



Université Saâd Dahlab, Blida-1  
Faculté de Technologie  
Département des Énergies Renouvelables



Pour l'obtention du diplôme :  
**MASTER en Energies Renouvelables**  
Option : Habitat Bioclimatique et énergies renouvelables

**Thème :**

**Evaluation d'un logement adaptatif aux différentes  
zones arides**

Soutenu devant le jury composé par :

Dr. Razika Kharchi.....Président

Pr. Djaffar Semmar .....Examineur

Dr. LAFRI Djamel .....Examineur

Encadré par :

Pr Hamid-AEK.....Promoteur

Mme OUKACI-S..... Co-Promoteur

Présenté par :

Atek Ali Housseem Eddine

Boufasa Mourad

2021/2022

## **Résumé**

Notre travail est basé de créer un modèle pour l'habitat adaptatif aux régions arides par l'augmentation de la performance énergétique, considérant l'intégration des matériaux locaux dans l'enveloppe des bâtiments et de ce fait étudier son effet sur les besoins en chauffage et en climatisation. La simulation a été réalisée par le logiciel pléiades nous permet d'identifier les besoins en chauffage (période hivernale) et climatisation (Période estivale), afin de minimiser la consommation énergétique.

Les résultats obtenus ont montré que grâce aux solutions passives proposées nous avons pu réduire respectivement jusqu'à 32%,29% et 31% pour le site d'el oued, in Salah et Timimoune.

Enfin, nous terminons cette étude par l'intégration d'un système photovoltaïque pour la production de l'électricité et améliorer sa performance énergétique.

## **ملخص**

يعتمد عملنا على إنشاء نموذج للإسكان التكيفي في المناطق القاحلة من خلال زيادة أداء الطاقة ، مع الأخذ في الاعتبار دمج المواد المحلية في غلاف المبنى وبالتالي دراسة تأثيره على احتياجات التدفئة والتبريد. تم تنفيذ المحاكاة بواسطة برنامج Pléiades يسمح لنا بتحديد الاحتياجات في التدفئة (فترة الشتاء) وتكييف الهواء (فترة الصيف) ، من أجل تقليل استهلاك الطاقة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أنه بفضل الحلول السلبية المقترحة تمكنا من تخفيض ما يصل إلى 32% و 29% و 31% على التوالي لموقع الوادي ، في صلاح وتيميمون.

وأخيرا ، ننهي هذه الدراسة بدمج نظام كهروضوئي لإنتاج الكهرباء وتحسين أدائها في مجال الطاقة..

## **Abstract**

Our work is based on creating a model for adaptive housing in arid regions by increasing energy performance, considering the integration of local materials into the building envelope and thus studying its effect on heating and cooling needs. The simulation was carried out by the software Pleiades allows us to identify the needs in heating (winter period) and air conditioning (summer period), in order to minimize energy consumption. The results obtained showed that thanks to the passive solutions proposed we were able to reduce respectively up to 32%, 29% and 31% for the site of el Oued, in Salah and Timimoun.

Finally, we end this study with the integration of a photovoltaic system for the production of electricity and improve its energy performance.

**Mots clés** : confort thermique – efficacité énergétique – régions arides

## Dédicaces

Nous dédions cette Mémoire à nos mères, nos pères, mes frères et mes sœurs et leurs enfants.

A tous nos enseignants de département des énergies renouvelable et à tous nos camarades que nous avons les rencontrer durant notre parcours universitaire.

## Remerciements

D'abord, nous remercions Dieu Tout-Puissant pour son aide et sa bénédiction.

Ensuite, nos remerciements vont à Madame SOUMIA OUKACI et Monsieur AEK HAMID d'avoir acceptés de diriger ce modeste travail, je les remercie également pour ces précieux conseils et ces orientations.

D'infinis remerciements à tous mes enseignants de département des ENERGIES RENOUVELABLES surtout de l'option HABITAT BIOCLIMATIQUE : Pr. AEK-HAMID, Pr. DJAAFER-SEMMAR, Mme SOUMIA-OUKACI, Dr. DJAMEL-LAFFRI...etc.

Nous remercions vivement nos frères et nos sœurs et nos camarades et notre chère amies et camarades AHMED BAGHDADI et ZERZOUR ISHAK qui a nous beaucoup aidés dans notre parcours.

