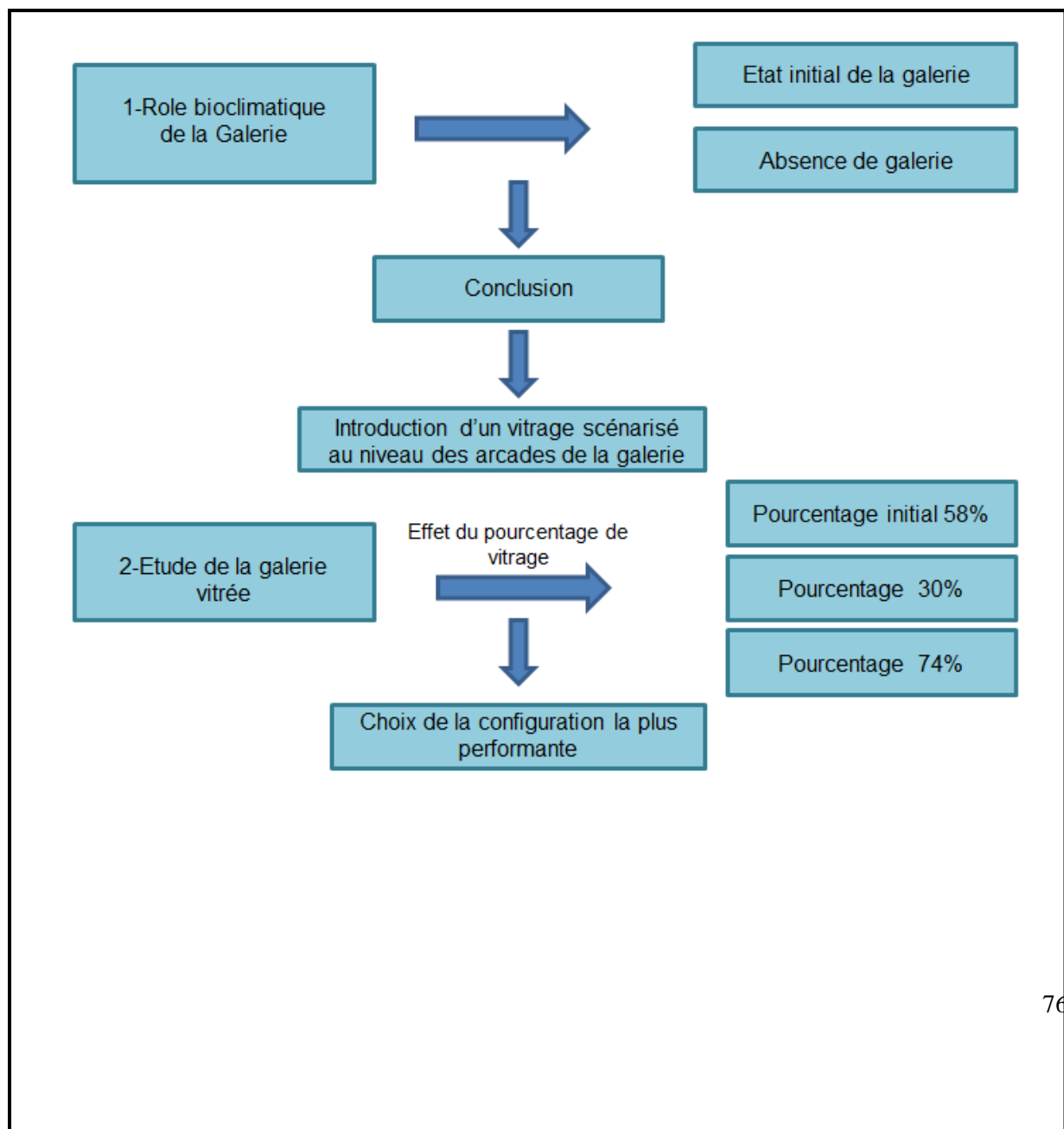
1- Effet du pourcentage du vitrage : avec trois variables

## 2- Effet de l'orientation : trois variables

La but est de déterminer la configuration optimale de cet espace pour une meilleur performance thermique pendant en particulier pendant la saison hivernale.

### III.3.2.5 Critères de choix de la « Galerie » :

La performance thermique du patio ayant été traitée dans de nombreuses études (Voir état des connaissances page ) nous avons choisi de travailler sur la performance thermique de la « Galerie », le choix de cet espace ou ce dispositif vernaculaire est parti d'une volonté de créer un espace intermédiaire entre les espaces intérieurs et le Patio, en particulier en hiver, au-delà de la recherche d'une efficacité énergétique de ce type de maison, nous avons voulons apporter une solution aux chocs thermiques auxquels sont exposés les habitants dans ce type de configuration spatiale, car si ce mode de vie fut concevable dans le passé, les exigences du confort ont évolué et l'on ne conçoit plus de nos jours de passé du chaud au froid aussi brutalement dans notre vie quotidienne.



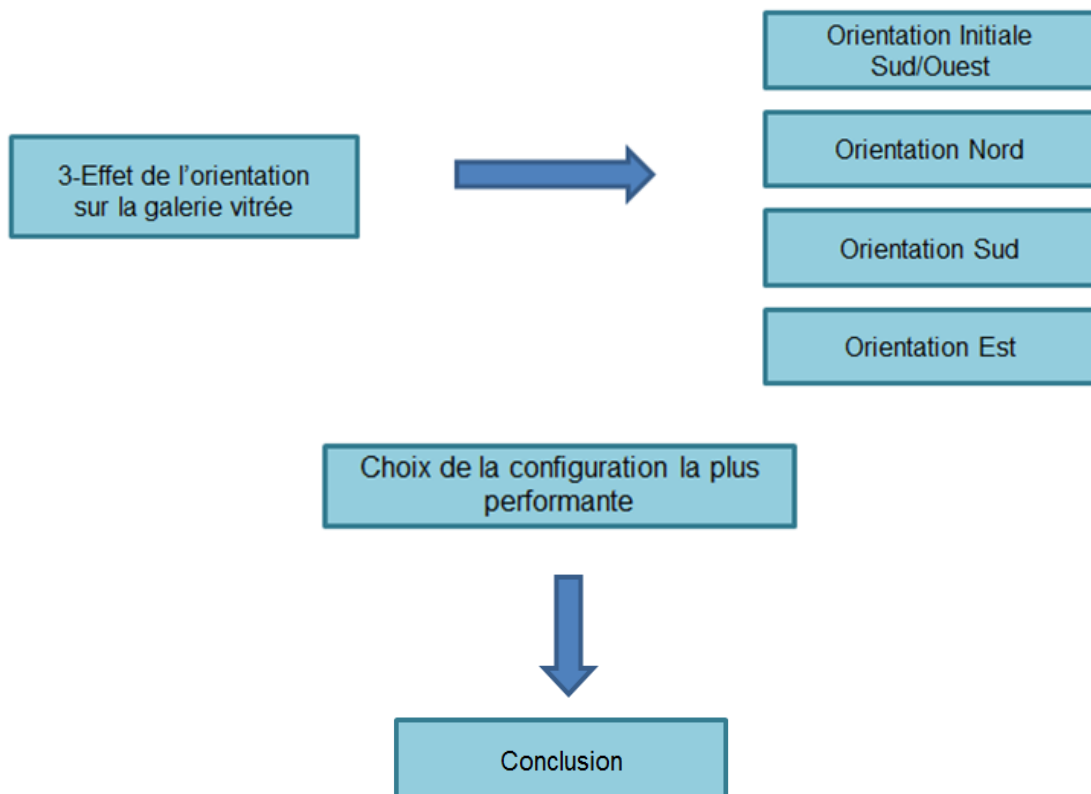


Figure III-28 Organisation du protocole de simulation thermodynamique

### III.3.2.6 Présentation du logiciel utilisé :

Les simulations thermodynamiques ont été effectuées sur la version du logiciel Pléiades, l'ensemble du travail a été fait avec des outils intégrés dans un seul logiciel, ses outils sont les suivants :

**Modeleur :** c'est un outil qui permet la modélisation architecturale du projet, la caractérisation des matériaux, l'affectation des portes et fenêtres, la définition des zones thermiques et de l'orientation.

**Bibliothèque :** Permet la description détaillée des différents éléments constructifs (murs, planchers, toiture, vitrages)

-L'intégration de scénarios horaires, ils permettent de paramétrer :

- 1- L'occupation par jour, par heure et par pièce.
- 2- La ventilation
- 3- L'occultation (volets, brises soleil, masques..etc)
- 4- Les consignes de thermostat pour le chauffage et la climatisation, par zone.
- 5- Les scénarios d'ouvertures des portes et fenêtres par saison et par heure.

6- La puissance dissipée des appareils électriques et de l'éclairage, par pièce et par heure.

**Méteocalc** Permet de générer des fichiers météorologiques horaires en saisissant les données climatiques du site.

**STD Comfie** :Moteur de simulations thermiques dynamiques multizones.

**Les Résultats :**

Pour chaque zone, un tableau récapitulatif affiche les résultats principaux de la variante simulée :

- Besoins de chauffage et de climatisation par m<sup>2</sup>
  - Puissance maximale utilisée pour le chauffage et la climatisation sur la période simulée
  - Températures minimales, moyennes et maximales de chaque espace.
  - Apports solaires.
- 

III.3.2.7 **Processus d'Application du Logiciel :**

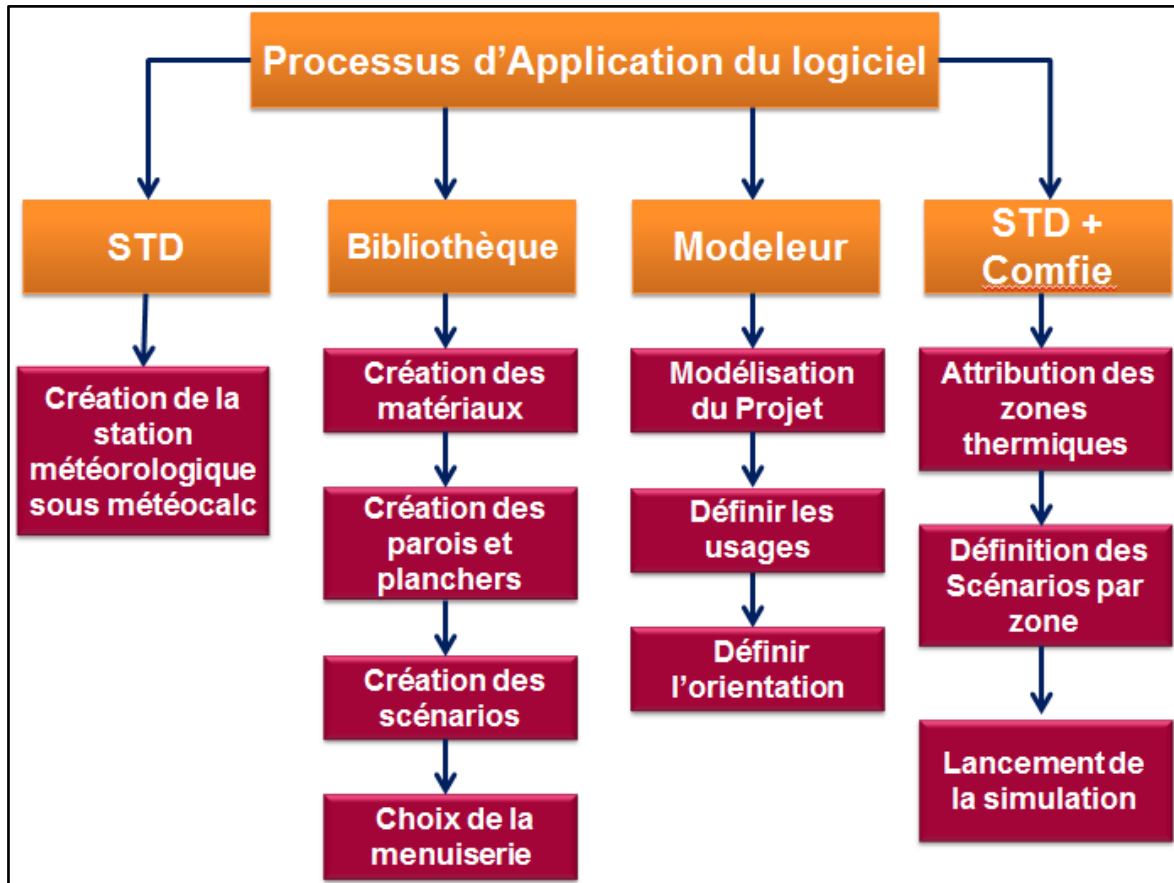


Figure III-29 Schématisation du Processus d'application du logiciel PLEIADES (Source : Auteur)

### III.3.3 Modélisation de la variante de Base :

#### III.3.3.1 Création de la station météorologique :

Sous STD (Simulation thermodynamique) il est possible de générer un fichier météo avec météoCalc :

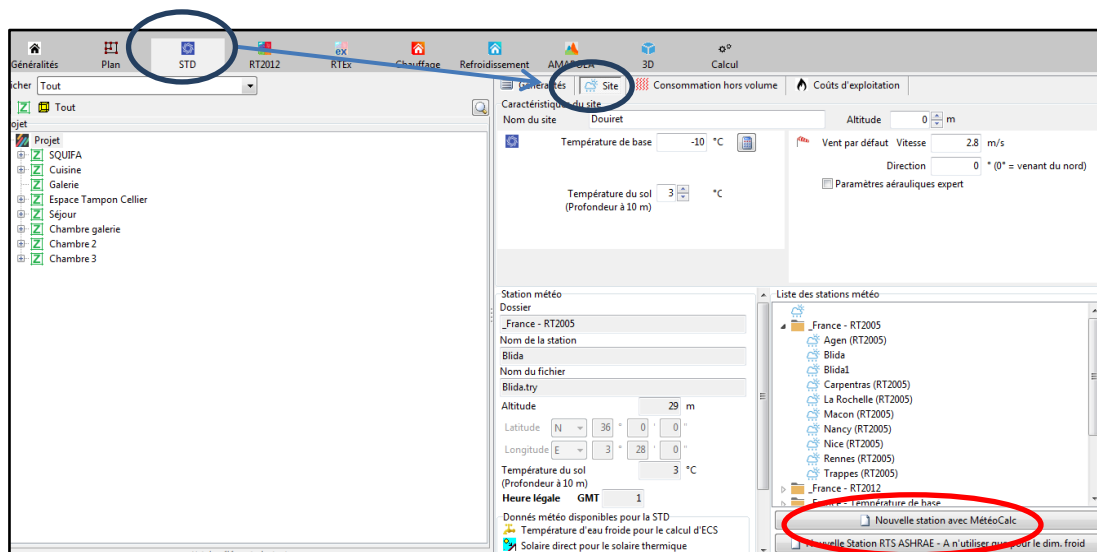


Figure III-30 Méthode de création d'une station météo dans PLEIADES

Il suffit d'entrer les données suivantes dans le générateur :



- Températures moyennes maximales de chaque mois.
- Températures moyennes minimales de chaque mois
- La durée d’insolation en heures (pour chaque mois de l’année)
- Les coordonnées géographiques du site

Dans ce cas la source des données climatiques annuelles est le site de meteoblue<sup>4</sup>

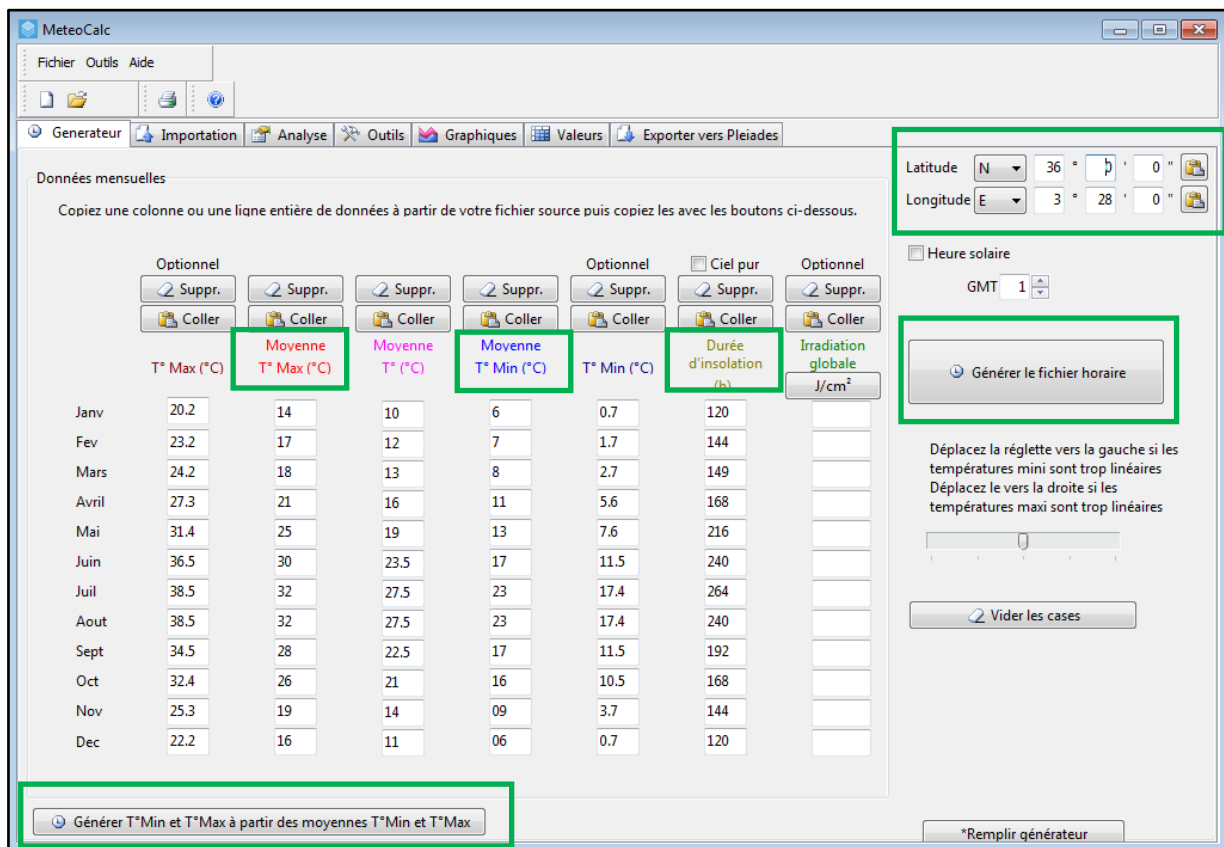


Figure III-31 Etapes de création du fichier météo sur MeteoCalc (Auteur)

<sup>4</sup> Données météorologiques mondiales : [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com)

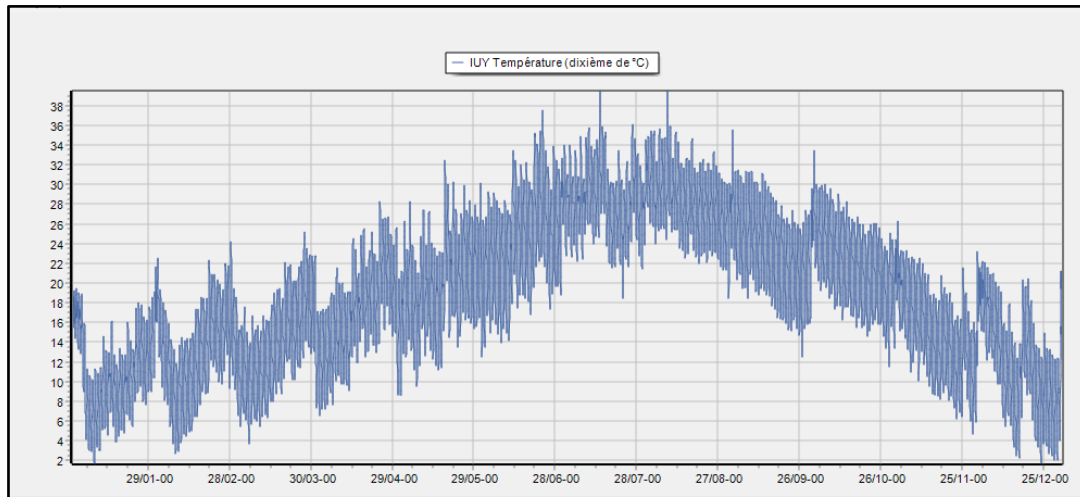


Figure III-32 Courbe de températures de Blida générée par meteoClac

### III.3.3.2 Création des matériaux et éléments constructifs :

Si un matériau n'est pas disponible dans la bibliothèque de Pleiade il est possible d'en créer, en dupliquant un matériau de base, puis en introduisant les caractéristiques du nouveau matériau :