## **Sommaire :**

1	Introduction générale :	15
<b>Chapitre 1 : Etude bibliographique et état de l'art</b>		
1	Introduction :	19
2	Recherche Bibliographique :	19
2.1	Concept des zones arides :	19
2.1.1	Définition des zones arides : (A. Mokhtari, 2008)	19
2.1.2	Caractéristiques des zones arides :	20
2.1.3	Localisation des zones arides : (A. Mokhtari, 2008)	20
2.2	Le concept de l'habitat :	21
2.2.1	L'habitat traditionnel :	21
2.2.1.1	Habitat traditionnel des zones arides :	21
2.2.1.2	Matériaux de construction :	22
2.3	1-3-Matériaux de construction traditionnelle adaptés aux régions arides :	22
2.3.1	Le plâtre (gypse) :	23
2.3.2	La pierre (rose de sable) :	23
2.3.3	La brique cuite :	23
2.4	Conception bioclimatique :	23
2.5	L'efficacité énergétique dans le bâtiment:	26
2.5.1	Définition :	26
	La consommation énergétique en Algérie :	26
2.6	Le confort thermique :	27
2.6.1	La performance énergétique :	27
2.7	Définition d'une enveloppe d'un bâtiment :	27
3	L'état de l'Art :	29
3.1	Articles consultés :	29
3.1.1	Article n °1 : En 2008 Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar Par :A. Mokhtari, K. Brahimi et R. Benziada	29
3.1.2	Article n °2 : En 2012 Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique, 'HPE' : Application au site de Béchar :	29
3.1.3	Article n °3 : En 2012 Evaluation des performances énergétiques de l'habitat traditionnelle dans la région de SOUF Par FEZZAI Soufiane, AHRIZ Atef, ALKAMA Djamel	30
3.1.4	Article n °4 : En 2013 La conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie - Proposition d'un outil d'aide à la conception dans les zones arides et semi-arides Par : S. Semahi et B. Djebri	30

4	Conclusion :	30
---	--------------	----

## **Chapitre 2 : Présentation de cas d'étude**

1	Introduction	32
2	Classification des zones Climatiques en Algérie :	32
3	Présentation du modèle de construction étudié :	33
4	Caractéristiques des différents espaces :	34
5	Type d'ouvertures :	34
6	Méthodologie de travail :	37
7	Les matériaux locaux proposés à l'intégration :	40
7.1	Bois de pétiole du Palmier dattier (bois et fibres) :	40
7.2	Briques de terre :	41
8	Conclusion :	42

## **Chapitre 3 : Modélisation de cas d'étude**

1	Introduction	43
2	Interfaces des logiciels :	43
2.1	Pleiades :	43
2.2	PLEIADES MODELEUR :	43
2.3	PLEIADES BIBLIOTHÈQUE :	43
2.4	Pleiades RÉSULTATS :	44
2.5	METEONORM 7.3 :	44
3	Etapas de simulation :	44
3.1	Création d'un fichier météorologique :	46
3.2	Création d'un matériau :	47
3.3	Composition des éléments constructifs :	47
3.4	Sous le Modeleur :	48
3.4.1	Définition des paramètres constructifs dans le Modeleur :	48
3.5	Définition des scénarios dans le Modeleur Pleiades :	49
3.5.1	Scénario d'occupation proposé pour la zone de confort :	50
3.5.2	Scénario d'occupation proposé pour la cuisine :	51
3.5.3	Scénario d'occupation proposé pour le hall (espace de circulation) :	51
3.5.4	Scénarios de puissance dissipée :	51
3.5.5	Scénario proposé pour la zone de confort :	52
3.5.6	Scénario proposé pour la cuisine :	52

3.5.7	Scénario proposé pour le hall :	53
3.5.8	Scénario proposé pour les salles d'eau :	53
3.5.9	Scénario de ventilation :	53
3.5.10	Scénarios de consigne de thermostat :	55
4	Les étapes de simulation :	37
	Variante 01 : Cas initial.	37
5	Conclusion :	56
<b>Chapitre 4 : Les simulations du logement dans les différents sites d'études</b>		
1	Les simulations du logement dans les différents sites d'études :	57
1.1	Simulation estivale sans consigne de thermostat :	57
1.1.1	Variante 01 : Cas initial	57
1.1.2	Variante 02:	57
1.1.3	Variante 03: Renforcement de l'isolation des murs extérieurs :	58
1.1.4	Variante 04 : Renforcement de l'isolation du plancher haut :	60
1.1.5	Variante 05 (sans consigne) : Renforcement de l'isolation dans les éléments constructifs sauf les murs intérieurs :	60
1.1.6	Variante 06: création d'un patio changement d'orientation avec l'utilisation des masques :	61
1.2	Simulation hivernale sans consigne de thermostat :	62
1.2.1	Variante 01: Cas initial	62
1.3	Simulations avec consigne de thermostat des différentes variantes :	66
1.4	Synthèse :	66
1.5	Simulation estivale sans consigne de thermostat dans la région d'In Saleh :	67
1.5.1	Variante 01: Cas initial	67
1.5.2	Variante 02 (sans consigne) :	67
1.6	Simulation hivernale sans consigne de thermostat :	70
1.6.1	Variante 01 : Cas initial	70
1.6.2	Variante 02 :	71
2	Simulations avec consigne de thermostat des différentes variantes :	73
3	Région de Timimoune :	75
3.1	Simulation estivale sans consigne de thermostat :	75
3.1.1	Variante 01 : Cas initial	75
3.2	Synthèse :	78
3.3	Simulation hivernale sans consigne de thermostat :	78

3.3.1 Variante 01 : Cas initial	78
3.3.2 Variante 02 :	79
3.3.3 Variante 04 :	80
4 Simulation avec consigne de thermosta des differentes variantes etudiées :	82
5 Synthèse :	82
6 Conclusion	84
<b>Chapitre 5 : Intégration d'un système P.V</b>	
1 Introduction :	85
2 Présentation du logiciel PVsyst :	85
2.1 Interface du logiciel PVsyst :	86
2.1.1 Pré-dimensionnement :	86
2.1.2 Conception du projet :	86
2.1.3 Bases de données :	86
2.1.4 Outils :	87
3 Présentation du projet :	87
4 Création d'un nouveau projet :	89
4.1 Orientation des modules :	90
4.2 La définition des besoins de l'utilisateur :	91
4.3 Définition de système du stockage et l'installation P.V :	92
4.4 Lancement de la simulation :	93
5 Résultat et discussion de la simulation :	94
5.1 Orientation plan capteurs :	94
5.2 Proposition pour l'installation :	94
5.3 La caractéristique de module P.V, Batterie, Régulateur, Groupe électrogène :	96
6 Résultats et discussion :	97
6.1 La région de Timimoun :	97
6.2 El Oued :	98
6.3 In Salah :	99
7 L'interprétation des résultats :	100
8 Conclusion :	101
Conclusion Générale	
Conclusion générale :	102

## **Liste des figures :**

### Chapitre 1

Figure 1. 1 Zonage climatique des zones arides en Algérie	21
Figure 1. 2 Les types des habitats traditionnels aux zones arides	22
Figure 1. 3 les matériaux locaux traditionnelle aux régions arides	23
Figure 1. 4 Pivots de l'architecture bioclimatique	25
Figure 1. 5 les principes de l'architecture bioclimatique	25
Figure 1. 6 Consommation finale par secteur d'activité en 2017	27
Figure 1. 7 L'influence du rapport de la surface de l'enveloppe (A) sur le volume d'une chambre (V) sur L'énergie primaire dans une chambre selon des différentes qualités de l'isolation.	28

### Chapitre 2

Figure 2. 1 Localisation des villes visées	32
Figure 2. 2 Le plan du logement étudié	
Figure 2. 3 Vue réelle sur le logement étudié [29]	33
Figure 2. 4 Méthodologie de travail	37
Figure 2. 5 Création nouveau de fenêtre PVC a double vitrage	38
Figure 2. 6 La composition de mur extérieure après le renforcement	38
Figure 2. 7 La composition de mur extérieure après le renforcement	38
Figure 2. 8 La composition de planchers bas après le renforcement	39
Figure 2. 9 La nouvelle conception du plan.	39
Figure 2. 10 Les composants du palmier dattier	40