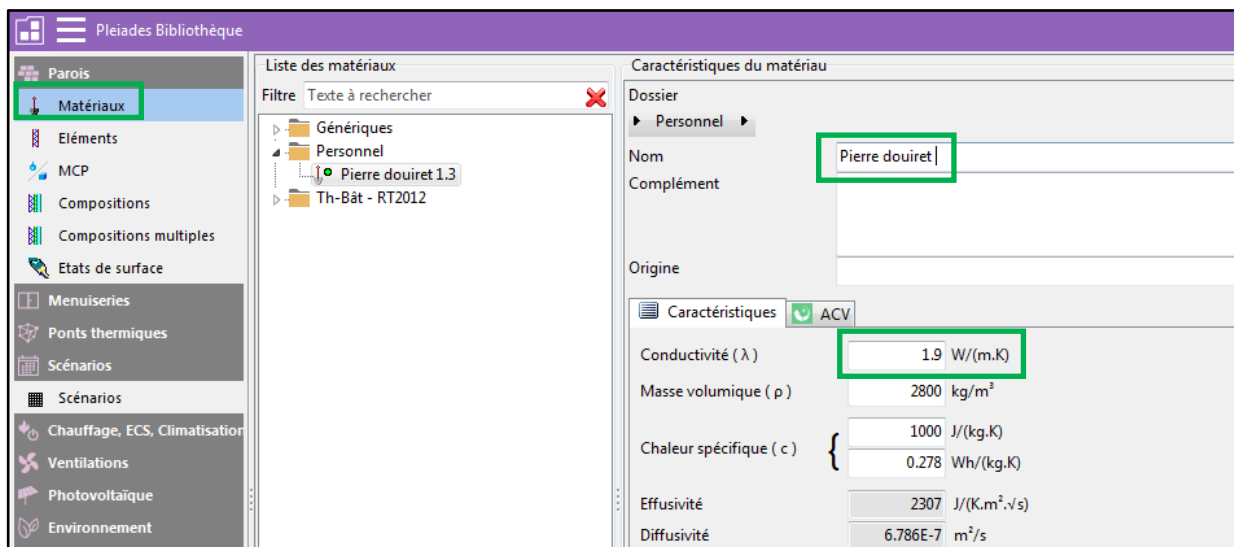


Figure III-33 Création d'un nouveau matériau dans Pleiade

L'étape suivante est la création de Compositions de murs et planchers

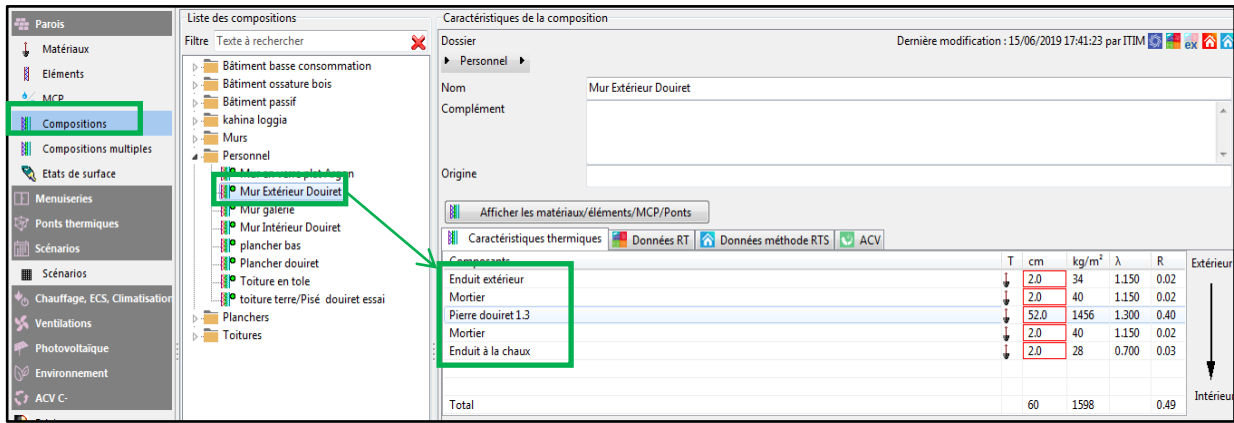


Figure III-34Création d'une paroi dans Pleiade

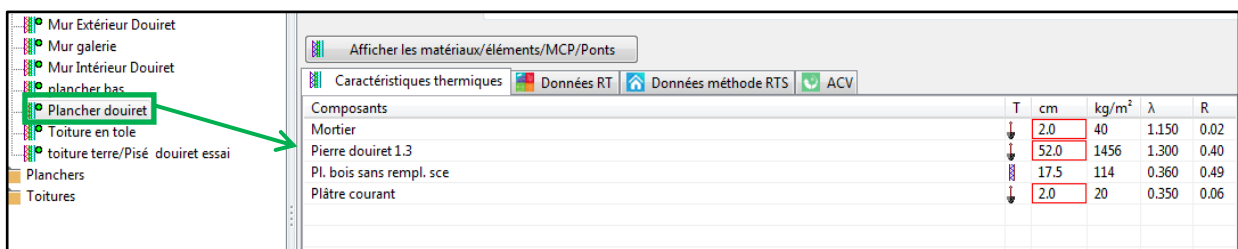


Figure III-35Création d'un plancher dans la bibliothèque Pleiade

Les caractéristiques thermiques de la pierre utilisée sont dans le D.T.R C-3-2 (voir Annexe 2).

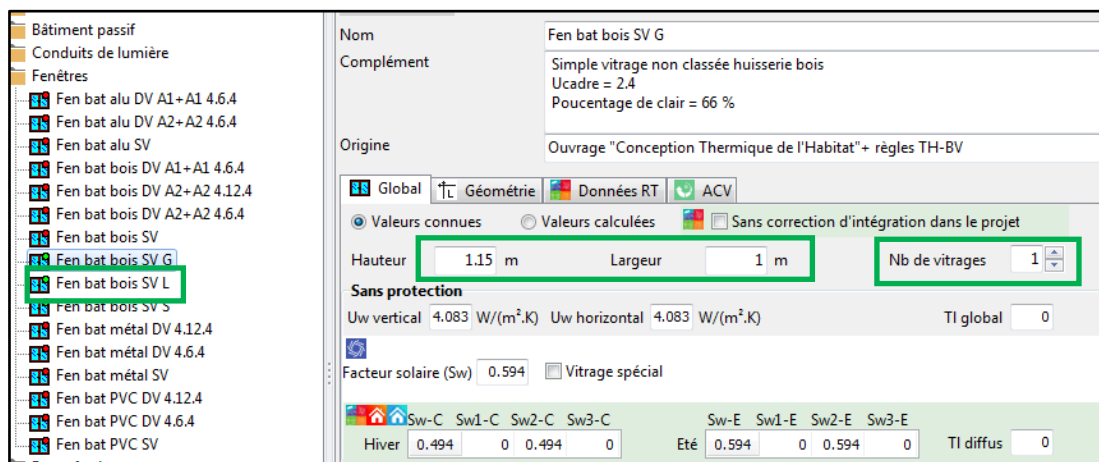


Figure III-36Modification des menuiseries (Portes et fenêtres) sur Pleiade

### III.3.3.3 Création des scénarios de fonctionnement :

L'occupation du bâtiment son exploitation ainsi que le mode de vie des habitants à une grande influence sur le confort thermique, c'est pourquoi le logiciel Pleiade prend en charge dans ses calculs de simulation thermodynamique les scénarios suivants :

1- Scénario d'occupation de la maison : Nombre de personnes qui occupe chaque volume thermique, en fonction des périodes de l'année et des heures de la journée.

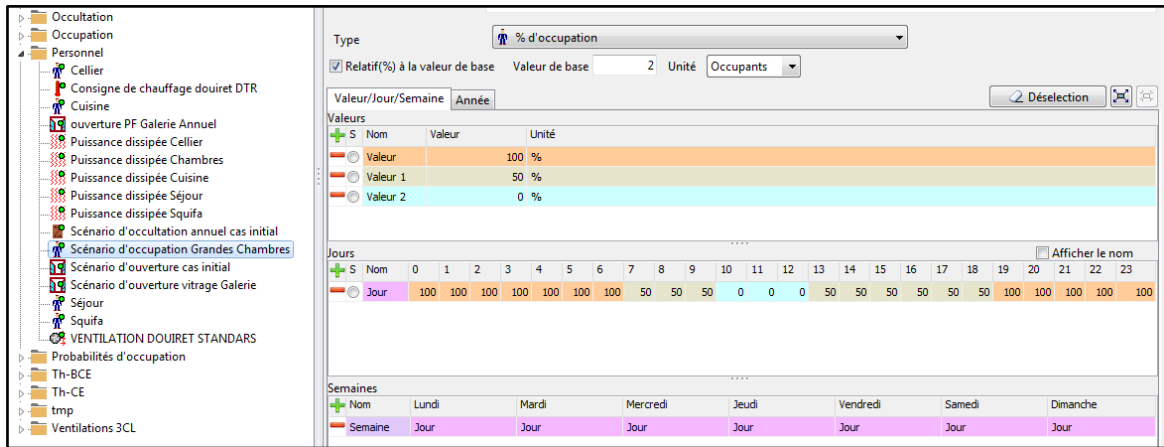


Figure III-37 Scénario d'occupation par Zone, par jour et par semaine

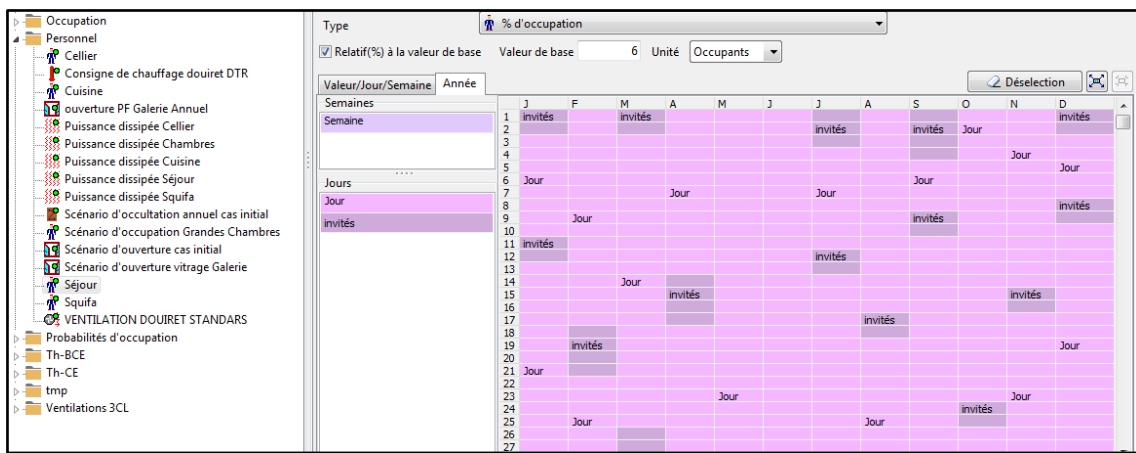


Figure III-38 Scénario d'occupation annuel du Séjour (Auteur)

2- Le scénario d'occultation : Ce scénario concerne les occultations mobiles de la maison (si existantes), à savoir les persiennes, jalousies, stores, ou encore brises soleil et auvent. Il comprend des variations journalières et saisonnières.

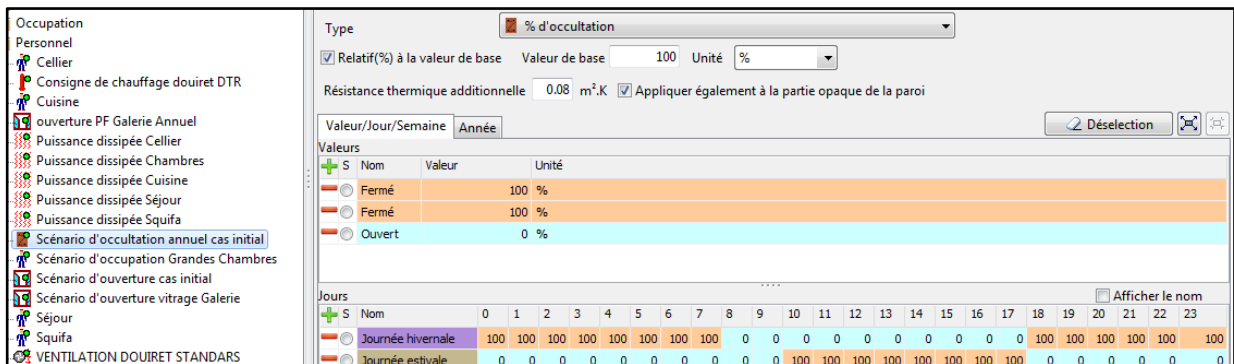


Figure III-39 Scénario d'occultation annuel globale de la maison

3- Scénario de puissances dissipées : Ce scénario prend en charge la chaleur dissipée par l'utilisation des appareils ménagers ainsi que les dispositifs d'éclairage, la puissance de chaque appareil est mentionnée

dans le Chapitre 5 du DTR C-3-4 relatif aux règles de calcul des apports calorifiques du bâtiment. (Voir Annexe 3)

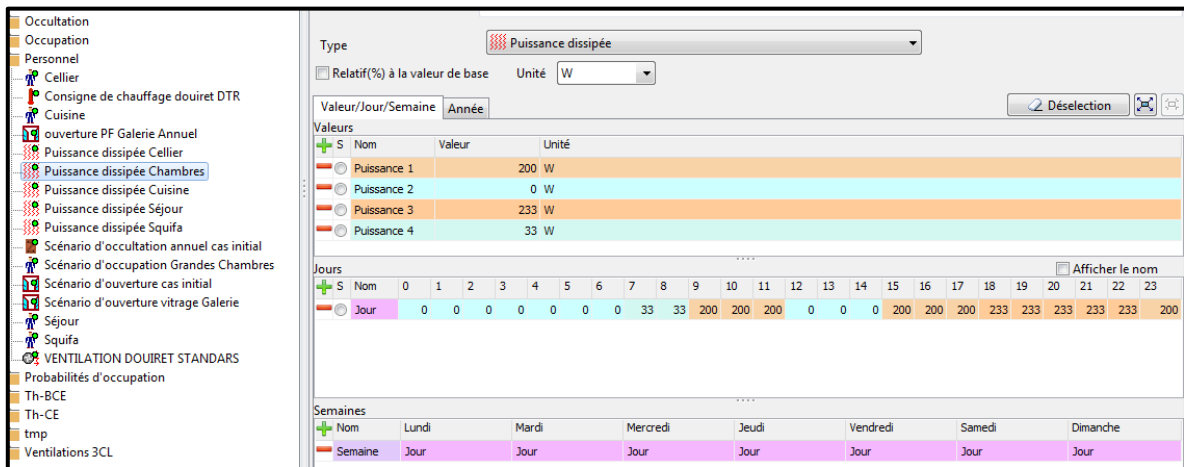


Figure III-40 Scénario de puissance dissipée des chambres

#### 4- Consignes de thermostat :

La consigne de thermostat permet de définir les consignes de chauffage et de climatisation, c'est-à-dire la température minimale de confort en hiver avec un système de chauffage, ainsi que la température maximale en été avec une climatisation. Cela permet au logiciel d'évaluer la consommation énergétique nécessaire pour atteindre la limite de confort.

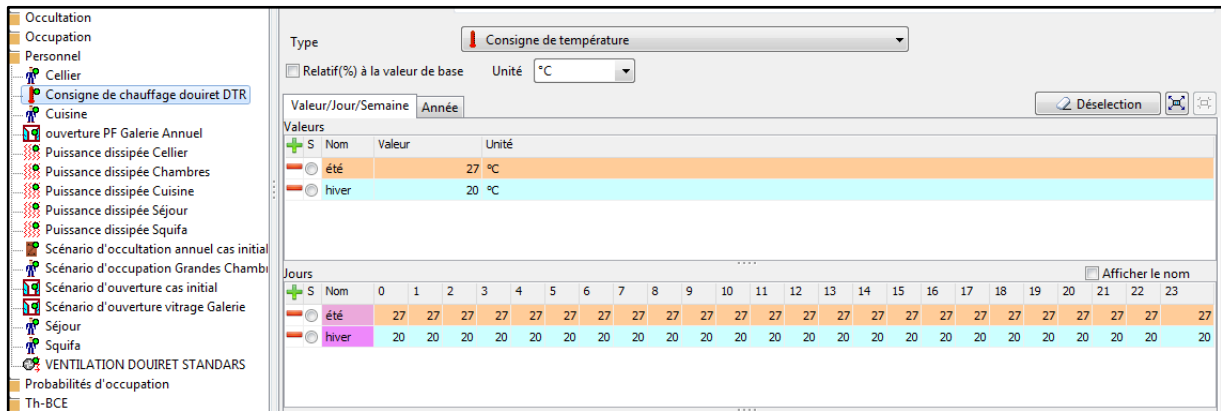


Figure III-41 Consignes de températures dans la bibliothèque de Pleiade

#### 5- Scénario d'ouverture :

Il permet de déterminer les heures de la journée pendant lesquelles les fenêtres sont ouvertes pour aérer ou pour ventiler, le taux d'ouverture varie en fonction des saisons et il est exprimé en pourcentage.

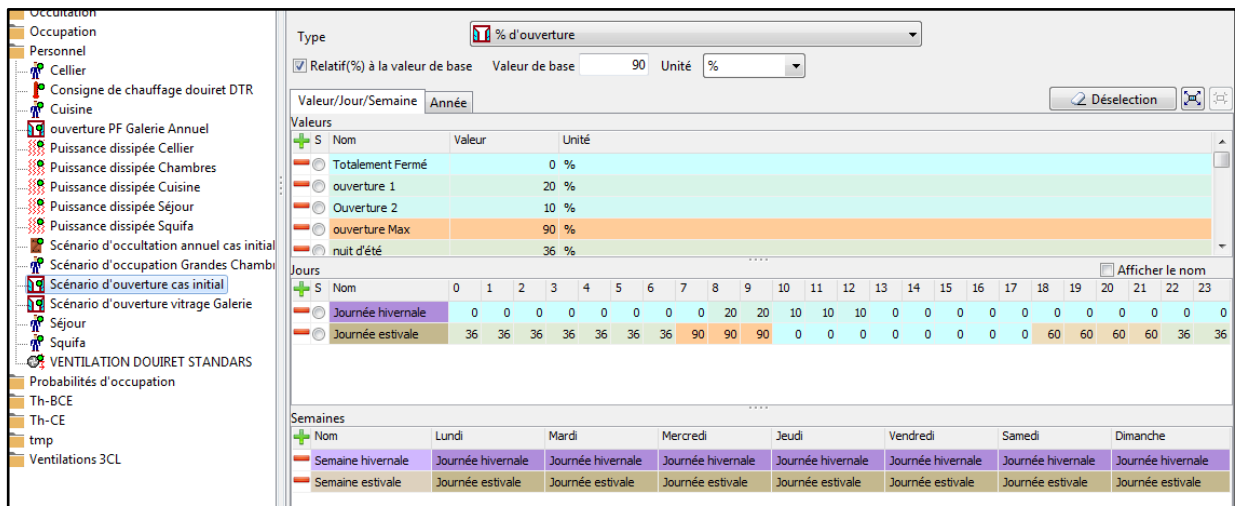


Figure III-42 Scénario d'ouverture de la maison

### 6- Scénario de ventilation :

Un débit d'air standards de 0.6 vol/h est proposé dans le D.T.R ( ), nous proposons une ventilation minimale en hiver, et une ventilation nocturne importante en été.

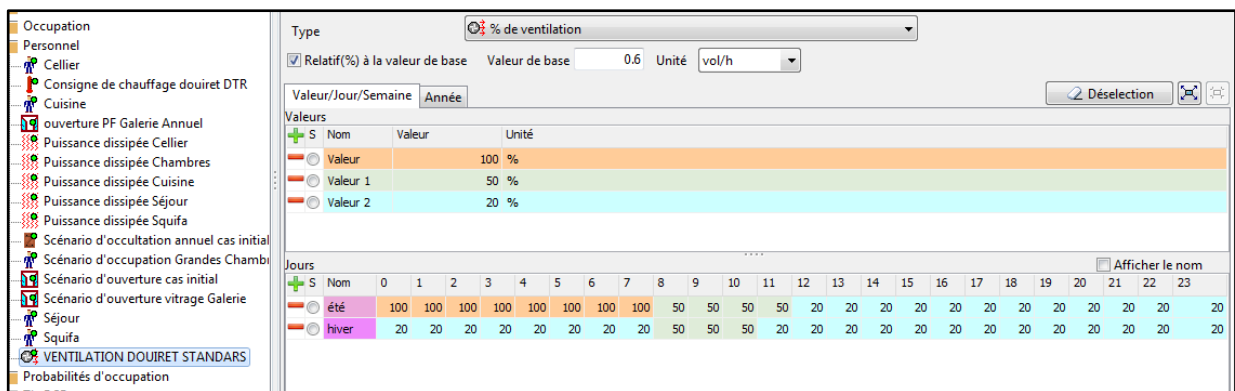


Figure III-43 Scénario de ventilation annuel

### III.3.3.4 Modélisation :

Suite à la création des matériaux et éléments constructifs, la menuiserie, ainsi que les scénarios il est temps de modéliser la maison dans le Modeleur de Pleiade. Ont introduit d'abord les différentes parois ainsi que les planchers, portes et fenêtres dans l'onglet « Données de construction » du Menu « Généralités ».