### Chapitre 3

Figure 3. 1 Procédure d'injection des données sur pléiade et simulation	45
Figure 3. 2 Les différentes interfaces des outils de Pléiades v5.22.6.1	46
Figure 3. 3 L'exportation de fichier météorologique	46
Figure 3. 4 Création d'un matériau	47
Figure 3. 5 Composition du mur extérieur	
Figure 3. 6 Composition du mur intérieur	47
Figure 3. 7 Composition du plancher bas	
Figure 3. 8 Composition du plancher haut	48
Figure 3. 9 Insertion des éléments constructifs dans le Modeleur	48
Figure 3. 10 Le plan de logement étudié avec les ouvrants et les murs en 2D	49
Figure 3. 11 Le plan du logement en 3D	49
Figure 3. 12 Scénario d'occupation pour la zone de confort.	50
Figure 3. 13 Scénario d'occupation pour la cuisine.	51
Figure 3. 14 Scénario d'occupation pour le hall.	51

Figure 3. 15 Scénario de la puissance dissipée de la zone de confort.	52
Figure 3. 16 Scénario de la puissance dissipée de la cuisine.	52
Figure 3. 17 Scénario de la puissance dissipée du hall.	53
Figure 3. 18 Scénario de la puissance dissipée des salles d'eau.	53
Figure 3. 19 Scénario d'infiltration pour la simulation avec consigne.	54
Figure 3. 20 Scénario de ventilation pour la simulation sans consigne.	55
Figure 3. 21 Scénario de consigne de thermostat de climatisation.	55
Figure 3. 22 Scénario de consigne de thermostat de chauffage	56

## Chapitre 4

Figure 4. 1 Variante 01 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued	57
Figure 4. 2 Variante 02 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued.	58
Figure 4. 3 La composition des murs extérieurs après le renforcement	58
Figure 4. 4 Variante 03 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued.	59
Figure 4. 5 Variante 04 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued	60
Figure 4. 6 Variante 05 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued	61
Figure 4. 7 Variante 06 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued	61
Figure 4. 8 Variante 01 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el oued	62
Figure 4. 9 Variante 02 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el oued	63
Figure 4. 10 Variante 03 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el oued	63
Figure 4. 11 Variante 04 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el Oued	64
Figure 4. 12 Variante 05 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el Oued	64
Figure 4. 13 Variante 06 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el Oued	65
Figure 4. 14 Variante 01 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah	67
Figure 4. 15 Variante 02 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.	67
Figure 4. 16 Variante 03 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.	68

Figure 4. 17 Variante 04 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.	68
Figure 4. 18 Variante 05 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.	69
Figure 4. 19 Variante 06 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.	69
Figure 4. 20 Variante 01 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah	70
Figure 4. 21 Variante 02 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah	71
Figure 4. 22 Variante 03 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah	71
Figure 4. 23 Variante 04 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah	72
Figure 4. 24 Variante 05 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah.	72
Figure 4. 25 Variante 06 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah.	73
Figure 4. 26 Variante 01 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune	75
Figure 4. 27 Variante 02 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune	75
Figure 4. 28 Variante 03 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune	76
Figure 4. 29 Variante 04 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune	76
Figure 4. 30 Variante 05 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune	77
Figure 4. 31 Variante 06 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune	77
Figure 4. 32 Variante 01 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun	78
Figure 4. 33 Variante 02 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun	79
Figure 4. 34 Variante 03 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun	79
Figure 4. 35 Variante 03 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun	80
Figure 4. 36 Variante 05 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun.	80
Figure 4. 37 Variante 06 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun.	81
Figure 4. 38 Classement des cas d'étude initiale (variante 1) selon l'étiquette énergétique.	83

Figure 4. 39 Classement des cas d'étude après l'amélioration selon l'étiquette énergétique. 84

## Chapitre 5

Figure 5. 1 Interface principale de logiciel PVsyst.	87
Figure 5. 2 Spécification des sites d'après les coordonnées géographique	88
Figure 5. 3 Importation des données climatiques des sites.	89
Figure 5. 4 Création du projet « système Isolé avec batteries »	90
Figure 5. 5 Angle d'inclinaison et l'azimut	90
Figure 5. 6 Définition de la consommation énergétique sous PVsyst	91
Figure 5. 7 Les caractéristiques des batteries proposées	92
Figure 5. 8 Le choix d'un module P.V et Régulateur préférable	92
Figure 5. 9 Le choix d'un groupe électrogène	93
Figure 5. 10 Le schéma simplifié de notre système P.V	93
Figure 5. 11 Logiciel prêt pour la simulation	94
Figure 5. 12 La caractéristique des composants du champ de capteur	96
Figure 5. 13 La distribution horaire des besoins énergétique	96
Figure 5. 14 Le bilan énergétique du site de Timimoun	97
Figure 5. 15 Diagramme des pertes pour le site de Timimoun	98
Figure 5. 16 Le bilan énergétique pour le site de l'El Oued	98
Figure 5. 17 Diagramme des pertes pour le site d'El Oued	99
Figure 5. 18 Le bilan énergétique pour le site d'in Salah	99
Figure 5. 19 Diagramme des pertes pour le site du Ain Salah	100

## **Liste des tableaux :**

Tableau 1 Données climatiques moyennes du site	33
Tableau 2 Données géographiques des sites	33
Tableau 3 Propriétés des pièces	34
Tableau 4 Liste des matériaux utilisés sur les logements étudiés	35
Tableau 5 Les besoins en chauffage et climatisation des différentes variantes étudiées dans la région d'El oued.	66
Tableau 6 Comparaison de taux de réduction de consommation des besoins en climatisation entre les variantes 05 et 06 par rapport à la variante 1 pour la région d'El Oued	66
Tableau 7 Les besoins en chauffage et climatisation des différentes variantes étudiées dans la région d'In Salah	74
Tableau 8 Comparaison de taux de réduction de consommation des besoins en climatisation entre les variantes 05 et 06 par rapport à la variante 1 pour la région du In Salah	74
Tableau 9 Les besoins en chauffage et climatisation des différentes variantes étudiées dans la région de Timimoun	82
Tableau 10 Comparaison de taux de réduction de consommation des besoins en climatisation entre les variantes 05 et 06 par rapport à la variante 1 pour la région de Timimoun	82
Tableau 11 Comparaison entre le taux d'inconfort pour les trois régions el oued, in Salah et Timimoune pour le cas initial et final (variante 01 et 06)	83
Tableau 12 Taux de réduction de taux d'inconfort pour les quatre régions	83
Tableau 13 taux de réduction de consommation énergétique des différents sites étudiés	83
Tableau 14 Données géographiques des sites <sup>25</sup> .	88
Tableau 15 La consommation énergétique des différents appareils durant la journée	91
Tableau 16 L'angle d'inclinaison et l'azimut optimisé de chaque site	94

## **Nomenclature :**

HQE : Haute Qualité Environnementale

PV : Photovoltaïque

APRUE : Agence de la promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie

BBC : bâtiment à basse consommation

BEPOS : bâtiment à énergie positive

RSV : Rapport : surface/volume

RSSP : Rapport surface de l'enveloppe/la surface de plancher

HPE : Haute Performance Energétique

KWh : kilowattheure

Cc: Courant continue

MPPT: Maximum Power Point Tracking

STD: Simulation thermique dynamique

ECS : Eau Chaud Sanitaire

IAB : Intégration au Bâti

### **1 Introduction générale :**

L'habitat traditionnel en Algérie a toujours fait preuve d'efficacité en matière de l'adaptation avec les conditions dures du site et du climat, spécialement dans les régions arides. Depuis longtemps, les connaissances sur la pratique de construction dans ces sites se sont développées et transmises d'une génération à l'autre en arrivant à mieux comprendre le contexte et s'adapter parfaitement avec ces conditions. (FEZZAI, 2012) [1]

Ce qui différencie la situation où se trouve l'architecture moderne au niveau du problème énergétique, de l'architecture de n'importe quelle époque est non seulement la diminution de la disponibilité des ressources énergétiques mais plutôt l'exigence d'un confort thermique et ambiant devenu de masse seulement depuis des siècles. (Campajola, 1989)