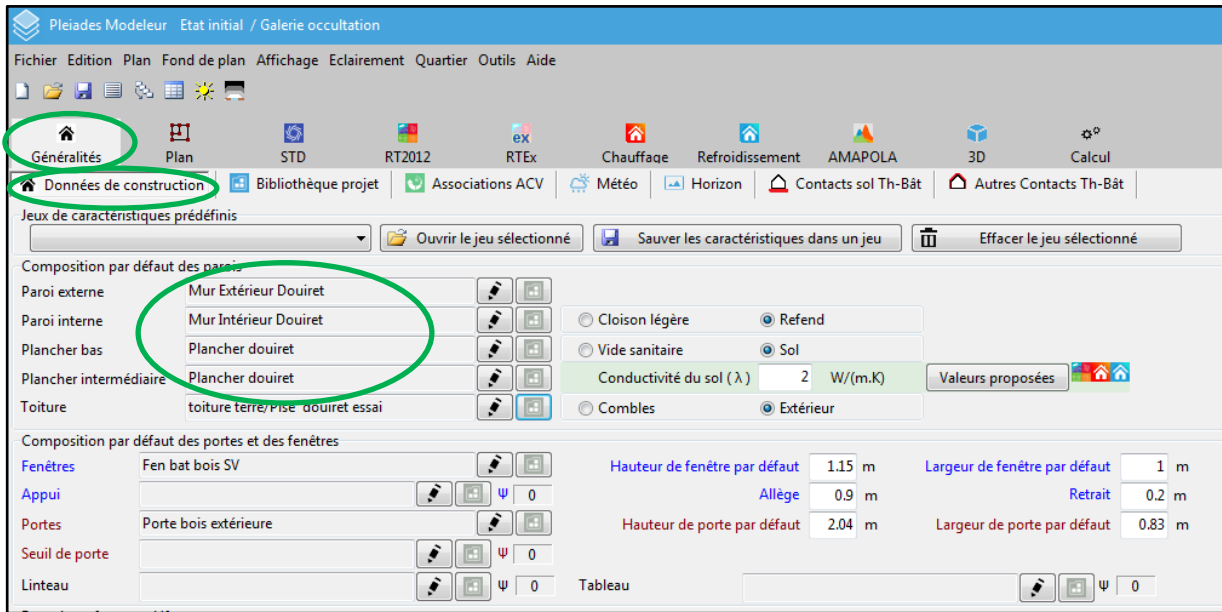


Figure III-44 Données de construction du projet

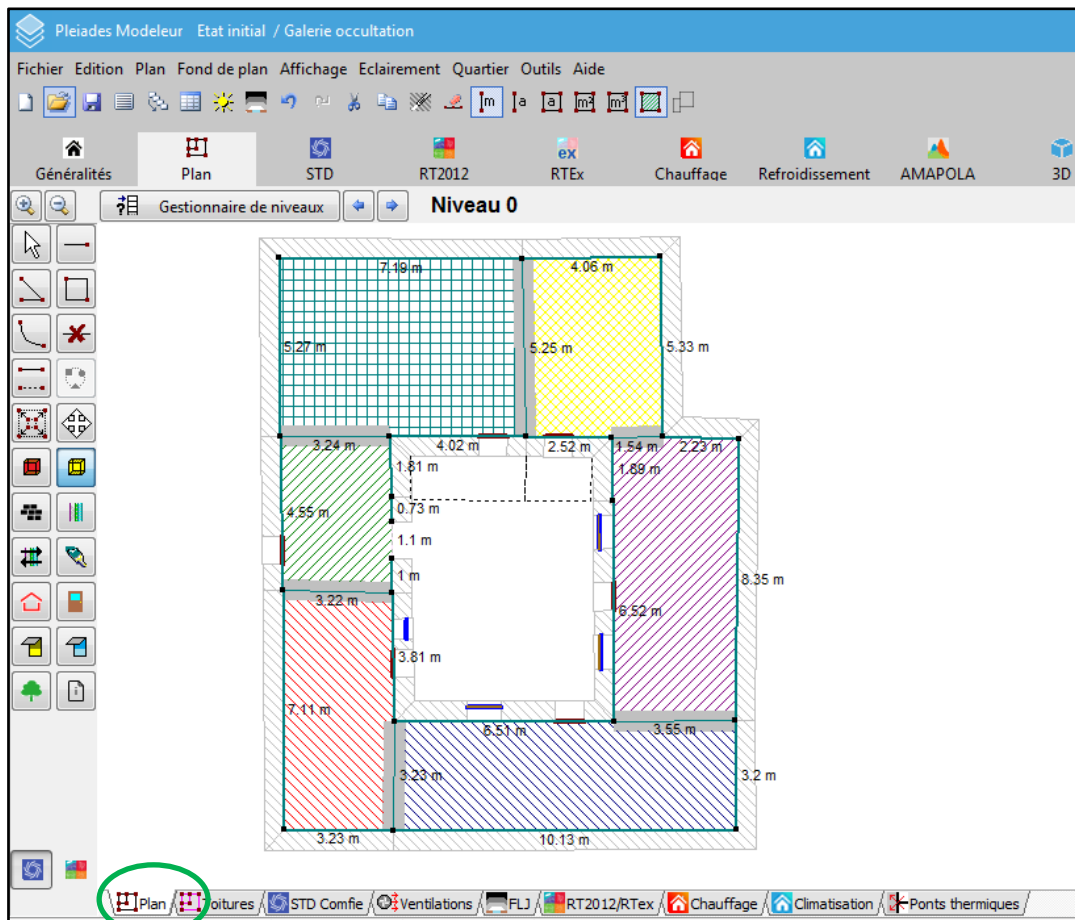


Figure III-45 Plan du Niveau 0 (RDC) de la maison dans Pleiade.

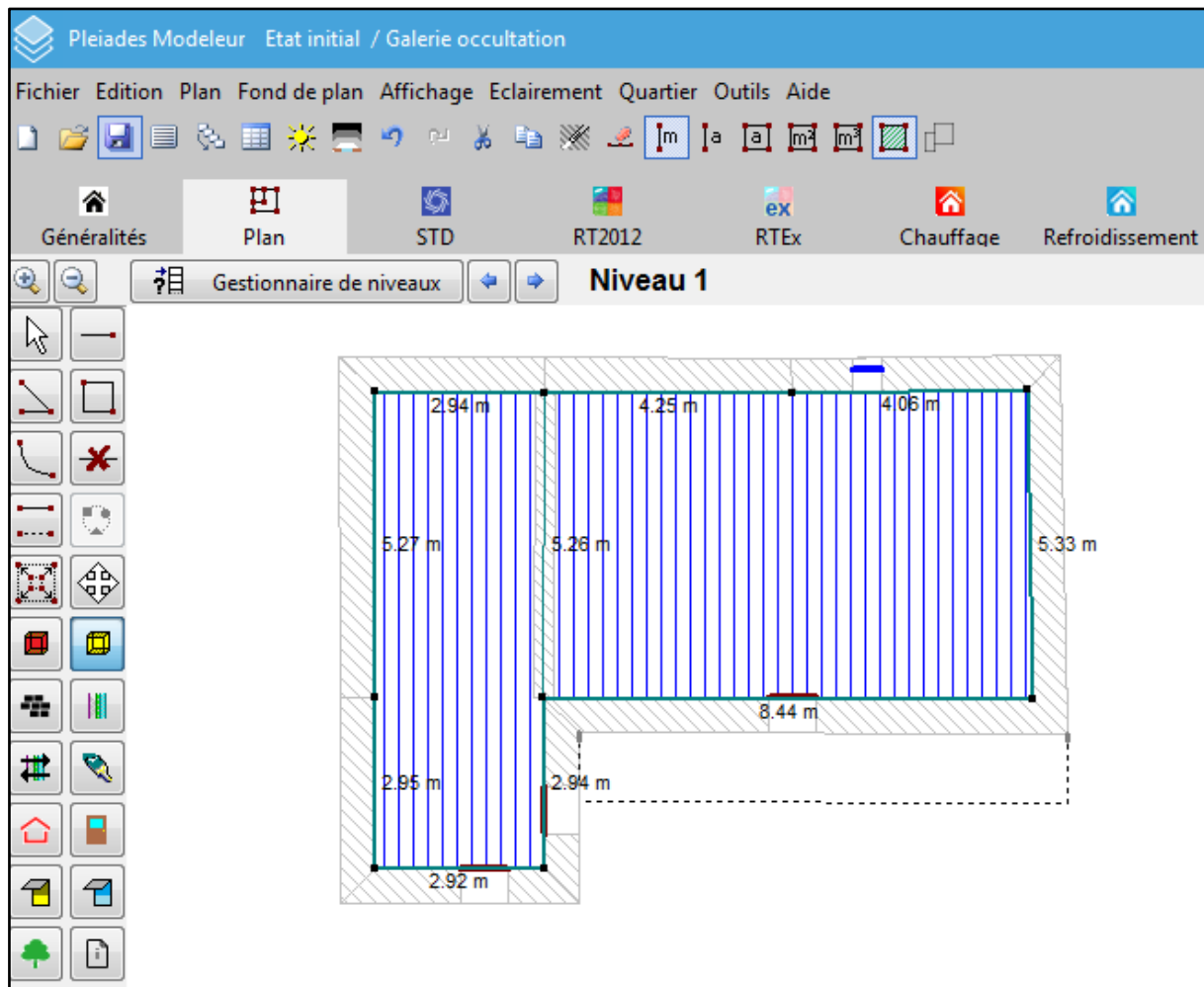


Figure III-46 Plan du Niveau R+1 (cellier ou Bit-el-Aoula)

### **Création des Zones thermiques :**

C'est une étape très importante de la simulation, chaque pièce fermée est considérée comme un volume thermique, il est possible de créer plusieurs zones dans l'onglet « STD » en bas du « Plan ».



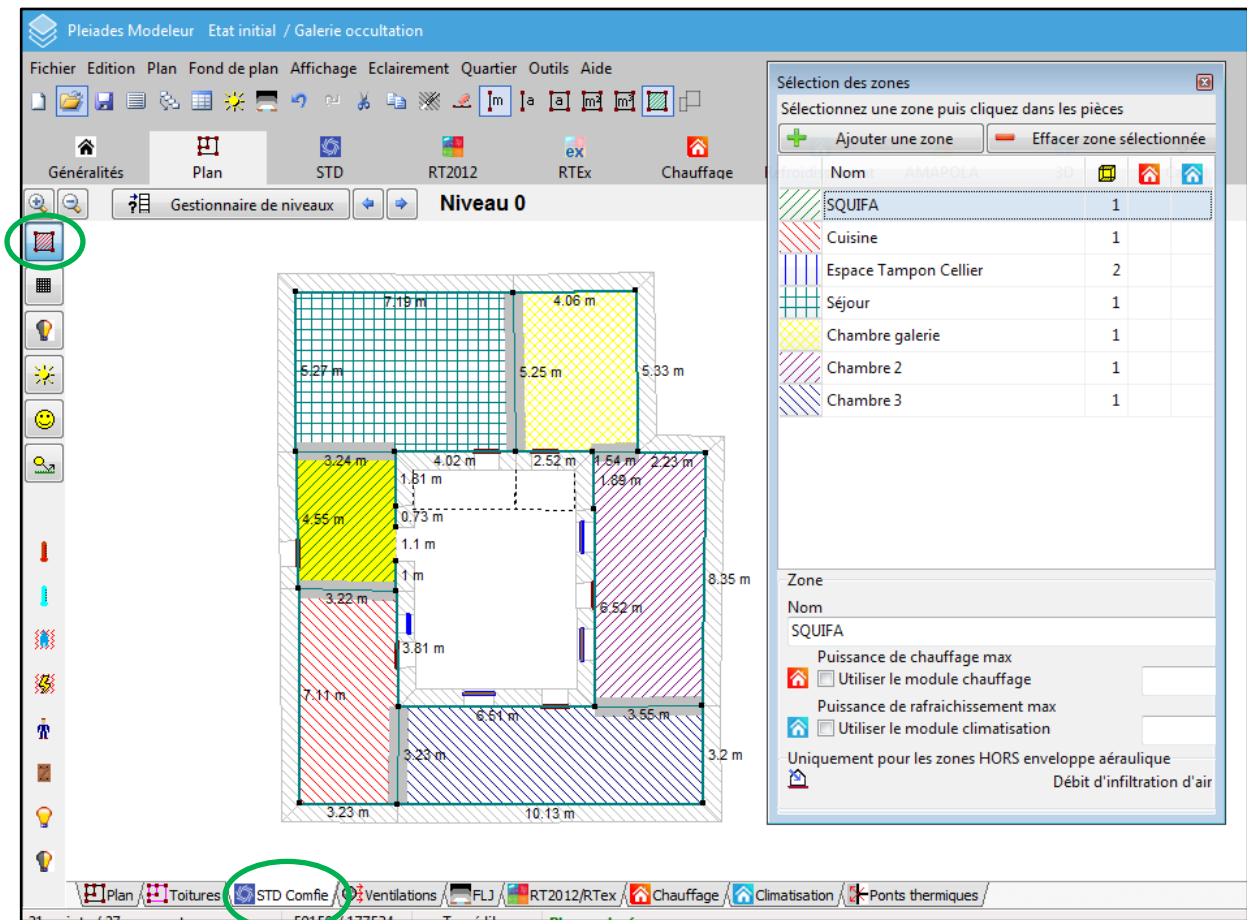


Figure III-47 Zonage thermique du RDC de l'état initial sur Pleiade

### **Affectation des scénarios par Zone :**

Une fois que les zones sont créées, il est possible d'affecter les scénarios créés précédemment dans la bibliothèque à chaque zone.

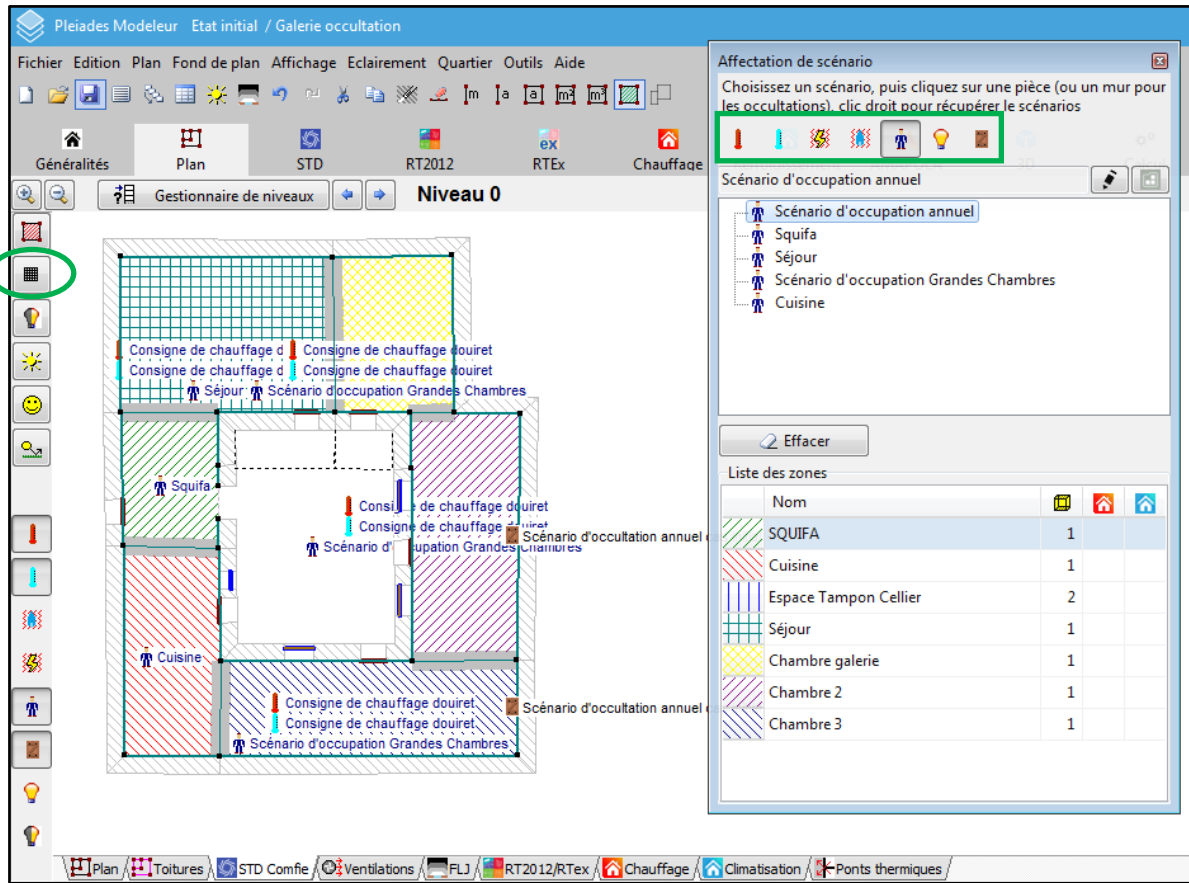


Figure III-48 Affectation des scénarios pour chaque Zone thermique (Modeleur/Plan/STD)

Visualisation 3D du Projet : Permette vérifier si le volume est juste, et de visualiser les différentes parties.

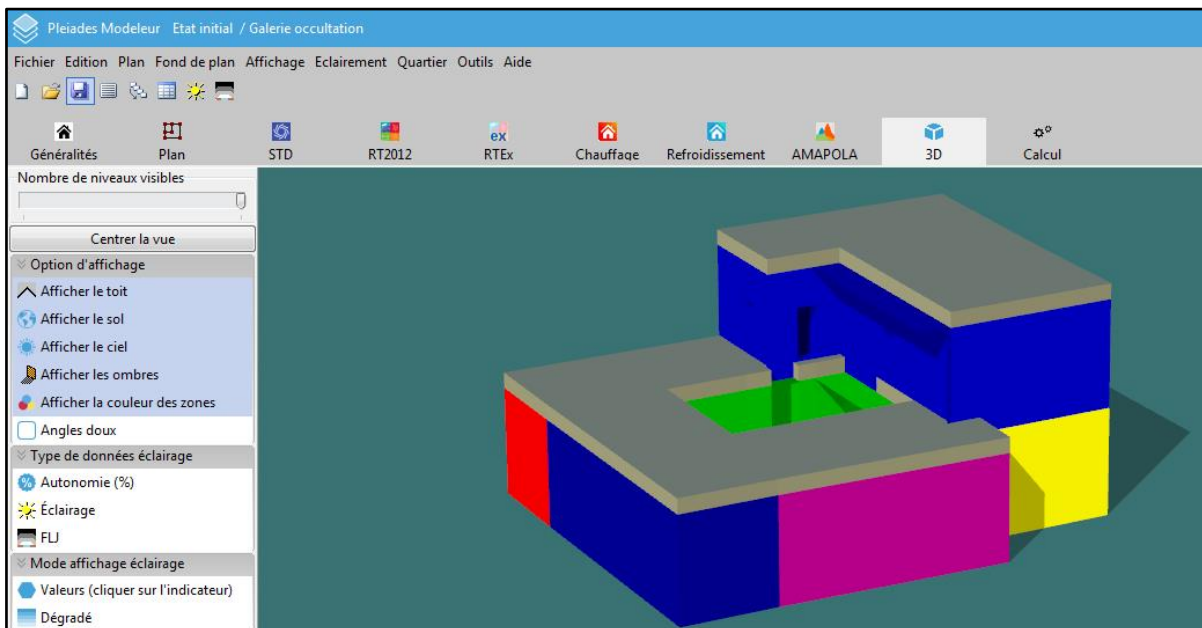


Figure III-49 Volumétrie du de la maison dans Pleiade

### III.3.3.5 Lancement de la simulation:

La simulation se fait dans l'onglet calcul grâce au module STD de Pleiade, il est possible de modifier les paramètres horaires de la simulation ainsi que les limites de confort. Il est possible de lancer une simulation sans consignes de thermostat en supprimant les consignes de chauffage et de climatisation de toutes les zones thermiques.

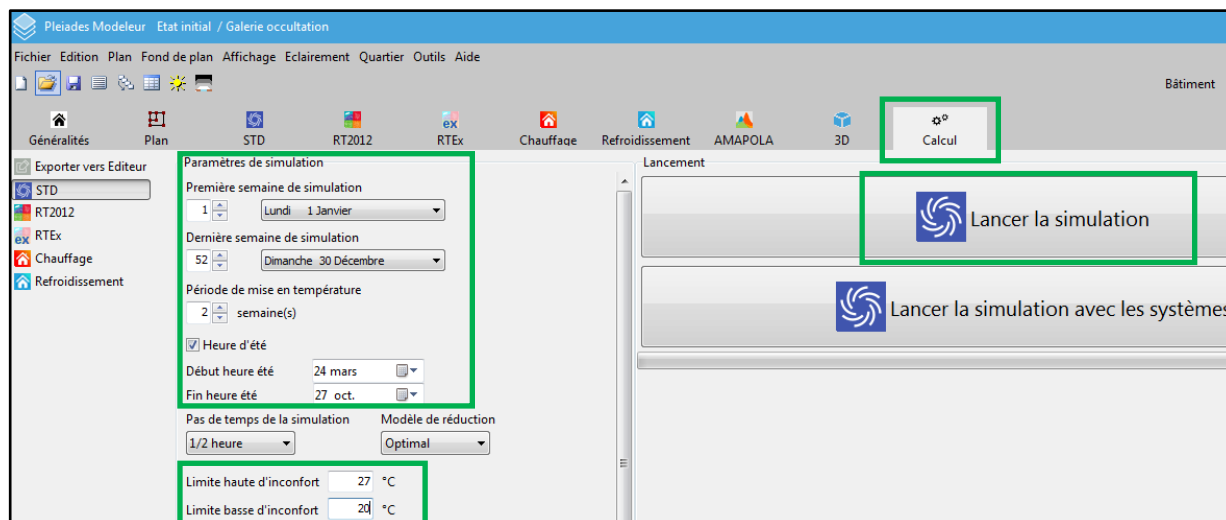


Figure III-50 Lancement de la simulation dans Pléiade

### III.3.4 Conclusion :

Grâce à l'examen des recherches qui ont été faites sur la galerie, et après avoir pris connaissance du mode de fonctionnement du logiciel nous avons pu déterminer notre méthodologie de recherche et notre protocole de simulation.

Grâce à la version 4.18.8.2 5 (2018) de Pleiade + Comfie nous avons pu préparer le modèle initial de la maison, pour pouvoir effectuer les différentes simulations thermodynamiques, dont nous exposerons les résultats dans le dernier chapitre « Résultats et discussion ».

## **IV. RESULTATS ET DISCUSSION**

## IV.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous exposerons les résultats de simulation thermodynamique des différentes variables de la configuration de la galerie, les résultats sont présentés sous forme de graphiques et tableaux, ils comprennent la consommation énergétique en kwh/ m<sup>2</sup> pour chaque zone, ce qui permet de comparer les différents volumes thermiques, ainsi que la consommation globale du logement par m<sup>2</sup> et la consommation annuel.

Nous interpréterons les résultats de chaque simulation, puis nous ferons des comparaisons entre les différents variables afin de déterminer la galerie la plus performante.

## IV.2 Résultats et discussion :

### IV.2.1 Etat initial de la galerie sans consignes de thermostat:

Dans cette variante la galerie est représentée dans son état initial, avec une profondeur de 1,4 m et une orientation Sud/Ouest. Nous procéderons à l'évaluation des températures intérieures de la maison par zone grâce au zonage thermique de pléiade, sans l'utilisation du chauffage et de la climatisation dans un premier temps.

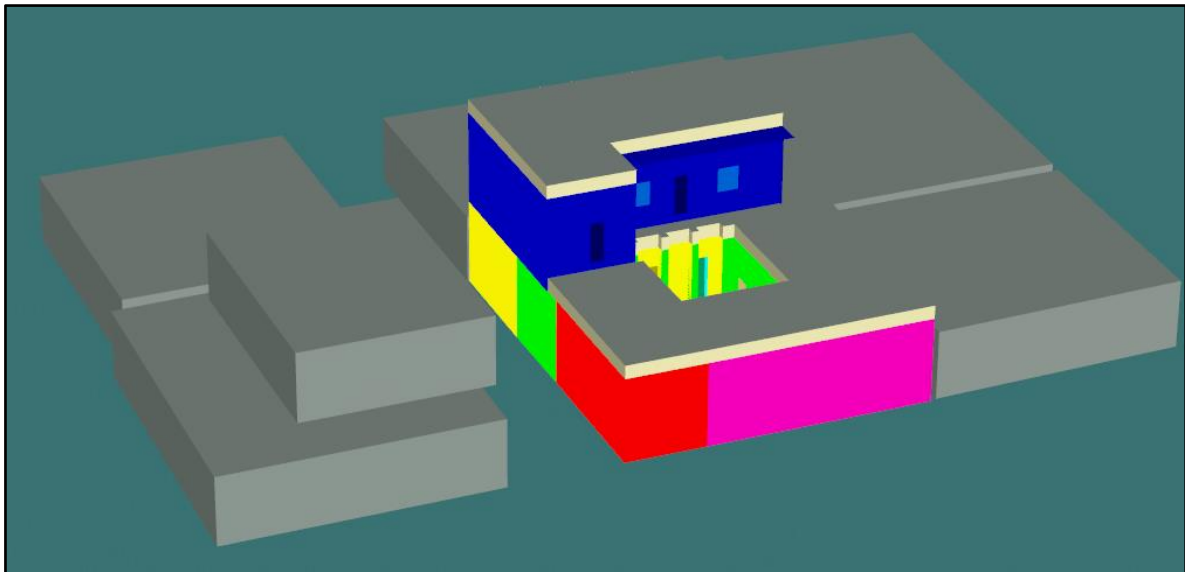


Figure IV-1 Les différentes zones du Bâtiment calculées (auteur)

Zone	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
SQUIFA	15.45	16.73	18.18	20.42	22.50	27.43	31.88	33.63	31.08	28.00	22.76	18.72
Chambre 2	16.28	17.53	18.61	20.92	23.12	28.20	32.65	34.38	31.33	28.01	23.43	19.59
Cuisine	16.64	18.03	19.52	21.89	23.75	28.78	33.32	35.27	32.85	29.59	24.26	20.17
Espace Tampon Cellier	16.64	17.69	18.70	20.76	22.68	27.91	32.49	34.36	31.58	28.81	23.66	19.65
Séjour	15.25	16.58	17.82	20.29	22.15	26.88	31.42	33.17	30.78	27.80	22.83	19.04
Chambre Galerie	16.20	17.69	18.86	21.11	22.94	27.77	32.31	34.22	31.78	28.86	23.83	19.90
Chambre 3	16.68	17.65	18.76	20.83	22.77	28.12	32.56	34.19	31.35	28.28	23.48	19.62
Extérieur	12.48	13.45	15.47	17.98	21.96	27.47	30.97	31.44	26.95	22.46	17.45	13.48

Tableau 3 Températures moyennes sans consignes de thermostat (Rapport de simulation, Pléiades)

Nous constatons d'après le tableau ci-dessus, que les températures moyennes dans les pièces à vivre sont en dehors de la plage des températures de confort fixées par le DTR, c'est-à-dire 20 °C pour la température minimale de confort en hiver, et 27 °C pour la température maximale en été.

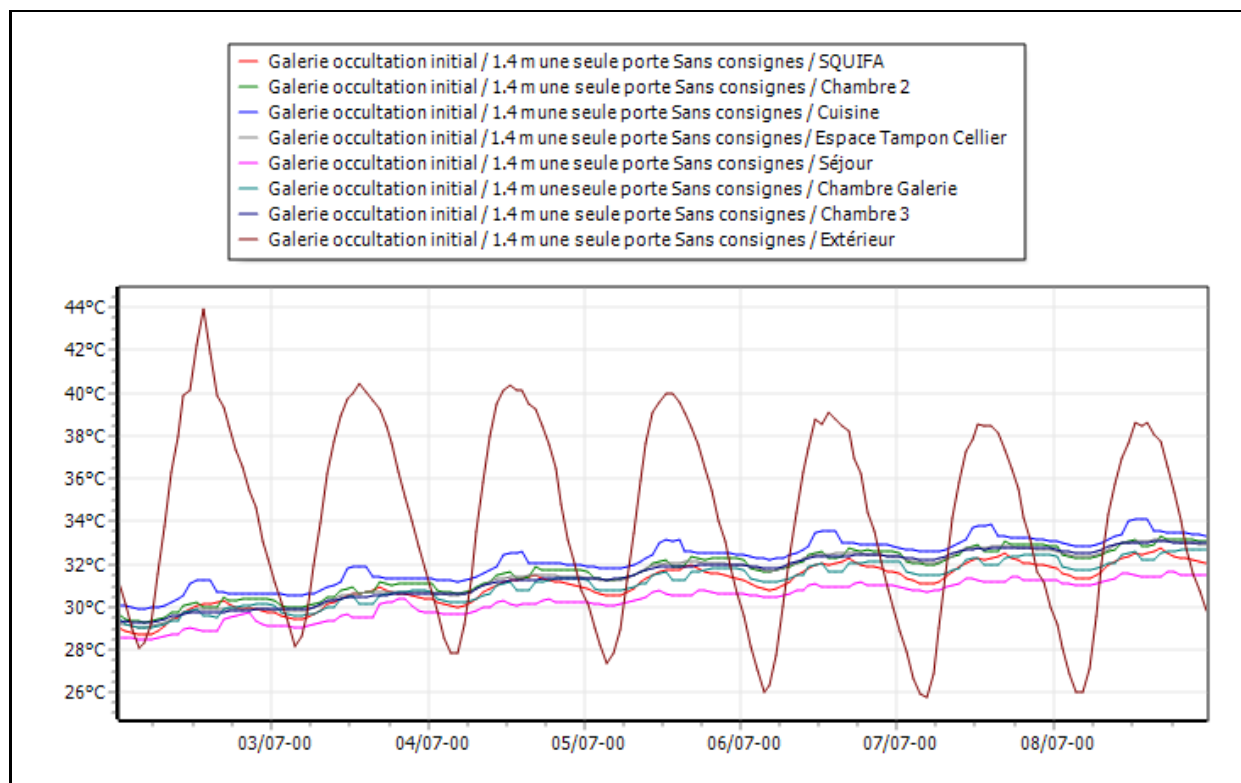


Figure IV-2 Evolution des températures durant la semaine la plus chaude de l'année (du 03 au 08 Juillet)

### **Interprétation :**

Nous pouvons constater des amplifications de Températures modérées, un espace se démarque : La cuisine entre 30°C et 34 °C, ce qui est probablement dû à l'orientation Est de celle-ci, et au gains internes (puissance dissipée des appareils).

Le séjour se détache légèrement des autres espaces, avec des températures plus basses entre 29 C° et 30C° ce qui peut s'expliquer par la présence de la galerie qui minimise les apports solaires.

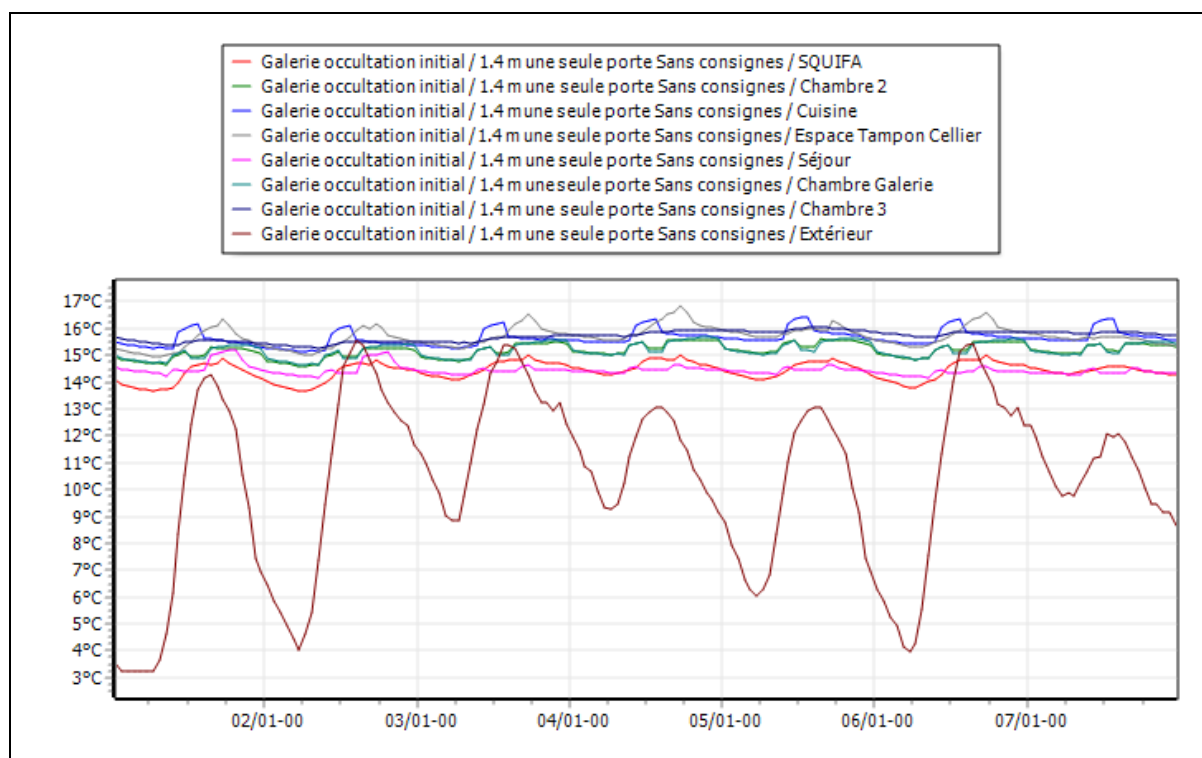


Figure IV-3 Evolution des températures durant la semaine la plus froide de l'année (du 01 au 07 Janvier)

**Interprétation :**

Les températures se situent entre 13C° et 17C° sans chauffage, deux espaces sont plus sensibles aux variations de températures extérieures : la « Squifa », étant un espace de circulation les déperditions thermiques y sont plus importantes à cause des scénarios d'ouverture et d'occupation. Cet espace comprend aussi deux parois extérieures importantes (donnant sur le patio et sur la rue) contrairement aux chambres qui jouissent d'une mitoyenneté (densité urbaine).

**Synthèse :**

D'après cette étude, nous concluons que malgré les qualités bioclimatiques qu'il présente, ce type d'habitat vernaculaire ne répond plus aux besoins de confort thermiques actuels. Le recours à une réhabilitation thermique est donc nécessaire pour répondre aux exigences fixées par la réglementation thermique.

**IV.2.2 Etat initial avec consignes de thermostat:**

La simulation avec consignes de thermostat implique l'intégration des scénarios de « consignes de chauffage et de climatisation » dans les pièces chauffées et climatisées, dans ce cas ce sont les chambres et le séjour. Cette étape permet de déterminer les besoins énergétiques en KWh/ m² de chaque pièce, pendant la semaine la plus froide et la semaine la plus chaude de l'année.

## Les besoin de chauffage et climatisation

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SQUIFA	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	15.16 °C	24.12 °C	33.96 °C
Chambre 2	1 997 kWh	70 kWh/m <sup>2</sup>	1 839 kWh	64 kWh/m <sup>2</sup>	4 768 W	1 970 W	20.00 °C	24.82 °C	30.94 °C
Cuisine	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.45 °C	25.47 °C	35.78 °C
Espace Tampon Cellier	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.41 °C	24.76 °C	34.69 °C
Séjour	2 756 kWh	81 kWh/m <sup>2</sup>	1 633 kWh	48 kWh/m <sup>2</sup>	5 883 W	1 552 W	20.00 °C	24.59 °C	29.41 °C
Chambre Galerie	1 192 kWh	62 kWh/m <sup>2</sup>	1 311 kWh	69 kWh/m <sup>2</sup>	3 537 W	1 316 W	20.00 °C	24.87 °C	30.65 °C
Chambre 3	2 176 kWh	74 kWh/m <sup>2</sup>	2 012 kWh	68 kWh/m <sup>2</sup>	6 207 W	2 476 W	20.00 °C	24.80 °C	29.99 °C
Total	8 122 kWh	73 kWh/m <sup>2</sup>	6 795 kWh	61 kWh/m <sup>2</sup>	20 394 W	7 314 W	18.16 °C	24.78 °C	32.45 °C

Tableau 4 Consommations en chauffage et en climatisation du modèle initial avec consignes

Nous remarquons que les pièces chauffées présentent des valeurs assez rapprochées, cependant le séjour et la chambre adjacente de la galerie se démarquent par des valeurs opposées en chauffage, le séjour consomme beaucoup plus en chauffage que la chambre, cela peut s'expliquer par le fait que contrairement à la petite chambre le séjour possède deux parois exposées à l'extérieur et une partie donnant sur une pièce non chauffée (squifa), la chambre possède une paroi mitoyenne avec la maison adjacente, et très peu de surface exposée à l'extérieur.

Les besoins en climatisation sont moins importants dans l'ensemble, et le séjour a le taux le plus bas 48kwh/m<sup>2</sup>, très probablement grâce à la galerie qui joue le rôle de protection solaire en été, mais cette hypothèse doit être vérifiée par une autre simulation afin de mieux quantifier l'impact de la galerie.

### IV.2.3 Classification de la maison :

Nous pouvons déterminer la classe énergétique de l'habitation étudiée en se référant au calcul du DPE (Diagnostic de performance énergétique)<sup>5</sup> :

$$\text{Besoins en chauffage } 73 \text{ kWh/m}^2.\text{an} + 61 \text{ kWh/m}^2.\text{an} = 134 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$$

<sup>5</sup> [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr) : Guide pratique du diagnostic de performance énergétique, Avril 2016.



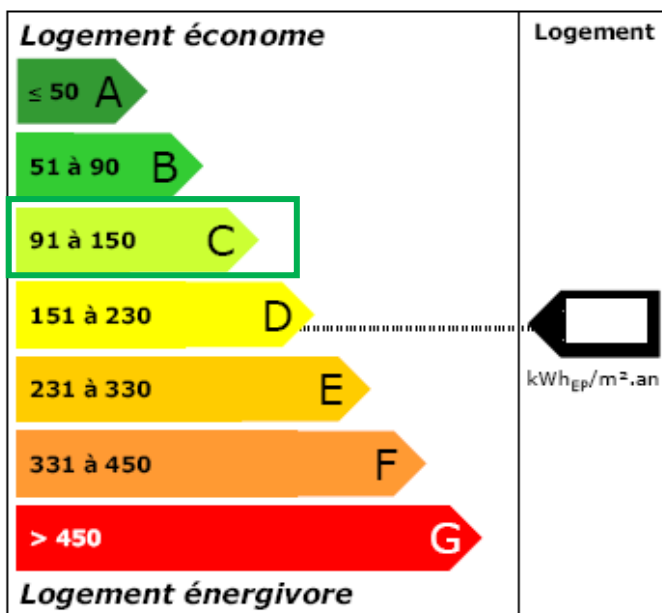


Figure IV-4 Etiquette énergie (www.rt-batiment.fr)

Le cas d'étude se situe dans la catégorie C de l'étiquetage énergétique de référence, malgré son appartenance à une époque où les enjeux énergétiques étaient nettement moins importants voire inexistants, il est plus performant que la plupart des nouvelles habitations en Algérie et qui sont majoritairement classés dans la catégorie D. (Kharachi.R 2012).

#### IV.2.4 Simulation de la maison sans "Galerie" :

Cette modification permet de mieux comprendre la performance thermique de la galerie, au delà de son rôle bioclimatique, la comparaison entre l'état initial et l'absence d'une galerie, permettra de quantifier l'impact sur la consommation énergétique des espaces adjacents.

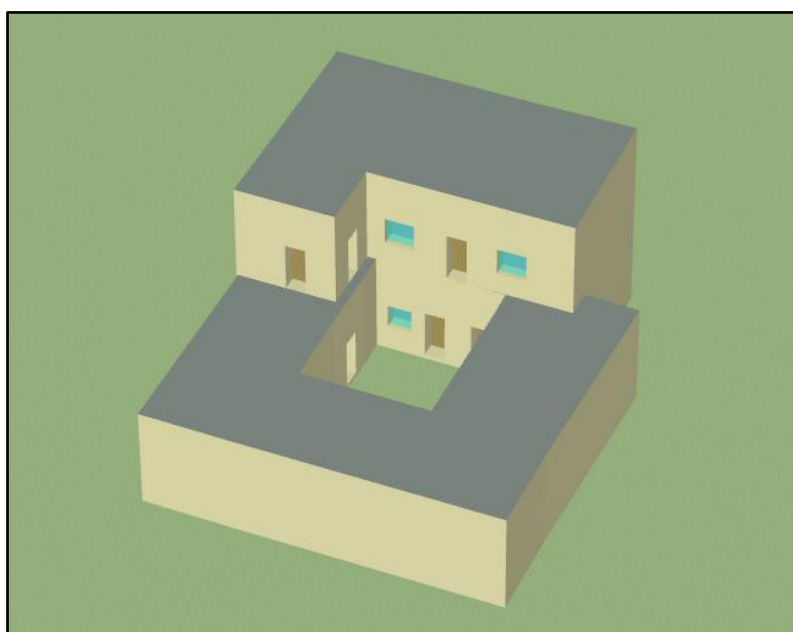


Figure IV-53D de la variante (sans galerie) sur pléiades

<i>Température moyenne (°C)</i>												
Zone	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
SQUIFA	17.03	17.67	18.91	20.91	23.37	28.16	31.71	32.94	30.36	27.90	23.14	19.93
Cuisine	17.75	18.50	19.91	22.16	24.34	29.35	33.14	34.54	31.88	29.15	24.07	20.63
Espace Tampon Cellier	17.98	18.52	19.62	21.35	23.72	28.80	32.50	33.97	31.19	28.75	24.00	20.78
Séjour	20.19	20.02	20.32	21.23	25.03	27.20	27.00	27.00	27.51	28.23	27.00	27.00
Chambre galerie	20.34	20.28	20.78	22.04	25.79	27.72	27.00	27.00	27.63	29.15	27.00	27.00
Chambre 2	20.24	20.01	20.34	21.18	25.59	27.65	27.00	27.00	27.38	27.66	27.00	27.00
Chambre 3	20.31	20.05	20.56	21.56	25.63	27.74	27.00	27.00	27.60	28.54	27.00	27.00
Extérieur	12.48	13.45	15.47	17.98	21.96	27.47	30.97	31.44	26.95	22.46	17.45	13.48

Tableau 5 Températures moyennes sans galerie avec consignes de thermostat

### Les besoin de chauffage et de climatisation

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SQUIFA	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	15.52 °C	24.39 °C	34.15 °C
Cuisine	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.40 °C	25.51 °C	36.19 °C
Espace Tampon Cellier	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.44 °C	25.15 °C	35.32 °C
Séjour	2 496 kWh	72 kWh/m <sup>2</sup>	2 148 kWh	62 kWh/m <sup>2</sup>	5 605 W	2 475 W	20.00 °C	24.83 °C	30.57 °C
Chambre galerie	1 037 kWh	54 kWh/m <sup>2</sup>	1 545 kWh	81 kWh/m <sup>2</sup>	3 099 W	2 187 W	20.00 °C	25.17 °C	31.87 °C
Chambre 2	2 217 kWh	77 kWh/m <sup>2</sup>	1 949 kWh	68 kWh/m <sup>2</sup>	5 401 W	3 098 W	20.00 °C	24.86 °C	30.86 °C
Chambre 3	1 867 kWh	63 kWh/m <sup>2</sup>	2 405 kWh	82 kWh/m <sup>2</sup>	5 451 W	3 530 W	20.00 °C	25.02 °C	31.05 °C
Total	7 617 kWh	68 kWh/m <sup>2</sup>	8 047 kWh	72 kWh/m <sup>2</sup>	19 556 W	11 290 W	18.27 °C	25.03 °C	33.04 °C

Tableau 6 Consommations en chauffage et en climatisation de la maison sans galerie

### Indicateurs bioclimatiques :

Zone	Apports solaires bruts kWh	Amplification de température extérieure %	Part de besoins nets %	Besoins bruts kWh
SQUIFA	480	6.20	Non calculé	Non calculé
Cuisine	318	10.99	Non calculé	Non calculé
Espace Tampon Cellier	2767	7.69	Non calculé	Non calculé
Séjour	618	2.14	Non calculé	Non calculé
Chambre galerie	278	3.55	Non calculé	Non calculé
Chambre 2	209	2.20	Non calculé	Non calculé
Chambre 3	118	2.20	Non calculé	Non calculé

Tableau 7 Indicateurs bioclimatiques initiales

Zone	Apports solaires bruts kWh	Amplification de température extérieure %	Part de besoins nets %	Besoins bruts kWh
SQUIFA	255	3.79	Non calculé	Non calculé
Cuisine	226	10.35	Non calculé	Non calculé
Espace Tampon Cellier	1999	6.40	Non calculé	Non calculé
Séjour	204	1.41	Non calculé	Non calculé
Chambre galerie	212	1.27	Non calculé	Non calculé
Chambre 2	147	1.03	Non calculé	Non calculé
Chambre 3	83	0.89	Non calculé	Non calculé

Tableau 8 Indicateurs bioclimatiques sans galerie

### **Interprétation :**

D'après les résultats, la consommation en chauffage des pièces adjacentes de la galerie a diminuée de 11%, ce qui est du à l'augmentation importante des apports solaires bruts par rapport à l'état initial, comme l'indique les Tableaux 6 et 7. Le taux de consommation total de la maison a diminué quant à lui de 6,8%.