Actuellement, le confort thermique constitue une demande reconnue et justifiée dans les bâtiments du fait de son impact sur la qualité des ambiances intérieures, la santé et la productivité de l'occupant passant les trois quarts de son temps à l'intérieur. Cette demande est soutenue par des normes et des réglementations qui permettent d'assurer la conformité des ambiances intérieures aux exigences du confort thermique. Or, la recherche des ambiances thermiques intérieures uniformes et confortables, conformément aux normes, tout au long de l'année et sans tenir compte des particularités du climat, du site, des bâtiments est accompagnée par une multiplication des installations climatiques, entraînant ainsi des fortes consommations d'énergie, d'origine fossile essentiellement, épuisable et polluante. (Moujalled, 2007) [2]

La conception du bâtiment joue un rôle très important dans la dépense énergétique la construction bioclimatique peut réduire plus de 30% de la consommation énergétique en chauffage et climatisation et diminuer la pollution de l'air dans moins 20 pourcents en agissant sur l'enveloppe du bâtiment. L'intégration des énergies renouvelables pour les modes de chauffage et climatisation peut aussi jouer un rôle fatidique dans la rationalisation de l'énergie dans le bâtiment l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment par le biais de l'isolation thermique est l'une des priorités pour le programme de l'application de l'efficacité énergétique dans le bâtiment.

A cet effet l'architecture bioclimatique permet de dépenser une quantité d'énergie réduite (chauffage ou climatisation). Elle vise à utiliser, les éléments favorables du climat et

d'environnement, en vue de la satisfaction des exigences du confort thermique. C'est à dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, et de trouver des stratégies passive pour pallier au problème du surchauffée. (Nemer, 2016) [3]

l'Algérie est un pays qui occupe une position géographique stratégique dans le monde, Avec une superficie de 2 381 741 km<sup>2</sup>, la conception des bâtiments varie d'un endroit à un autre, par exemple, les conditions adaptées d'un habitat construit dans un climat humide doit se différencier d'un bâtiment dans un climat aride par ce que chaque climat à des caractéristique qui se défaire en période d'hiver et d'été selon la température, l'humidité, la précipitation, la vitesse d'air et les radiations solaires.

Malheureusement, le respect des paramètres climatiques et la préservation de l'environnement lors de la conception architecturale reste un problème qui s'encore existe toujours en l'Algérie mais au cours des changements climatiques dus au gaz à effet de serre et la crise économique à cause de l'utilisation non rationnelle des ressources naturelles exiger à l'architecte de réaliser une conception bioclimatique qui est la solution la mieux adaptée pour rattraper la menace au niveau de confort humain et durée de la vie humaine dans cette planète malade. (A Belkebir, 2017) [4]

Des recherches récentes tentent d'intégrer la dimension bioclimatique dans le processus de conception des lotissements à cet effet l'architecture bioclimatique assure l'efficacité énergétique parce qu'elle insiste sur l'optimisation de la relation de l'habitation avec la création des ambiances « confortable » par des moyens architecturaux. (K Zaouia, 2015) [5]

La crise énergétique et l'optimisation des ressources naturelles ont mené les architectes à la recherche de nouvelles formes qui seront largement définies par l'interaction des facteurs présents dans la nature, le plus important entre eux, c'est le climat Pour cela, une bonne conception prendrait en considération la sélection d'une enveloppe (forme) adaptée aux conditions climatiques de la région et servir de précaution qui mettrait en évidence le rapport entre la forme des constructions et le climat qui est défini par un ensemble de paramètres (soleil, vent, pluie, l'humidité...etc.), ces derniers devant être manipulés pour l'équilibre thermique et la création d'un environnement qui répond aux besoins physiologiques de l'homme Il a été remarqué que l'intensité de la radiation solaire est l'un des éléments les plus

importants qui participent à la détermination des formes des bâtiments dans les climats arides. (N Bouali, 2020) [6]

**Quelle sont les meilleures techniques de construction pour les zones arides ?**

**Comment aborder la haute performance énergétique et assurer le confort thermique dans l'habitat du climat aride ?**

**Quel est l'impact de l'utilisation des matériaux de construction locaux dans l'habitat du climat aride ?**

## **2 Les hypothèses :**

1. Une conception bioclimatique peut être considérée comme moyen d'assurer le confort thermique à l'intérieur d'une habitation.
2. Assurer une enveloppe avec une grande inertie thermique et une isolation thermique pour assurer un confort gratuit et diminuer la consommation énergétique.
3. adaptation des techniques passives ancestrales dans le logement moderne peut améliorer sa performance énergétique.