Les besoins en climatisation ont augmentés avec un taux de 15% pour l'ensemble de l'habitation, et de 22.22% pour le séjour et la chambre, ce qui indique une priorité donnée au confort d'été dans ce type d'habitation et en particulier dans ce contexte climatique, même si les apports solaire sont importants en hiver, il est nécessaires de se protéger en été et ce afin de diminuer la consommation globale et annuel des espaces adjacents et du logement.

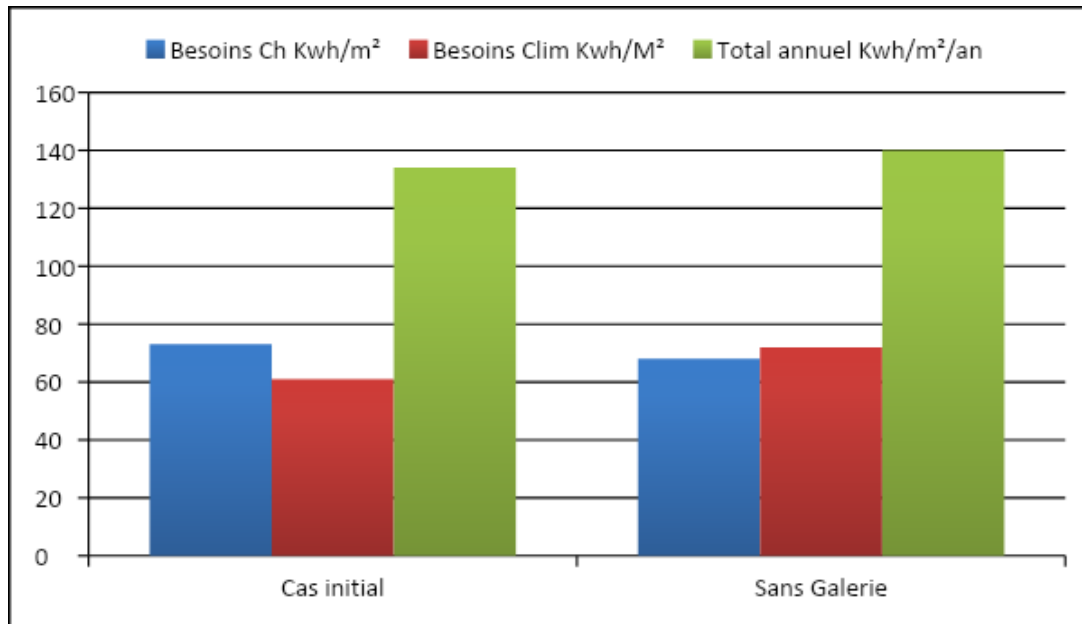


Figure IV-6 Histogrammes des besoins énergétiques pour le cas initial et la première Variante (Auteur)

### **Conclusion :**

Nous pouvons déduire suite à la comparaison des résultats que le dispositif ancien “Riwak”, “El-Shine” ou Galerie est très performant en été car il peut réduire de 22% les risques de surchauffes causés par le rayonnement solaire à l’espace adjacent.

### **Confirmation de la première hypothèse :**

La Galerie joue un rôle de dispositif bioclimatique performant pour le confort d’été.

### **Confirmation de la deuxième hypothèse :**

La Galerie réduit les apports solaires de la face interne et augmente de ce fait la consommation en chauffage mais cette augmentation reste très minime car elle est deux fois moins importante que la réduction des besoins en climatisation.

Le rôle de la galerie ouverte pour le confort d’hiver est négligeable.

### **IV.2.5 Introduction d’un vitrage scénarisé:**

Dans l’article publié sur l’effet des arcades sur la performance thermique des galeries (cité dans le chapitre IV) les auteurs ont constaté que la performance des galeries dépendaient de leurs profondeur et de l’ombre portée sur le mur de la façade interne, mais ces deux paramètres donnent des résultats contradictoires : plus la profondeur est importante plus les besoins de climatisation diminuent, et les besoins en chauffages augmentent.

Pour répondre à cette contradiction entre été et hiver, nous avons choisi d'étudier l'effet d'une solution modifiable entre été et hiver, à savoir un vitrage 'Ouvrable' qui permet de fermer la Galerie en Hiver, et de l'ouvrir en totalement en été.



Figure IV-7 Figure : 3D de La Galerie Vitree dans Pleiade (auteur)

### **Scénario d'ouverture du vitrage de la Galerie :**

Un scénario d'ouverture fut créé pour le vitrage de la galerie, il sera totalement fermé d'Octobre à Mai, et totalement ouvert de Juin à mi-Septembre.

Nom: Scénario d'ouverture vitrage Galerie

Complément:

Origine:

Type: % d'ouverture

Relatif(%) à la valeur de base Valeur de base: 0 Unité: %

Valeur/Jour/Semaine Année

Désélection

Valeurs

S	Nom	Valeur	Unité
<input type="radio"/>	Fermées	0	%
<input type="radio"/>	Ouvertes	100	%

Jours

S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<input type="radio"/>	Jour hiver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="radio"/>	Jour été	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Semaines

S	Nom	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
<input type="radio"/>	Semaine	Jour hiver	Jour hiver	Jour hiver	Jour hiver	Jour hiver	Jour hiver	Jour hiver
<input type="radio"/>	Semaine été	Jour été	Jour été	Jour été	Jour été	Jour été	Jour été	Jour été

Figure IV-8Création du Scénario d'ouverture dans la bibliothèque de Pleiade

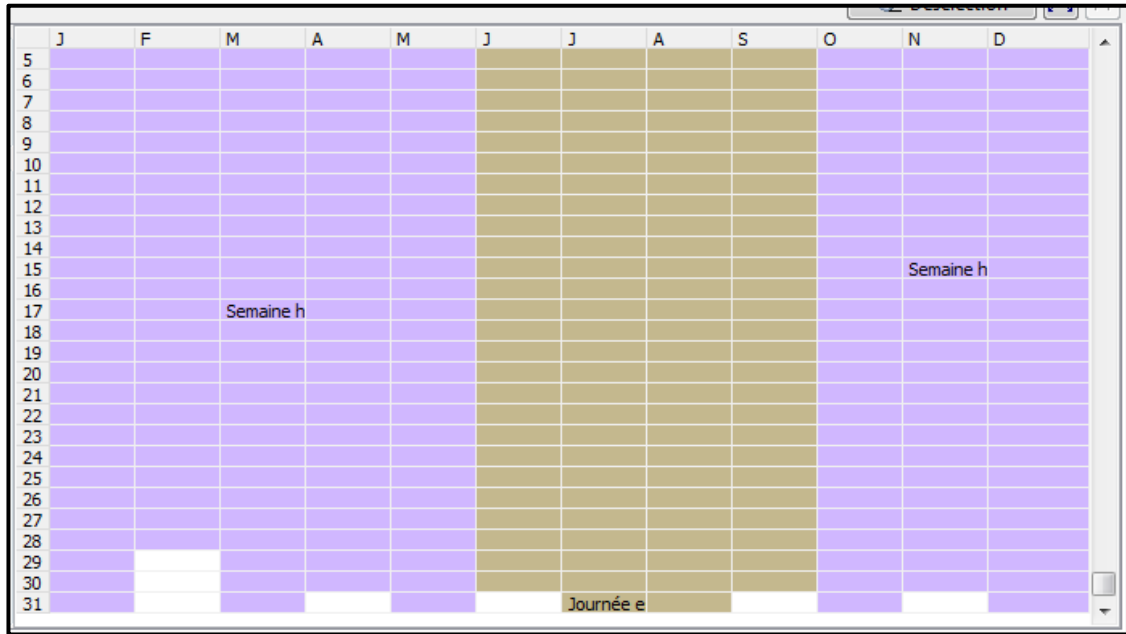


Figure IV-9 Affectation du Scénario d'ouverture annuel dans Pleiade

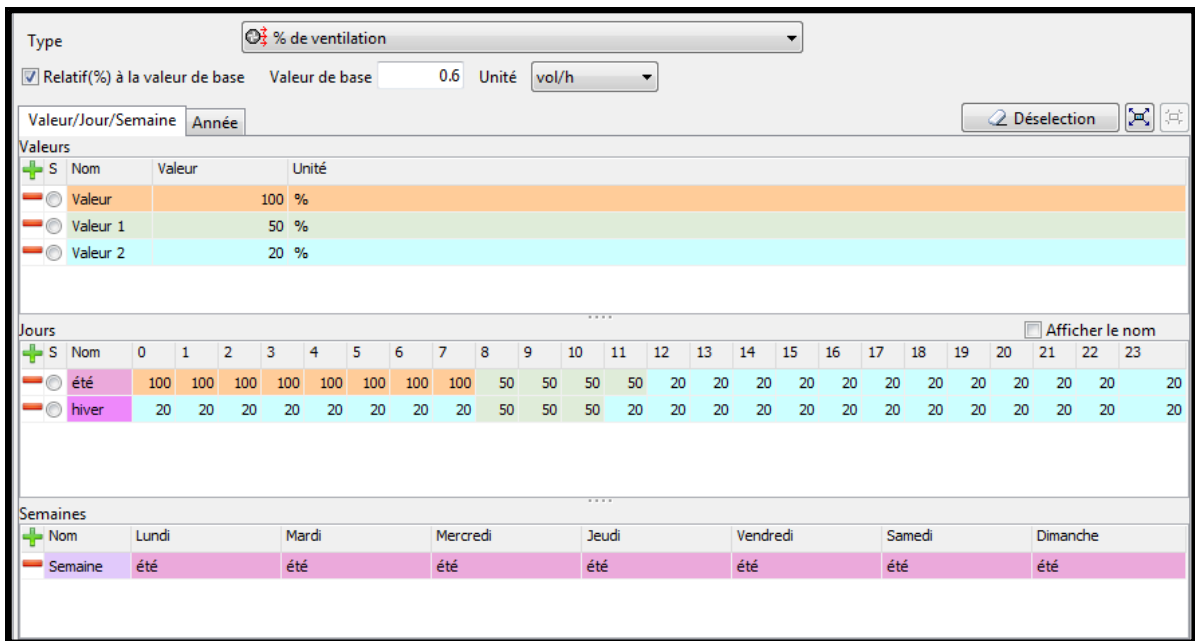


Figure IV-10 Scénario de ventilation de l'espace Galerie (débit d'air selon DTR)



Figure IV-11 Scénario de ventilation annuel de la Galerie

### **Résultats de la consommation d'énergie :**

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SQUIFA	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	15.77 °C	24.63 °C	34.18 °C
Chambre 2	1 704 kWh	63 kWh/m <sup>2</sup>	1 889 kWh	64 kWh/m <sup>2</sup>	5 066 W	2 386 W	20.00 °C	24.92 °C	30.20 °C
Cuisine	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.52 °C	25.53 °C	35.81 °C
Espace Tampon Cellier	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.57 °C	24.94 °C	34.90 °C
galerie	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	19.62 °C	30.32 °C	57.50 °C
Séjour	1 539 kWh	46 kWh/m <sup>2</sup>	2 081 kWh	48 kWh/m <sup>2</sup>	4 592 W	1 841 W	20.00 °C	25.05 °C	30.51 °C
Chambre Galerie	565 kWh	30 kWh/m <sup>2</sup>	1 585 kWh	69 kWh/m <sup>2</sup>	2 594 W	1 848 W	20.00 °C	25.50 °C	31.33 °C
Chambre 3	2 167 kWh	74 kWh/m <sup>2</sup>	2 014 kWh	68 kWh/m <sup>2</sup>	6 165 W	2 497 W	20.00 °C	24.81 °C	30.01 °C
Total	5 976 kWh	55 kWh/m <sup>2</sup>	7 569 kWh	61 kWh/m <sup>2</sup>	18 417 W	8 571 W	18.29 °C	25.19 °C	33.46 °C

Tableau 9 Besoins annuels en chauffage et climatisation de la maison avec Galerie vitrée

Température moyenne (°C)												
Zone	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
SQUIFA	17.28	17.91	19.19	21.20	23.37	27.82	31.47	32.85	30.69	28.60	23.91	20.63
Chambre 2	20.48	20.05	20.43	21.46	25.58	27.40	27.00	27.00	27.37	28.00	27.00	27.00
Cuisine	17.72	18.56	19.89	22.04	24.11	28.82	32.75	34.35	32.15	29.49	24.66	21.18
Espace Tampon Cellier	17.91	18.35	19.26	21.20	23.26	28.13	32.02	33.55	30.98	28.97	24.23	20.80
galerie	23.62	24.73	25.96	26.62	28.61					34.96	30.30	28.50
Séjour	20.48	20.07	20.53	22.10	25.34	27.05	27.00	27.00	27.51	29.23	27.03	27.00
Chambre Galerie	21.07	20.64	21.30	22.95	26.01	27.56	27.00	27.00	27.65	30.28	27.25	27.00
Chambre 3	20.29	20.00	20.32	20.96	25.05	27.18	27.00	27.00	27.49	28.10	27.00	27.00
Extérieur	12.48	13.45	15.47	17.98	21.96	27.47	30.97	31.44	26.95	22.46	17.45	13.48

Tableau 10 Températures moyennes mensuelles avec consignes de thermostat

### **Interprétation :**

Les consommations en chauffage ont nettement diminués pour l'ensemble du logement ainsi que pour le séjour et la petite chambre, le taux d'économie est de 24.65% de la consommation initiale. En effet le vitrage utilisé pour fermer la galerie permet de capter un maximum de rayons solaires, et de les redistribuer, vers les pièces à vivre, le mur interne étant un mur porteur d'une section de 50 cm en moellons de pierre sert d'une masse thermique qui stocke la chaleur pendant la journée et la restitue progressivement pendant la nuit.

Le vitrage étant complètement ouvert durant la saison chaude les besoins en climatisation n'ont pas été affectés.

### **Remarque :**

La recherche du confort thermique dans l'espace adjacent de la galerie, dépend aussi du comportement des occupants et ce pendant toute l'année. Dans le cadre de cette étude nous n'avons pas étudié les scénarios de ventilation naturelle et d'occultation solaire qui peuvent dépendre du comportement des usagers.

### **Impact du vitrage sur la consommation globale de la maison :**

La consommation énergétique totale du logement suite à l'introduction du vitrage a baissé, 116 kwh/m<sup>2</sup> au lieu de 134 kwh/m<sup>2</sup> pour l'état initial, l'économie d'énergie est de l'ordre de 13.43 %.



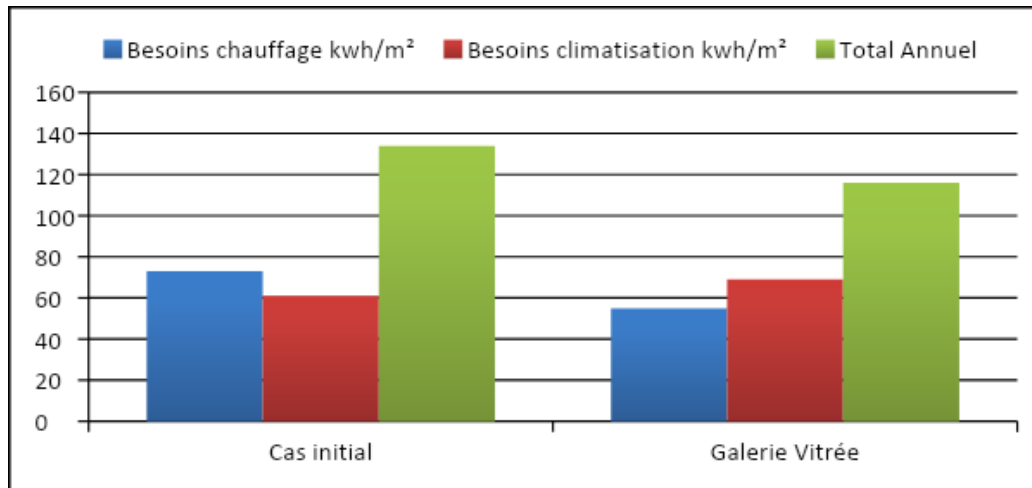


Figure IV-12 Comparaison des besoins énergétiques entre le cas initial et la variante 2 (Auteur)

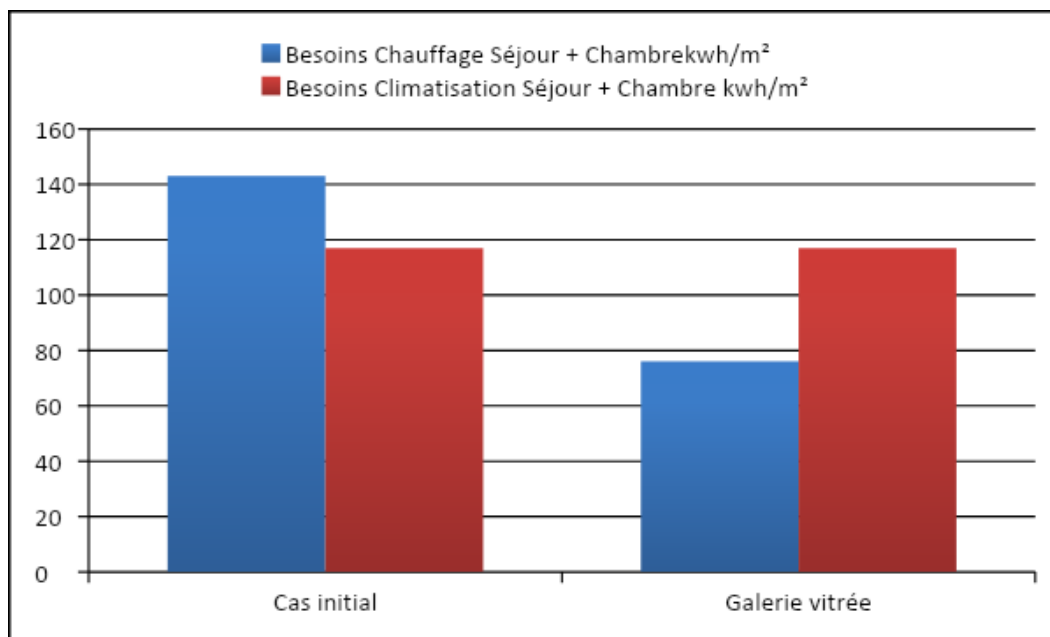


Figure IV-13 Effet de la galerie vitrée sur les besoins en chauffage du Séjour et la chambre (Auteur)

### **Conclusion :**

Nous concluons que la performance thermique de la galerie “ Riwak ” peut être nettement améliorée en hiver grâce à la mise en place d’un vitrage simple, ouvrable en été.

### **IV.2.6 Etude de l’effet du pourcentage de vitrage sur la Galerie :**

Le pourcentage du vitrage représente la surface vitrée par rapport à la surface totale de la paroi externe de la galerie, dans le cas initial des arcades de la galerie, la surface vitrée est de 55%, et la surface en maçonnerie représente 45%.

(Soit 3 fenêtres de 2.34 \* 1.3)

#### IV.2.6.1 Pourcentage de vitrage 45 % :

Nous avons paramétré les dimensions des ouvrants affectés à la galerie de façon à ce que la surface totale du vitrage ne représente que 45%, de la surface totale.

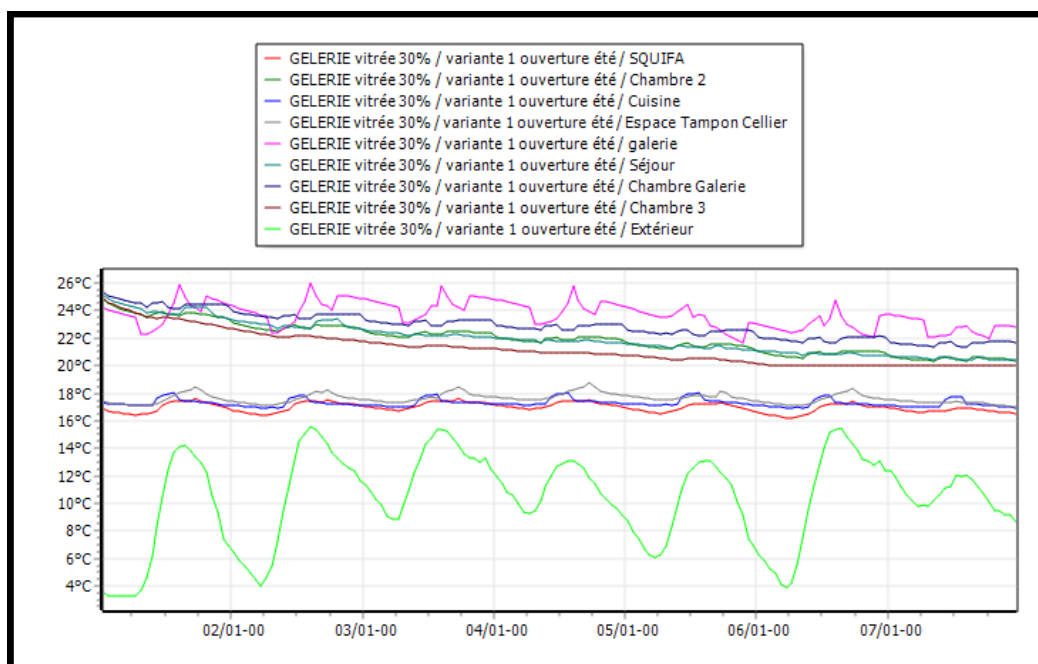


Figure IV-14 Courbe de températures avec consignes de la semaine la plus froide (vitrage à 45%)

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SQUIFA	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	15.74 °C	24.57 °C	34.13 °C
Chambre 2	1 731 kWh	64 kWh/m <sup>2</sup>	1 876 kWh	64 kWh/m <sup>2</sup>	5 085 W	2 373 W	20.00 °C	24.91 °C	30.17 °C
Cuisine	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.51 °C	25.52 °C	35.80 °C
Espace Tampon Cellier	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.56 °C	24.93 °C	34.89 °C
galerie	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	20.56 °C	29.96 °C	46.82 °C
Séjour	1 621 kWh	48 kWh/m <sup>2</sup>	2 034 kWh	47 kWh/m <sup>2</sup>	4 638 W	1 809 W	20.00 °C	25.01 °C	30.22 °C
Chambre Galerie	597 kWh	32 kWh/m <sup>2</sup>	1 555 kWh	67 kWh/m <sup>2</sup>	2 626 W	1 826 W	20.00 °C	25.44 °C	31.08 °C
Chambre 3	2 168 kWh	74 kWh/m <sup>2</sup>	2 014 kWh	68 kWh/m <sup>2</sup>	6 169 W	2 495 W	20.00 °C	24.81 °C	30.01 °C
Total	6 117 kWh	56 kWh/m <sup>2</sup>	7 479 kWh	60 kWh/m <sup>2</sup>	18 518 W	8 503 W	18.31 °C	25.15 °C	33.06 °C

Tableau 11 Besoins annuels en chauffage et climatisation de la maison avec Galerie vitrée à 45%

#### Interprétation:

Nous observons une légère augmentation globale des besoins en chauffage de l'ordre de 1.8%, et une diminution des besoins en climatisation tout aussi négligeable. La consommation totale de la maison reste la même : 116 kwh/m<sup>2</sup>.

-Les besoins du séjour et de la galerie combinés ont diminué de 5% en chauffage et de 2.5% en climatisation

- Nous pouvons constater que malgré l'augmentation de l'ombre portée sur la façade interne de la galerie, le vitrage permet un gain en matière de chauffage qui est deux fois plus important que les gains en climatisations dus à la diminution des apports solaires. (cet impact est cependant limité à l'espace adjacent)

-D'après la courbe de température de l'espace tampon 'Galerie vitrée' le confort est assuré dans cet espace sans besoins de chauffage car les fluctuations de température sont entre 22°C et 26°C

**Conclusion :**

La diminution de la surface vitrée à un effet minime sur l'espace adjacent, et n'a aucun impact sur la consommation globale de la maison.

**IV.2.6.2 Pourcentage de vitrage 74 % :**

C'est la dimension maximale que nous pouvons atteindre dans ce cas d'étude, afin de ne pas toucher à la dimension du plancher, et la section minimale des colonnes, même si cette démarche reste théorique, elle pourrait être prise en compte dans l'étude.

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SQUIFA	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	15.79 °C	24.67 °C	34.21 °C
Chambre 2	1 688 kWh	61 kWh/m²	1 896 kWh	64 kWh/m²	5 054 W	2 394 W	20.00 °C	24.93 °C	30.24 °C
Cuisine	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	16.52 °C	25.54 °C	35.81 °C
Espace Tampon Cellier	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	16.57 °C	24.95 °C	34.90 °C
galerie	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	19.13 °C	30.50 °C	63.02 °C
Séjour	1 489 kWh	44 kWh/m²	2 107 kWh	49 kWh/m²	4 564 W	1 860 W	20.00 °C	25.08 °C	30.70 °C
Chambre Galerie	546 kWh	29 kWh/m²	1 602 kWh	70 kWh/m²	2 575 W	1 861 W	20.00 °C	25.54 °C	31.53 °C
Chambre 3	2 167 kWh	74 kWh/m²	2 014 kWh	68 kWh/m²	6 163 W	2 498 W	20.00 °C	24.81 °C	30.01 °C
Total	5 890 kWh	52 kWh/m²	7 619 kWh	62 kWh/m²	18 355 W	8 613 W	18.28 °C	25.21 °C	33.68 °C

Tableau 12 Consommations énergétiques annuelles de la maison pour le vitrage à 74%

**Interprétation :**

La consommation totale est réduite de 1.7%, elle est passée de 116 kwh/m² à 114 kwh/m², l'impact reste donc négligeable.

En revanche pour les besoins du séjour et de la chambre nous observons un gain de 9% des besoins en chauffage, et une perte de 4% de besoins en climatisation par rapport à la variante précédente ou la surface du vitrage est de 40%.

Les gains en matière de chauffage se traduisent par l'augmentation des apports solaires, et les pertes en climatisations sont dues à la réduction de l'ombre portée, cependant les gains de chauffages sont toujours plus importants que les pertes en rafraîchissement, cela prouve que le vitrage 'Ouvrable' améliore la performance thermique globale de la galerie et ce quel que soit l'ombre portée.

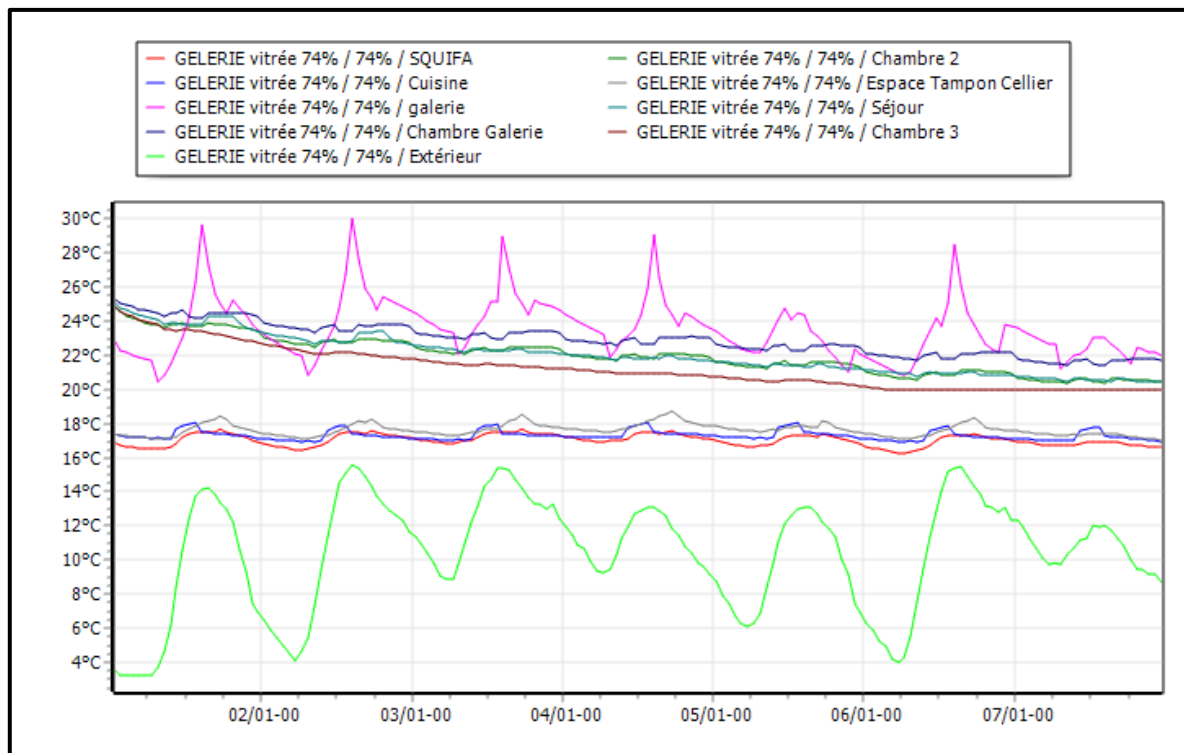


Figure IV-15 Courbe de températures avec consignes de la semaine la plus froide (vitrage à 74%)

### **Interprétation :**

Nous remarquons des amplifications très importantes des températures à l'intérieur de la Galerie Vitrée avec des piques de chaleur allant jusqu'à atteindre les 30°C en milieu de journée, mais qui descendent très rapidement à 26°C.

Malgré l'absence de chauffage dans cet espace tampon, les températures ne descendent jamais en dessous de 20 °C ce qui explique l'impact que peut avoir le chauffage solaire passif sur un espace vitrée.

### **IV.2.6.3 Synthèse de l'impact du pourcentage de Vitrage :**

Les conclusions que nous apportons sont essentiellement liées à l'impact du vitrage sur la performance thermique de la galerie en hiver, car notre intervention sur cet espace se limite pour l'instant à la saison hivernale. (Le vitrage étant à 100% ouvert en été).

	B .Chauffage kwh/m <sup>2</sup>	B .Climatisation kwh/m <sup>2</sup>	Totale kwh/m <sup>2</sup>
Vitrage 55%	55	61	116
Vitrage 45%	56	60	116
Vitrage 75%	52	62	114

Tableau 13 Tableau des données énergétiques des trois variables

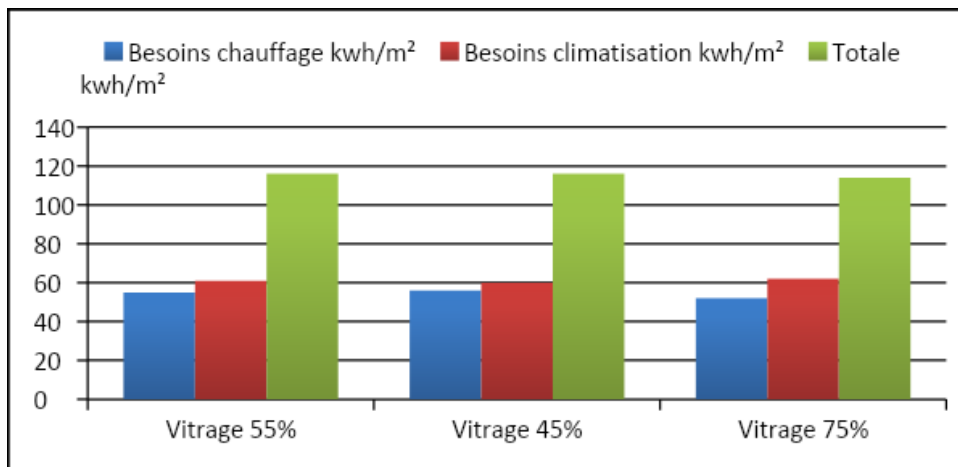


Figure IV-16 Comparaisons des consommations énergétiques globales entre les trois variantes de pourcentage de vitrage

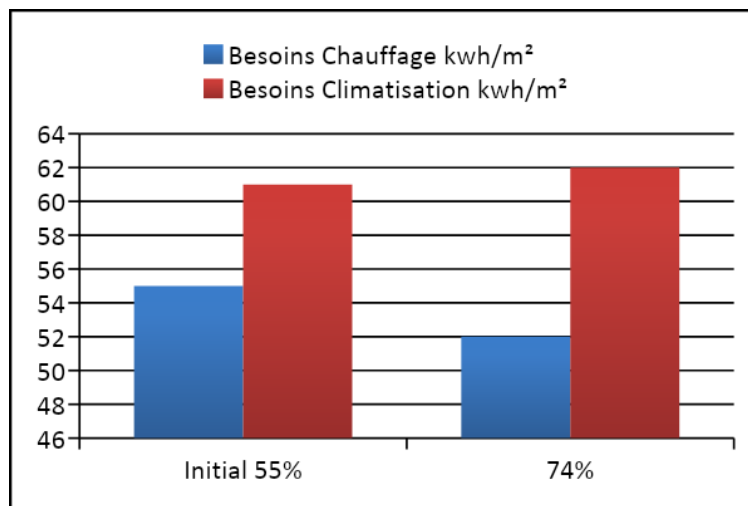


Figure IV-17 Comparaisons des consommations énergétiques entre le pourcentage initial et le pourcentage maximal

Consommation énergétique annuel de l'espace adjacent avec vitrage à 74% : 96 kwh/h.

## **Conclusion :**

Suite à la simulation de trois pourcentages de vitrage différents, nous pouvons conclure que la galerie la plus performante est celle qui comporte la plus grande surface vitrée, l'impact de l'augmentation du vitrage sur les économies en chauffage s'explique par l'augmentation de la surface de captage du rayonnement solaire direct.

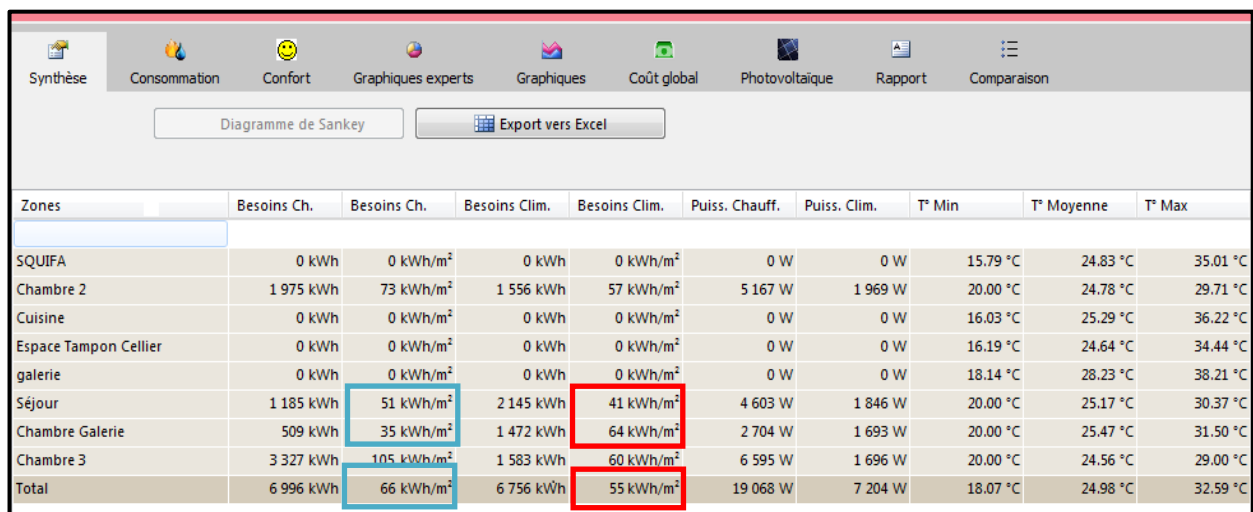
### **IV.2.7 Etude de l'effet de l'orientation sur la Galerie Vitrée :**

Nous rappelons que la galerie est ouverte en été et fermée en hiver, cela nous permettra d'observer l'effet de l'orientation sur les besoins en climatisation, en été, et son effet sur les besoins en chauffage en hiver.

Enfin la variante la plus performante sera choisie en fonction de la consommation énergétique annuelle globale. (Chauffage + Clim).

L'orientation initiale de la galerie est Sud-est.

#### **IV.2.7.1 Orientation Nord :**



Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SQUIFA	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	15.79 °C	24.83 °C	35.01 °C
Chambre 2	1 975 kWh	73 kWh/m <sup>2</sup>	1 556 kWh	57 kWh/m <sup>2</sup>	5 167 W	1 969 W	20.00 °C	24.78 °C	29.71 °C
Cuisine	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.03 °C	25.29 °C	36.22 °C
Espace Tampon Cellier	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	16.19 °C	24.64 °C	34.44 °C
galerie	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 kWh	0 kWh/m <sup>2</sup>	0 W	0 W	18.14 °C	28.23 °C	38.21 °C
Séjour	1 185 kWh	51 kWh/m <sup>2</sup>	2 145 kWh	41 kWh/m <sup>2</sup>	4 603 W	1 846 W	20.00 °C	25.17 °C	30.37 °C
Chambre Galerie	509 kWh	35 kWh/m <sup>2</sup>	1 472 kWh	64 kWh/m <sup>2</sup>	2 704 W	1 693 W	20.00 °C	25.47 °C	31.50 °C
Chambre 3	3 327 kWh	105 kWh/m <sup>2</sup>	1 583 kWh	60 kWh/m <sup>2</sup>	6 595 W	1 696 W	20.00 °C	24.56 °C	29.00 °C
Total	6 996 kWh	66 kWh/m <sup>2</sup>	6 756 kWh	55 kWh/m <sup>2</sup>	19 068 W	7 204 W	18.07 °C	24.98 °C	32.59 °C

Tableau 14 Consommations énergétiques de la galerie orientée Nord

## **Interprétation :**

Les résultats obtenus ne font qu'affirmer la théorie de l'Architecture bioclimatique, les besoins en chauffage ont augmenté du fait de l'absence de rayonnement direct côté Nord, et les besoins en rafraîchissement furent réduits pour la même raison.

La Consommation de l'espace adjacent vitrée orienté Nord : 93,5 kwh/m<sup>2</sup>

## **Conclusion :**

Nous pouvons conclure que l'orientation Nord est défavorable pour la galerie vitrée, mais qu'elle reste plus performante qu'une galerie ouverte.

#### IV.2.7.2 Orientation Ouest :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SQUIFA	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	16.92 °C	25.09 °C	34.21 °C
Chambre 2	2 256 kWh	83 kWh/m²	1 695 kWh	62 kWh/m²	5 299 W	2 012 W	20.00 °C	24.76 °C	29.67 °C
Cuisine	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	17.35 °C	25.65 °C	35.41 °C
Espace Tampon Cellier	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	16.29 °C	25.01 °C	35.24 °C
galerie	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	18.07 °C	29.96 °C	46.76 °C
Séjour	1 135 kWh	34 kWh/m²	2 470 kWh	53 kWh/m²	4 213 W	2 502 W	20.00 °C	25.28 °C	31.20 °C
Chambre Galerie	761 kWh	41 kWh/m²	1 569 kWh	69 kWh/m²	2 609 W	2 030 W	20.00 °C	25.29 °C	30.87 °C
Chambre 3	2 822 kWh	96 kWh/m²	1 971 kWh	73 kWh/m²	6 316 W	2 484 W	20.00 °C	24.69 °C	31.16 °C
Total	6 973 kWh	64 kWh/m²	7 705 kWh	63 kWh/m²	18 437 W	9 028 W	18.29 °C	25.22 °C	33.36 °C

Tableau 15 Consommations énergétiques de la galerie orientée Ouest

#### Interprétation :

Cette Orientation a donnée des résultats défavorables dans les deux saisons, mais ces résultats se rapprochent beaucoup de l'état initial.

Consommation globale :  $63 + 64 = 127 \text{ kwh/m}^2$  Augmentation globale de 11 %.

Consommation globale de l'espace adjacent :  $98,5 \text{ kwh/m}^2$ .

#### IV.2.7.3 Orientation Sud :

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.	Besoins Clim.	Besoins Clim.	Puiss. Chauff.	Puiss. Clim.	T° Min	T° Moyenne	T° Max
SQUIFA	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	16.50 °C	25.13 °C	35.53 °C
Chambre 2	1 843 kWh	68 kWh/m²	1 986 kWh	73 kWh/m²	5 017 W	2 383 W	20.00 °C	24.93 °C	34.38 °C
Cuisine	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	17.23 °C	25.88 °C	36.22 °C
Espace Tampon Cellier	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	16.53 °C	24.85 °C	34.59 °C
galerie	0 kWh	0 kWh/m²	0 kWh	0 kWh/m²	0 W	0 W	19.49 °C	29.82 °C	42.19 °C
Séjour	1 364 kWh	37 kWh/m²	1 950 kWh	59 kWh/m²	4 816 W	1 635 W	20.00 °C	25.00 °C	30.16 °C
Chambre Galerie	654 kWh	34 kWh/m²	1 438 kWh	40 kWh/m²	2 817 W	1 644 W	20.00 °C	25.30 °C	30.52 °C
Chambre 3	2 141 kWh	73 kWh/m²	1 874 kWh	64 kWh/m²	6 401 W	2 066 W	20.00 °C	24.73 °C	29.75 °C
Total	6 002 kWh	53 kWh/m²	7 249 kWh	59 kWh/m²	19 050 W	7 728 W	18.38 °C	25.17 °C	33.35 °C

Tableau 16 Consommations énergétiques de la galerie orientée plein Sud

#### Interprétation :

L'orientation sud de la galerie a donnée des résultats satisfaisant durant les deux saisons, même si l'impact sur le bilan global de la maison reste minime, les gains énergétiques de l'espace sont considérables avec 11,45 % au total, ce qui particulièrement fait la différence s'est la climatisation, ce phénomène s'explique par la trajectoire apparente du soleil qui est verticale durant la saison chaude, en particulier pour les mois de Juillet et Aout, une grande partie du rayonnement direct est donc réfléchies pas l'élément horizontale de la galerie en maçonnerie lourde.

La Consommation totale de l'espace adjacent est réduite à 85kwh/m<sup>2</sup>.

La consommation totale de la maison est maintenant de 112 kwh/m<sup>2</sup>.

L'orientation plein Sud de la galerie vitrée est la plus performante.