## **3 Objectif de l'étude :**

- Améliorer le niveau de confort thermique intérieur des habitats au sein d'un milieu aride et diminuer la consommation énergétique.
- création d'un modèle adaptatif aux régions arides.

## **4 Structure du mémoire :**

Notre mémoire comprend les chapitres suivants :

**Chapitre 1 :** le premier chapitre comprend la partie bibliographie et état de l'art ce qui nous a permis de tirer les recommandations nécessaires pour notre étude.

**Chapitre 2 :** comprend la présentation du cas étudié.

**Chapitre 3 :** comprend la présentation du logiciel de simulation ainsi que les différentes étapes de simulation.

**Chapitre 4 :** comprend les résultats obtenus ainsi que les interprétations.

**Chapitre 5 :** Intégration d'un système P.V.

À la fin de cette recherche, on terminera par une conclusion générale dans laquelle on présentera les résultats obtenus ainsi que les solutions proposées dans l'habitat.

## **1 Introduction :**

L'habitat traditionnel en Algérie a toujours fait preuve d'efficacité en matière de l'adaptation avec les conditions dures du site et du climat, spécialement dans les régions arides. Depuis longtemps, les connaissances sur la pratique de construction dans ces sites se sont développées et transmises d'une génération à l'autre en arrivant à mieux comprendre le contexte et s'adapter parfaitement avec ces conditions. (S FEZZAI, 2012) [7]

## **2 Recherche Bibliographique :**

### **2.1 Concept des zones arides :**

#### **2.1.1 Définition des zones arides : (A. Mokhtari, 2008)**

Les zones arides sont des zones où règne un climat désertique ou semi désertique. On les rencontre dans les régions subtropicales d'Afrique, d'Asie centrale et occidentale, d'Amérique du nord-ouest et du sud ainsi qu'en Australie centrale et occidentale. Elles sont situées généralement entre les latitudes 15° et 35° au nord et sud de l'équateur.

Le climat chaud et sec est caractéristique des régions subtropicales d'Afrique, d'Asie, d'Australie et d'Amérique, dont l'aridité est due aux vents alizés. Le rayonnement solaire direct est très intense et peut atteindre 800 W/m<sup>2</sup> sur une surface horizontale. La faible humidité relative (4 % à 20 %), couplée à l'absence de nuages, provoque de larges amplitudes de températures pouvant varier de 70 °C le jour à 15 °C la nuit en été. Dans ces régions, les vents sont chauds et sont fréquemment accompagnés de tourbillons de sable et de poussière.

Les précipitations sont rares et interviennent souvent sous forme d'averses ou de pluies orageuses.

L'Algérie maghrébine (au Nord) appartient à la zone bioclimatique méditerranéenne et est exposée aux variations du front polaire (masse d'air froid en hiver et influence de l'air saharien en été) ce qui explique l'aridité estivale en opposition à une saison fraîche relativement pluvieuse, à proximité de la côte (automne et printemps) dans les zones voisines de l'Atlas saharien. Le relief contribuant au tracé de la carte climatique, l'Algérie, connaît des hivers relativement froids contrastant violemment avec des étés torrides. En outre, disposé parallèlement à la côte, l'Atlas Tellien interpose un écran entre la mer et les régions intérieures et donne lieu à un certain cloisonnement climatique, le climat méditerranéen ne caractérisant que la bande littorale, tandis que l'influence saharienne et le souffle du sirocco se manifestent

plus intensément au sud de ce massif. (A. Mokhtari, 2008) [8]

### **2.1.2 Caractéristiques des zones arides :**

Les principales caractéristiques climatiques des zones arides sont :

- Haute intensité des radiations solaires ;
- Température d'air quotidien très élevée ;
- Basse humidité et faibles précipitations ;
- Vents de sable entraînant un environnement poussiéreux.