#### IV.2.7.4 Synthèse de l'impact de l'orientation :

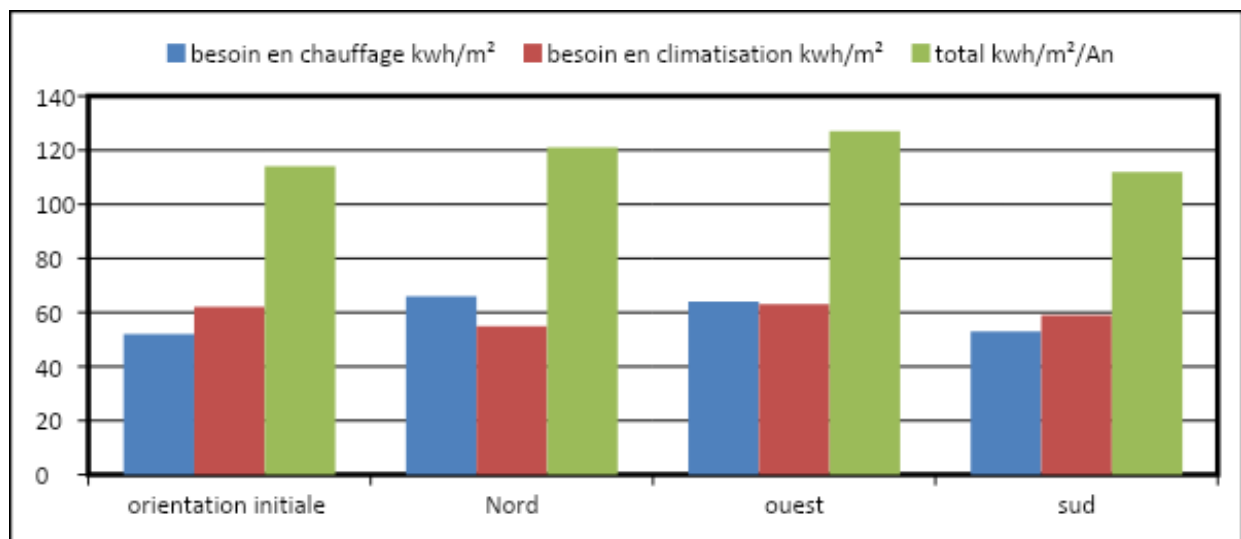


Figure IV-18 Comparaison de l'impact des différentes orientations sur la consommation

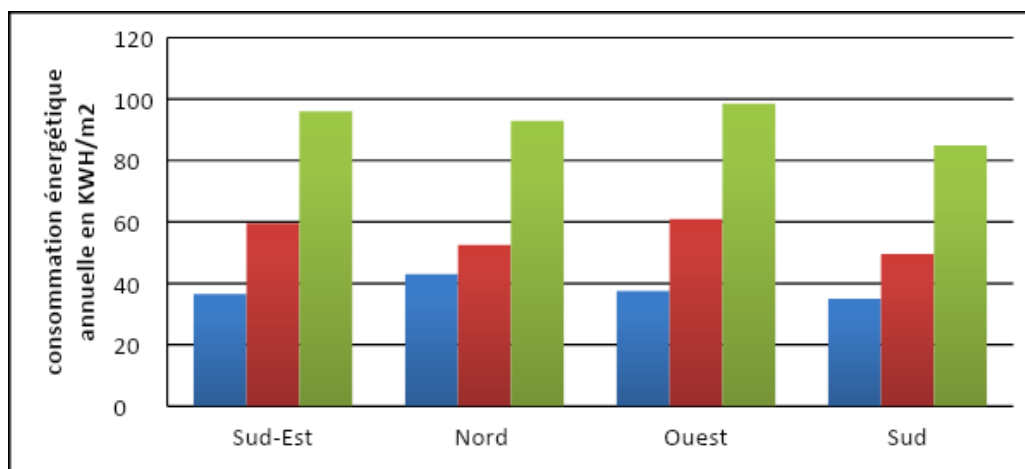


Figure IV-19 Comparaison de l'impact des différentes orientations sur la consommation



En comparant les différents résultats obtenus nous pouvons déduire que L'orientation la plus favorable pour optimiser cette performance est l'orientation Sud et ce tout au long de l'année. Consommation totale :  $52 + 53 = 112 \text{ kwh/m}^2$

Calcul du gain total par apport au cas initial : 16,5 %.

### IV.3 **Conclusion :**

Notre étude a démontré le rôle bioclimatique que joue le dispositif ancien « Galerie », pendant la saison estivale, et qu'il peut être optimisé en hiver avec des solutions passives, qui préservent son usage et son aspect esthétique, tout en s'intégrant dans le contexte actuel de recherche de moyens technologiques pour une construction soutenable.

Le vitrage étant un moyen de captage de la chaleur, fut proposé comme solution réglable qui satisfait le souci d'optimisation thermique dans l'habitation traditionnelle en saison froide. Aussi et après avoir étudié l'effet du pourcentage du vitrage de la galerie, les simulations thermiques ont démontré que plus la surface vitrée été importante plus les besoins énergétiques diminuaient, cependant les différences restent minimales.

Nous avons ensuite étudié l'effet de l'orientation sur la galerie vitrée la plus performante, l'orientation optimale d'une Galerie vitrée est l'orientation « Plein Sud ». L'orientation Sud-est est acceptable si le plein Sud n'est pas réalisable.

L'optimisation des différents paramètres de la Galerie a permis un gain énergétique de 16.5% pour l'ensemble de la maison à patio étudiée.

## **Conclusion générale**

Notre objectif au début de cette étude était de contribuer modestement à la réflexion sur la réhabilitation thermique du patrimoine architectural Algérien, dans le but de l'inclure dans la transition énergétique que connaît le pays, mais aussi dans le but de trouver des solutions passives pouvant être réinterprétées dans des conceptions contemporaines.

La recherche se base sur l'optimisation d'un espace emblématique de la maison à Patio de la frange nord de l'Algérie, à savoir « La Galerie », « Riwak » ou « Shin » en prenant comme cas d'étude une maison arabo-andalouse dans le quartier de Douirette à Blida.

Nous avons tenté au préalable de donner une définition élargie des principes de conception bioclimatique en insistant sur des concepts adaptés à notre contexte climatique, puis nous avons tenté d'expliquer l'efficacité énergétique dans le bâtiment de manière générale, puis d'exposer la problématique relative à la réhabilitation thermique des bâtiments anciens, qui est en lien direct avec notre sujet.

Il fallait aussi aborder brièvement les atouts de l'architecture vernaculaire et son lien avec la notion de durabilité, puis exposer de manière plus détaillée la typologie des maisons traditionnelles de Blida ainsi que leurs particularités, en passant par un aperçu historique de l'habitat vernaculaire en Algérie.

L'ensemble de la partie théorique a permis de prendre conscience de l'urgence dans laquelle il faut agir pour préserver notre patrimoine, et la nécessité d'une réhabilitation créative et dynamique de ce dernier, afin qu'il puisse répondre aux nouvelles exigences socio-culturelles et économiques, et surtout qu'il puisse inspirer une démarche conceptuelle qui réinterprète les principes de l'architecture vernaculaire locale, pour que les futures ne soient pas de simples répliques de modèles occidentaux qui sont aujourd'hui remis en question.

La synthèse de plusieurs recherches sur la performance thermique des maisons à Patio, a permis de déceler que la performance thermique de l'espace 'Galerie' n'a pas été suffisamment étudiée, car nous n'avons été en mesure de citer qu'une seule publication académique sur ce sujet, ces recherches ont également démontré que le contexte climatique et microclimatique a une grande importance dans l'étude de la performance thermique des maisons à patio.

L'analyse du climat de la ville et de la maison choisie eurent aussi une grande importance, et n'ont fait qu'appuyer le choix du sujet, qui est d'améliorer la performance thermique de la galerie, et d'en faire un espace de transition fermé en hiver et ouvert en été.

La méthodologie suivie fut basée sur la vérification des hypothèses de la partie théorique, la maison étudiée a fait l'objet de simulations thermodynamiques dans le but d'identifier dans un premier lieu le

rôle bioclimatique de la galerie et surtout son impact sur la consommation énergétique de l'habitation, puis dans un deuxième temps d'étudier l'impact du vitrage ouvrable sur la performance thermique de la galerie.

Les conclusions de cette étape furent assez satisfaisantes et elles n'ont fait que confirmer les hypothèses préalablement émises ; la galerie joue un rôle important d'occultation en été mais elle est problématique en hiver dans ce contexte climatique, car les apports solaires sont considérablement diminués.

En revanche le fait de fermer cet espace en hiver avec un simple vitrage réglable à permis de réduire considérablement la consommation en chauffage dans l'espace adjacent, et la consommation globale de la maison fut aussi nettement diminué.

Nous avons également exploré les paramètres qui pouvaient améliorer la performance thermique de la galerie vitrée, en simulant trois variables de pourcentage de vitrage qui ont démontré que plus la surface vitrée est élevée plus la galerie était performante.

L'effet des orientations Est, Nord, Sud, et Ouest fut aussi étudié. L'orientation plein sud a été retenue comme étant la plus favorable, et l'orientation Ouest la plus défavorable.

Il serait possible d'étendre cette recherche en étudiant l'impact de différents types de vitrages sur la galerie vitrée en hiver, afin de déterminer le vitrage le plus performant, et il serait aussi intéressant de prendre comme cas d'étude une maison avec plusieurs galeries, afin d'étudier l'impact du fait d'associer plusieurs galeries vitrées ayant quatre orientations différentes dans une seule et même maison introvertie.

L'étude des variations géométriques des ouvrants du mur de la face interne de la galerie vitrée permettrait d'améliorer peut être davantage sa performance thermique, et de donner des orientations supplémentaires aux architectes dans la conception d'habitations contemporaines ou dans les travaux de réhabilitation des maisons anciennes.

## **Bibliographie**

### **Liste des Ouvrages :**

“Passive and low energy building design for tropical island climates”. London: Commonwealth Secretariat. BAKER NV (1987).

CHITOUR Chems-Eddine, « L'ENERGIE: LES ENJEUX DE L'AN 2000 », Office des Publications Universitaires, 1994.

CEUDEVEZ Claire-Sophie , Suzanne Déoux, « Bâtiments, santé, le tour des labels », Medieco Editions, 2011.

COURGEY Samuel et OLIVA Jean-Pierre, « La conception bioclimatique : Des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation », Terre Vivante, 2006.

DIB Mohammed « L'Algérie vue par Mohammed Dib –Lieux d'enfance – Le Patio » , in Ulysse, 2003.

FATHY Hassan, RAVERAU André et Roche Manuelle, Préface « de l'implicite en Architecture », Sindbad, 1987.

Frey Pierre, « Learning from vernacular –pour une nouvelle architecture vernaculaire », Actes Sud, 2010.

GIOVANETTI Francesco. « De la Casbah d'Alger », Environmental Design, 1992.

GIVONI Baruch, « L'homme, l'architecture et le climat ». Editions du moniteur, 1978.

GIVONI Baruch , “Climate Considerations in Building and Urban Design”, John Wiley & Sons Inc, 1998.

GANDET Denis, « Architecture et urbanisme islamique », Edition O.P.U , Alger, 1988, P. 61.

LEQUENNE Phillipe et Vincent Rigassi, « Habitat passif et basse consommation : Principes fondamentaux, étude de cas, neuf et rénovation », Terre Vivante 2011.

LIEBARD Alain, André De Herde, « Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques - Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable », Le Moniteur, 2005.

MADEC Phillipe, architecte, dans « Ré-enchanter le monde. L'architecture et la ville face aux grande transitions » Gallimard, 2014, p 46.

MAZRIA Edward, « Le Guide de la maison solaire », 2<sup>ème</sup> édition, Parenthèses, 2005.

MAZRIA Edward, « Le guide de l'énergie solaire », Parenthèses, 1979.

MECHTA Karim & ALII, « Maghreb, Architecture et Urbanisme, Patrimoine, Tradition et Modernité », Publisud, 1991.

MISSOUM Sakina, « Alger à l'époque Ottomane : La médina et la maison traditionnelle », Edisud, 2003.

Ouvrage collectif, « La construction durable », Actes du colloque à l'université Saint-Esprit de Kaslik, Liban, Éd. Université Saint-Esprit de Kaslik, 2007, p287.

OLGYAY Victor, "Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism", Princeton University Press, 1973.

OLIVA Jean-Pierre, Claude Aubert, Antoine Bosse-Platière, « Les maisons écologiques d'aujourd'hui », Terre Vivante, 2002.

MADEC Philippe, architecte, dans « Ré-enchanter le monde. L'architecture et la ville face aux grande transitions » Gallimard, 2014, p 46.

RAPOPORT Amos, « Pour une anthropologie de la maison », Dunod, 1996.

REYNOLDS S Jhon, "Courtyards : Aesthetic, Social and thermal delight", Jhon Wiley&Sons, 2002.

SACQUET Anne-Marie, « Atlas mondial du développement durable : Concilier économie, social, environnement ». Paris, Éditions Autrement (Coll. « Atlas/Monde »), 2002, p 80.

### **Articles de revues :**

DEPECKER. P, Ménézo Christophe Virgone Joseph & Lepers, 2001, Design of buildings shape and energetic consumption. Building and Environment Review, 36. 627-635.

DE DECKER Kris, Eté-Automne 2018, L'insoutenable légèreté du concept d'efficacité énergétique, La Revue Durable N°61, p 033.

MUHAISEN S. Ahmed et Gadi Mohamed, Mars 2006, Effect of courtyard proportions on solar heat gain and energy requirement in the temperate climate of Rome, In Building Environment N°41, pp 245-253.

MUHAISEN Ahmed, Décembre 2006, shading simulation of the courtyard form in different climatic regions, In building environment N°41, pp 173-174.

## **Mémoires, thèses et publications universitaires :**

ALKAMA Djamel « analyses typologiques de l'habitat – cas de Biskra- » Thèse de magister université de Biskra 1995.

ATEK Amina, 2012, Pour une réinterprétation du vernaculaire dans l'architecture durable : cas de la casbah d'Alger. Mémoire de Magistère, Université Mouloud Mammeri – Tizi Ouzou.

BELLARA Samira, 2005, Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. (Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine).Mémoire de Magistère, Université des frères Mentouri- Constantine.

BENCHERIF Mériama 1996, La ville saharienne : De la tradition à l'innovation, mémoire de Magistère en Urbanisme, Université de Constantine, p 327.

BOUGHERIRA Hadji Kenza , 2010 Le Processus évolutif des villes algériennes un phénomène de nature typologique - Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme : Ville algérienne, évolution, plan d'urbanisme, Blida, Cherchell, Thèse de doctorat, EPAU Alger.

CHAOUCHE Bencherif Mériama 2007, La micro-urbanisation et la ville oasis, une alternative à l'équilibre des zones arides pour une ville saharienne durable, Cas du bas Sahara, thèse de doctorat, Université Mentouri de Constantine.

FEZZIOUI Naïma, MILOUDI Yassineet ROULET Claude-Alain, Février 2019. Influence des formes des arcades du patio sur les performances énergétiques d'une maison traditionnelle dans le ksar de Kenadsa, Conférence Internationale sur les Matériaux, le Patrimoine et l'Environnement en Zones Arides, Université Ahmed DRAIA, Adrar.

HASSAS, Naïma, 2012, Etude du patrimoine architectural de la période Ottomane : entre valeurs et confort. Mémoire de Magistère, Université Mouloud Mammeri- Tizi Ouzou.

TAYEB, Keltoum, 2011 *FORME ARCHITECTURALE ET PERFORMENCE ENERGETIQUE. VERS UN MODELE CONCEPTUEL*. Mémoire de Magistère, Université Mohamed Khider - Biskra.

TIAR Manel Djazia , 2013, Identification de l'architecture mauresque", dans le tissu traditionnel mixte de Blida Analyse de typologies architecturales résidentielles, Mémoire de magistère, EPAU Alger.

TOUBAL Ramdane, 2009. Valorisation de l'architecture villageoise en Kabylie pour un développement durable. Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri - Tizi Ouzou.

## **Articles en ligne:**

Abdulac Samir, LES MAISONS À PATIO Continuités historiques, adaptations bioclimatiques et morphologies urbaines, ICOMOS 17th General Assembly Paris, 2011.

<http://openarchive.icomos.org/1160/>

Garat Isabelle, Maria Gravari-Barbas et Vincent Veschambre, « Préservation du patrimoine bâti et développement durable : une tautologie ? Les cas de Nantes et Angers », Développement durable et

territoires, Dossier 4 | 2005, URL : <https://journals.openedition.org/developpementdurable/4913>; mis en ligne le 03 mars 2008, consulté le 19 avril 2019.

Guy Landrieu. 1994, « Les impacts des énergies fossiles sur l'environnement ». 5. Entretiens de la Villette "L'énergie : un concept des usages des enjeux" HAL Archives ouvertes, HAL Id: ineris-00971900 <https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00971900>, Mis en ligne le 03 Février 2014, consulté le 07/03/2019.

Hovig Ter Minassian 2011. « La réhabilitation thermique des bâtiments anciens à Paris : comment concilier protection du patrimoine et performance énergétique ? », *Cybergeo : European Journal of Geography*, document 536, URL : <https://journals.openedition.org/cybergeo/23737>; mis en ligne le 30 mai 2011, (consulté le 13/08/2019).

Jacques Gandemer, Paper presented at the 3rd Colloquium on Industrial Aerodynamics, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics Aachen, June 14–16, 1978. Section ADYM, C.S.T.B., Nantes France, Available online 10 July 2003. [http://ged-finch.squarespace.com/s/300289591\\_ARCI223\\_Assignment1\\_Small.pdf](http://ged-finch.squarespace.com/s/300289591_ARCI223_Assignment1_Small.pdf)

Marique Anne-Françoise, de Meester Tatiana, De Herde André, Fév 2012. Suburban areas favoring energy efficiency (SAFE) : Rapport scientifique et technique final, Site : <https://orbi.uliege.be/> , URL : <https://orbi.uliege.be/handle/2268/29385> Consulté le 17/05/2019.

P. Huovila, M. Alla-Juusela, L. Melchert, S. Pouffary 2009, Buildings and Climate Change: Summary for Decision-Makers. United Nations Environment Programme, [https://www.greeningtheblue.org/sites/default/files/Buildings%20and%20climate%20change\\_0.pdf](https://www.greeningtheblue.org/sites/default/files/Buildings%20and%20climate%20change_0.pdf). Mis en ligne le 24 Septembre 2010 consulté le 26/05 /2019.

Bâti vernaculaire et développement urbain durable. 2012. Rapport Final réalisé par Nomadeis Ile de France, URL : [http://www.nomadeis.com/Rapport\\_Etude\\_Bati\\_Vernaculaire](http://www.nomadeis.com/Rapport_Etude_Bati_Vernaculaire). Publié en Mai 2012.

## **Webographie :**

Jean Michèl Léger 2016, Expérimentation Architecturale, URL :<http://www.politiquedulogement.com>. consulté le 07/05/2019.

Définition de l'architecture bioclimatique, URL : <https://www.futura-sciences.com>. Consulté le 21/03/2019.

Arnaud Evrard, Inertie Thermique, source : [energieplus-lesite.be/theories/enveloppe9/](http://energieplus-lesite.be/theories/enveloppe9/), Mis en ligne le 24/03/ 2009, consulté le 26/ 04/ 2019.



## Liste des Figures

Figure II-1 Bilan Radiatif terrestre (www.climatechallenge.be).....	18
Figure II-2 Rayonnement solaire global (www.ef4.be).....	19
Figure II-3 Principes du chauffage solaire passif. (www.archiwatt.com).....	22
Figure II-4 Choix d'implantation dans différents contextes (www.maisonspassives.com).....	22
Figure II-5 Règle de calcul de l'ombre portée en fonction de la position des masques (www.slideplayer.com).....	23
Figure II-6 Puissance solaire reçue selon l'orientation de la façade (CERTU mémento technique du Bâtiment 2).....	23
Figure II-7 Classement des formes selon leur compacité (www.passivact.com).....	24
Figure II-8 Schémas expliquant le zonage bioclimatique (www.passivact.com).....	25
Figure II-9 Courbes de déphasage thermique selon l'inertie.....	26
Figure II-10 Évolution des températures intérieures lors d'une journée d'été dans un bâtiment à forte inertie et dans un bâtiment à faible inertie. (energieplus-lesite.be).....	26
Figure II-11 Degré de transparence des façades selon l'orientation (Mazria 1980).....	27
Figure II-12 Utilisation saisonnière de l'élément végétal. (www.biopigs.canalblog.com).....	27
Figure II-13 Tonnelle de jardin végétale, (www.pinterest.fr).....	
Figure II-14 Auvent rétractable, (www.onbuy.com).....	29
Figure II-15 Brises soleil orientables (www.polantis.com).....	29
Figure II-16 Organisation des concepts énergétiques autour de l'architecture (DEPECKER.P, 1985)	30
Figure II-17 Principes de conception d'une maison Passive (www.internorm.com).....	32
Figure II-18 Les leviers de l'Efficacité énergétique (www.acr-regulation.com).....	34
Figure II-19 Approche systémique du comportement thermique d'un bâtiment de logements.....	35
Figure II-20 Schémas de principe sur l'évolution de l'Architecture Vernaculaire. (Rapport Nomadéis, 2012).....	37
Figure II-21 Habitat traditionnel Biskra.....	39
Figure II-22 Brique de terre séchant au soleil, Maison en terre en Algérie, Village en terre au Burkina Faso (Rapport Nomadéis 2012).....	39
Figure II-23 Voûte nubienne en Egypte (Rapport Nomadéis 2012).....	39
Figure II-24 Coupe d'une voûte.....	40
Figure II-25 Montagnes du Sud Pakistan, Construction des maisons, Coupe d'un bâtiment (Rapport Nomadéis 2012).....	41
Figure II-26 Bagdirs à Yazd (Iran), Habitation Maloca au Brésil, Coupe d'habitation à Bagdad, (Nomadéis 2012).....	41
Figure II-27 Ruelle de la médina de Tunis.....	Figure II-28
Médina de Fès (Nomadéis 2012).....	42

Figure II-29 Ruelle de la Casbah (Atek 2012).....	Figure II-30 Croquis d'un ensemble d'habitations (Giovannetti 1992)1.....	43
Figure II-31 Topographie du site, Fond de carte CNERU, modifié par (Atek 2012).....		43
Figure II-32 Implantation et brise marine, F.Giovanetti 1992 .....		44
Figure II-33 Répartition du réseau hydrographique selon la morphologie (sur le levé topographique), PPSMVS.....		44
Figure II-34 Ruelle de la casbah ombragée par des encorbellements .....		45
Figure II-35 Passage Ombragé (A.Atek 2012).....		44
Figure II-36 Physionomie de Constantine en 1837 (M.Kherouatou2012) .....		46
Figure II-37 Ruelle de la vieille ville de Tlemcen (www.easyvoyage.com) .....		46
Figure II-38 Ksar de Ghassoul (Mustapha AMEUR DJARADI).....		47
Figure II-39 Vue aérienne sur le tissu traditionnel du Mzab (www.google.com).....		48
Figure II-40 Village dans les montagnes de Kabylie (Ramdane TOUBAL et Mohamed DAHLI) .....		49
Figure II-41 Plan schématique d'une maison à Patio avec Riwak à quatre travées (Missoum 2003).....		50
Figure II-42 Photo de deux maison à forte valeur historique à Blida (Tiar 2013) .....		50
Figure II-43 Élément en fer forgé (M.Tiar 2013).....		50
Figure II-44 Revêtement de sol en carreaux de ciment (M.Tiar 2013) .....		51
Figure II-45 Merlons d'une maison dans le tissu mixte (M.Tiar 2012).....		
Figure II-46 Impasse à Douirette Blida, (Auteur) .....		51
Figure II-47 Organisation spatiale de la maison arabo-andalouse de Blida (Auteur) .....		52
Figure II-48 Photo d'une ruelle du vieux quartier de Douiret.....		
Figure II-49 l'introversion des maisons de Douiret, (www.lematindz.net).....		53
Figure II-50 l'introversion des maisons de Douiret, (A.Atek 2012) .....		54
Figure II-51 Comportement thermo-aéraulique du Patio (JL.Izard 1979) .....		55
Figure II-52 Ventilation naturelle à travers le Patio (S.Abdulac 2012).....		55
Figure II-53 Vues intérieures sur des maisons de l'extra-muros à Blida (M. Tiar 2013).....		56
Figure II-54 Différentes configurations des galeries dans un patio.....		57
Figure II-55 Maison à Riwak dans l'extramuros de Blida (M.Tiar 2013), Shin Palais des Rais (quintessences.unblog.fr).....		57
Figure II-56 Les quatre configurations de la cour d'après Reynolds, 2002. ....		58
Figure II-57 Les formes rectangulaires simulées,( Muhaisen.S et Gadi. B, 2005).....		58
Figure II-58 Différentes formes des arcades de galeries examinées.( Fezzioui.N, 2014). ....		60
Figure II-59 Besoins énergétiques de la maison WD pour les différents types d'arcades examinées.....		60
Figure III-1 Situation de la ville de Blida (sur Google map).....		
Figure III-2 Wilayas limitrophes (Andi 2013) .....		64

Figure III-3 Plan de situation de ‘Douirette’ .....	64
Figure III-4 Image satellitaire du tissu de ‘Douirette’ .....	64
Figure III-5 Températures maximales et minimales moyennes de la ville de Blida 2016 (www.meteoblue.com) .....	65
Figure III-6 Précipitations annuelles de la ville de Blida 2016(www.meteoblue.com) .....	66
Figure III-7 Les valeurs d'humidité relative pour la période (2000- 2010). .....	66
Figure III-8 Jours ensoleillés, nuageux et partiellement nuageux/ Mois pour Blida (www.meteoblue.com) .....	67
Figure III-9 Vitesse des vents en nombre de jour/Mois pour Blida (www.meteoblue.com).....	67
Figure III-10 Diagramme Bioclimatique du Bâtiment (ENVIROBAT-Méditerranée).....	69
Figure III-11 Application du diagramme Bioclimatique de Givoni –Blida- .....	70
Figure III-12 Image Google Earth, situation de la maison.....	
Figure III-13 Photo de l’impasse Benrahal (Auteur).....	71
Figure III-14 Plan de masses (Auteur).....	
Figure III-15 Plan de masses (Auteur) .....	72
Figure III-16 Plan du Rez-de-chaussée (Auteur).....	72
Figure III-17 Plan de l’étage supérieur (Auteur).....	
Figure III-18 Plan de toiture (Auteur) .....	73
Figure III-19 Vue sur la Porte d’entrée / Squifa.....	
Figure III-20 Vue sur l’escalier .....	73
Figure III-21 Vue sur l’unique Galerie de la maison.....	
Figure III-22 Vue sur le Patio.....	74
Figure III-23 Structure en rondins de bois.....	
Figure III-24 Plancher avec Solives en Bois.....	
Figure III-25 Plancher avec Solives en Bois .....	75
Figure III-26 Mise en œuvre des murs porteurs (60 cm).....	
Figure III-27 Récupération des eaux pluviales....	75
Figure III-28 Organisation du protocole de simulation thermodynamique .....	77
Figure III-29 Schématisation du Processus d’application du logiciel PLEIADES (Source : Auteur) ....	79
Figure III-30 Méthode de création d’une station météo dans PLeiade.....	79
Figure III-31 Etapes de création du fichier météo sur MeteoCalc (Auteur).....	80
Figure III-32 Courbe de températures de Blida générée par meteoClac .....	81
Figure III-33 Création d’un nouveau matériau dans Pleiade.....	81
Figure III-34 Création d’une paroi dans Pleiade .....	82
Figure III-35 Création d’un plancher dans la bibliothèque Pleiade.....	82
Figure III-36 Modification des menuiseries (Portes et fenêtres) sur Pleiade .....	82
Figure III-37 Scénario d’occupation par Zone, par jour et par semaine.....	83
Figure III-38 Scénario d’occupation annuel du Séjour (Auteur).....	83

Figure III-39 Scénario d’occultation annuel globale de la maison.....	83
Figure III-40 Scénario de puissance dissipée des chambres.....	84
Figure III-41 Consignes de températures dans la bibliothèque de Pleiade.....	84
Figure III-42 Scénario d’ouverture de la maison .....	85
Figure III-43 Scénario de ventilation annuel.....	85
Figure III-44 Données de construction du projet .....	86
Figure III-45 Plan du Niveau 0 (RDC) de la maison dans Pleiade.....	86
Figure III-46 Plan du Niveau R+1 (cellier ou Bit-el-Aoula).....	87
Figure III-47 Zonage thermique du RDC de l’état initial sur Pleiade .....	88
Figure III-48 Affectation des scénarios pour chaque Zone thermique (Modeleur/Plan/STD) .....	89
Figure III-49 Volumétrie du de la maison dans Pleiade.....	89
Figure III-50 Lancement de la simulation dans Pléiade .....	90
Figure IV-1 Les différentes zones du Bâtiment calculées (auteur) .....	92
Figure IV-2 Evolution des températures durant la semaine la plus chaude de l’année (du 03 au 08 Juillet).....	93
Figure IV-3 Evolution des températures durant la semaine la plus froide de l’année (du 01 au 07 Janvier).....	94
Figure IV-4 Etiquette énergie (www.rt-batiment.fr) .....	96
Figure IV-5 3D de la variante (sans galerie) sur pléiades .....	96
Figure IV-6 Histogrammes des besoins énergétiques pour le cas initial et la première Variante (Auteur) .....	99
Figure IV-7 Figure : 3D de La Galerie Vitrée dans Pleiade (auteur) .....	100
Figure IV-8 Création du Scénario d’ouverture dans la bibliothèque de Pleaide .....	100
Figure IV-9 Affectation du Scénario d’ouverture annuel dans Pleiade.....	101
Figure IV-10 Scénario de ventilation de l’espace Galerie (débit d’air selon DTR) .....	101
Figure IV-11 Scénario de ventilation annuel de la Galerie .....	102
Figure IV-12 Comparaison des besoins énergétiques entre le cas initial et la variante 2 (Auteur).....	104
Figure IV-13 Effet de la galerie vitrée sur les besoins en chauffage du Séjour et la chambre (Auteur) 104	
Figure IV-14 Courbe de températures avec consignes de la semaine la plus froide (vitrage à 45%) ...	105
Figure IV-15 Courbe de températures avec consignes de la semaine la plus froide (vitrage à 74%) ...	107
Figure IV-16 Comparaisons des consommations énergétiques globales entre les trois variantes de pourcentage de vitrage.....	108
Figure IV-17 Comparaisons des consommations énergétiques entre le pourcentage initial et le pourcentage maximal .....	108
Figure IV-18 Comparaison de l’impact des différentes orientations sur la consommation .....	111
Figure IV-19 Comparaison de l’impact des différentes orientations sur la consommation .....	111

## Liste des Tableaux

Tableau 1 Evolution de la consommation énergétique de l’homme de la préhistoire à nos jours.....	31
Tableau 2 Etat de la consommation de 1925 à nos jours par grandes régions en million de tonnes.(Chitour, 1994).....	31
Tableau 3 Températures moyennes sans consignes de thermostat (Rapport de simulation, Pléiades) ...	93
Tableau 4 Consommations en chauffage et en climatisation du modèle initial avec consignes .....	95
Tableau 5 Températures moyennes sans galerie avec consignes de thermostat.....	97
Tableau 6 Consommations en chauffage et en climatisation de la maison sans galerie.....	97
Tableau 7 Indicateurs bioclimatiques initiales .....	97
Tableau 8 Indicateurs bioclimatiques sans galerie .....	98
Tableau 9 Besoins annuels en chauffage et climatisation de la maison avec Galerie vitrée .....	102
Tableau 10 Températures moyennes mensuelles avec consignes de thermostat.....	103
Tableau 11 Besoins annuels en chauffage et climatisation de la maison avec Galerie vitrée à 45% ....	105
Tableau 12 Consommations énergétiques annuelles de la maison pour le vitrage à 74%.....	106
Tableau 13 Tableau des données énergétiques des trois variables .....	108
Tableau 14 Consommations énergétiques de la galerie orientée Nord .....	109
Tableau 15 Consommations énergétiques de la galerie orientée Ouest .....	110
Tableau 16 Consommations énergétiques de la galerie orientée plein Sud.....	110

# Annexe 1

## Annexe 1 du D.T.U C 3-2 : Classification thermique des communes d'Algérie

### 1. Préliminaires :

1.1 Les zones climatiques considérées dans le présent D.T.R sont :

- La zone A : comprend le rivage de la mer et parfois le versant Nord des chaînes cotières.
- La zone B : comprend la plaine derrière le rivage de la mer et les vallées entre les chaînes cotières ainsi que l'Atlas tellien ; au sein de cette zone on distingue la zone B' qui comprend la vallée du Chelif.
- La zone C comprend les Hauts Plateaux compris entre l'atlas tellien et l'atlas saharien ;
- La zone D comprend le Sahara, au sein de laquelle on distingue une sous-zone D ;

1.2 Le découpage administratif est celui en vigueur en avril 1998 zones climatiques

<b>Wilaya</b>	<b>Communes</b>	<b>Zone</b>
07 <b>BISKRA</b>	Toutes les communes	<b>D</b>
08 <b>BECHAR</b>	Toutes les communes	<b>D</b>
09 <b>BLIDA</b>	Toutes les communes	<b>B</b>

Tableau de classifications climatiques des communes : case de Blida, D.T.R C 3-2

## Annexe 2

### Caractéristiques Thermophysiques des matériaux homogènes

#### Annexe 2 du D.T.R C 3-2 :

Les valeurs des caractéristiques présentées dans le tableau ci-après correspondant aux conventions énoncées dans le chapitre 1 de ce D.T.R :

Matériau	Masse volumique sèche $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> ) (W/m.°C)	Conductivité thermique $\lambda$ (J/kg.°C)	Capacité thermique c
<b>Pierres naturelles</b> (murs, revêtement de sol, revêtement muraux, ...) Roches éruptives			
- Granites, porphyres .....	2300 à 2900	3,0	936
- Basaltes .....	2700 à 3000	1,6	936
- Andésites, tufs volcaniques .....	2000 à 2700	1,1	936
<b>Roches sédimentaires</b>			
- Grès quartzeux .....	2000 à 2800	2,6	792
- Grès calcaireux .....	2000 à 2700	1,9	792
- Pierres calcaires			
o Pierres dures .....	2350 à 2580	2,4	936
o Pierres fermes .....	1840 à 2340	1,4	936
o Pierres tendres .....	1480 à 1830	1,0	936
o Pierres très tendres .....	≤ 1470	0,85	936
<b>Roches métamorphiques</b>			
- Marbre .....	≥ 2590	2,9	936
- Gneiss .....	2300 à 2900	3,0	936
- Schistes, ardoises .....	2000 à 2800	2,2	936
- Sable sec	1300	0,6	823
- Sable + gravillons	1800	1,2	792

Caractéristiques thermiques de la pierre de construction la plus utilisée dans la frange Nord de l'Algérie

(Source D.T.R C 3-2 modifié par Auteur)

## Annexe 3

### Chapitre 5 du D.T.R C 3-2 :

2.3.1 Les appareils peuvent constituer à la fois une source de chaleur sensible et latente, ou seulement une source de gains sensibles.

2.3.3 Pour la détermination des apports dus aux machines électriques, on utilisera soit :

-Les indications données par le fabricant

-A défaut, les valeurs des tableaux 5.6 à 5.8.

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	400	140	540
4 percolateurs, 4 litres d'eau	1800	350	2150
Table chauffante (par m <sup>2</sup> de surface)			
avec chauffe-assiette	2200	1110	3310
sans chauffe assiette	1750	1180	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

Tableau 5.6 Apports calorifiques dus aux appareils ménagers et de restaurants



## Annexe 4

### Glossaire :

Ce glossaire à été fait par Mme Tiar Manel Djazia dans son mémoire de magistère , il fut inspiré du livre Sakina Missoum 2003, d'André Ravereau 2006, et de la recherche typologique des maisons traditionnelles à cour par David May.

**Galerie (Shin):** Espace de service sous forme d'un auvent soutenu de piliers ou de colonnes servant à la protection et à la distribution des pièces à l'étage ; généralement, elle est développée sur les quatre cotés dans la maison traditionnelle Algéroise.

**Riwak (portique ou baie) :** Espace caractéristique des maisons traditionnelles arabo-andalouses et du moyen Orient, espace couvert agrémenté d'une galerie à arcs brisés donnant sur l'extérieur. La maison à riwak est fermée de deux à trois ou quatre pièces alignées ou décalées et flanquée d'un riwak sur une partie ou sur toute sa façade. Le riwak est donc installé soit à l'avant de l'habitation soit dans le volume même de celle-ci. Il sert aussi d'espace de circulation, de transition et de distribution, et surtout de structure aidant à la vie à l'air libre. C'est un espace d'accueil et de passe-temps. [Source : Davie May, 2004]

**Iwan :** Salle introductive encadré par un arc ouvert sur le patio, introduisant une pièce principale dans une organisation tripartite. Espace typique des grandes maisons arabo-andalouse, que l'on retrouve dans beaucoup dans les maisons traditionnelles du moyen Orient (Liban, Syrie).

**Cour (Fushat el dar) :** Espace de centralité organisationnelle de la maison ; elle peut être rectangulaire ou carré. Délimité par deux ou trois appartements de la maison (en L ou en U) ou simplement par des murs de clôture.

**Diwan ou L'iwan :** Espace d'extension d'une ou de deux pièces principales de la maison ottomane , couvert par une coupole polygonale (kouba). Elle joue le rôle d'un salon d'été et la pièce qu'elle introduit joue le rôle de salon d'hiver.

Patio (wast el dar) : Centre structurel de la maison de forme carrée ou rectangulaire, encadré de ses quatre cotés par une galerie périphérique, ou des pièces (byouts) sans galerie.

## Annexe 5

### Rapport Pleiade

#### Caractéristiques du site

##### Site :

<b>Nom</b>	Douiret	<b>Altitude</b>	29 m
------------	---------	-----------------	------

##### Station météorologique :

<b>Nom</b>	Blida1 fichier Blida1.try	<b>Altitude</b>	29 m
<b>Longitude</b>	3° 28' 0"E	<b>Latitude</b>	36° 0' 0"N
<b>Températures</b>	<b>Minimale</b>	<b>Maximale</b>	<b>Moyenne</b>
	2°C	39.50°C	19.13°C

#### 2. Données de construction :

##### 2.1 Plancher Douiret :

Complement	
Origine des données	
Valeur Up	- Up indicatif : 1.02 W/(m².K)

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	$\lambda$ W/(m.K)	$\rho$ kg/m³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m².K)	R (m².K)/W
Ciment	3.0	1.750	2300	0.256	58.33	0.02
Mortier	3.0	1.150	2000	0.233	57.50	0.02
Pierre Douiret	35.0	1.900	2800	0.278	4.57	0.22
Rondins de Bois	10.5	0.360	650	0.444	2.05	0.49
Plâtre courant	2.0	0.350	1000	0.222	17.50	0.06
Total	53				1.25	0.80

##### 2.2 Mur Extérieur Douiret :

Complement	
Origine des données	
Valeur Up	- Up indicatif : 1.72 W/(m².K)

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	$\lambda$ W/(m.K)	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	CS Wh/(kg.K)	U W/(m <sup>2</sup> .K)	R (m <sup>2</sup> .K)/W
Enduit extérieur	2.0	1.150	1700	0.278	57.50	0.02
Mortier	2.0	1.150	2000	0.233	57.50	0.02
Pierre Douiret	52.0	1.900	2800	0.278	3.08	0.32
Mortier	2.0	1.150	2000	0.233	57.50	0.02
Enduit à la chaux	2.0	0.700	1400	0.280	35.00	0.03
Total	60				2.46	0.41

### 2.3 Mur Intérieur Douiret :

Complement	
Origine des données	
Valeur Up	- Up indicatif : 1.61 W/(m <sup>2</sup> .K)

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	$\lambda$ W/(m.K)	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	CS Wh/(kg.K)	U W/(m <sup>2</sup> .K)	R (m <sup>2</sup> .K)/W
Enduit plâtre	2.0	0.350	1500	0.278	17.50	0.06
Mortier	2.0	1.150	2000	0.233	57.50	0.02
Pierre Douiret	52.0	1.900	2800	0.278	3.08	0.32
Mortier	2.0	1.150	2000	0.233	57.50	0.02
Enduit à la chaux	2.0	0.700	1400	0.280	35.00	0.03
Total	60				2.24	0.45

### 2.4 Fenêtres et portes :

#### Fen bat bois SV

Caractéristiques globales	Nombre vitrages	Coeff Uw (W/(m <sup>2</sup> .K))	Facteur Solaire Sw
	1	4.08	0.59
Ouverture	Non ouvrable		

#### Portes

Nom	Coeff U en W/(m <sup>2</sup> .K)
Porte bois extérieure	5.00
Porte bois intérieure	5.00

### **3. Description du projet**

#### **3.1 Saisons de chauffage et de climatisation :**

	Semaine début	Semaine fin
Saison de chauffage	42	18
Saison de climatisation	25	38

#### **3.2 Récapitulatif des zones thermiques et pièces :**

Zone	Pièces	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
SQUIFA		12.17 m <sup>2</sup>	42.59 m <sup>3</sup>
	RDC - 5 - Pièce_4	12.17 m <sup>2</sup>	42.59 m <sup>3</sup>
Chambres		54.84 m <sup>2</sup>	193.11 m <sup>3</sup>
	RDC - 1 - Chambres- Chambre_1	28.55 m <sup>2</sup>	99.93 m <sup>3</sup>
	RDC - 3 - Chambres-Chambre	26.29 m <sup>2</sup>	93.18 m <sup>3</sup>
Cuisine		20.00 m <sup>2</sup>	69.99 m <sup>3</sup>
	RDC - 2 - Pièce_2	20.00 m <sup>2</sup>	69.99 m <sup>3</sup>
Espace Tampon Cellier		74.56 m <sup>2</sup>	260.96 m <sup>3</sup>
	R+1 - 8 - Pièce_7	74.56 m <sup>2</sup>	260.96 m <sup>3</sup>
pièces galerie		52.83 m <sup>2</sup>	184.91 m <sup>3</sup>
	RDC - 6 - Partie par défaut 0- Chambre	19.05 m <sup>2</sup>	66.66 m <sup>3</sup>
	RDC - 7 - Partie par défaut 0- Séjour	33.79 m <sup>2</sup>	118.25 m <sup>3</sup>
Patio ouvert		47.64 m <sup>2</sup>	190.55 m <sup>3</sup>
	RDC - 4 - Pièce_3	47.64 m <sup>2</sup>	190.55 m <sup>3</sup>

#### **3.3 Compositions :**

Composition	Surface interne m <sup>2</sup>	Surface externe m <sup>2</sup>	R (m <sup>2</sup> .K)/W
Plancher douret	187.82	0.00	1.11
toiture	0.00	148.17	2.14
Mur Extérieur Douret	0.00	348.73	0.41
Mur Intérieur Douret	145.90	0.00	0.45
Porte bois intérieure	8.47	0.00	0.20
Fen bat bois SV	0.00	47.27	0.24
Porte bois extérieure	0.00	5.08	0.20