Ces caractéristiques climatiques se manifestent comme source d'inconfort pour les habitants de ces régions. Afin d'y améliorer les conditions de vie, il faut adopter plusieurs stratégies se rapportant à la protection contre les effets de ces paramètres climatiques, essentiellement en période de forte chaleur (Fardeheb et Schoen, 1988). Ceci implique l'action sur les paramètres suivants : (A. Mokhtari, 2008)

- Radiations solaires;
- Températures de l'air;
- Vitesse de l'air.

### **2.1.3 Localisation des zones arides : (A. Mokhtari, 2008)**

Plus de 85 % de la surface totale de l'Algérie est caractérisée par un climat chaud et sec, subdivisée en trois zones climatiques d'été

**Zone D<sub>1</sub>** : comprend le Sahara, et le Sahara centrale.

**Zone D<sub>2</sub>** : Comprend principalement la Wilaya d'Adrar.

**Zone D<sub>3</sub>** : Comprend principalement le Tassili et le Hoggar.

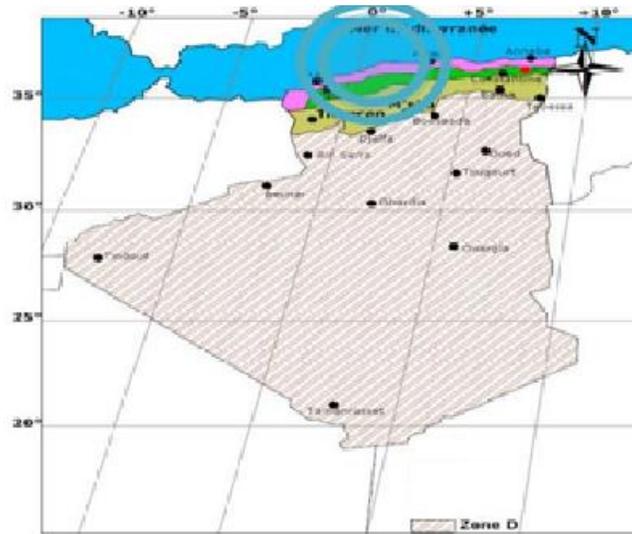


Figure 1. 1 Zonage climatique des zones arides en Algérie

(Mohammed Hichem Benzaama, 2017) [9]

## **2.2 Le concept de l'habitat :**

### **2.2.1 L'habitat traditionnel :**

L'architecture traditionnelle est le témoignage de la diversité des cultures et des modes de vie. Elle est transmise de génération en génération, elle est spécifique pour chaque communauté, société, région etc.... « L'habitat traditionnel peut être défini comme un cadre adapté à un contenu social créé par un groupe social pour lui-même par référence à sa propre culture. Il est généralement, œuvre collective d'une société homogène très individualisée, produisant par ses propres moyens et pour ses propres besoins » (Bendjaouane Soumia, 2020) [10]

#### **2.2.1.1 Habitat traditionnel des zones arides :**

Habitat traditionnel aux zones arides considéré par sa richesse éléments bioclimatique (habitat de Souf, du m'Zab, des oasis et celle des Ksour) [11] (Zeyneb, 2018)



Figure 1. 2 Les types des habitats traditionnels aux zones arides

### 2.2.1.2 Matériaux de construction :

Les propriétés des matériaux utilisés pour les murs, le sol, le plafond et les fenêtres ont une influence directe sur la consommation d'énergie dans un habitat. Le choix des matériaux se fait en fonction de ceux qui sont disponibles à proximité. Ils sont particulièrement adaptés au climat et le cout de construction sera limité :

-les constructions en pierre locale sont ainsi adaptées au climat à forte variation de température journalière.

-les constructions en bois permettront une rapide montée en température du bâtiment particulièrement adaptées au climat dont l'hiver est très rigoureux (climat de montagne)

-les constructions en terre crue ou sable permettent d'accumuler de fortes radiations solaires et montées en température et ainsi limiter les risques de surchauffes.

La terre crue est un matériau de construction utilisé pour son inertie. Il s'agit également d'un matériau qui peut se charger fortement en vapeur d'eau ; elle se condense lorsque le mur est froid (en libérant de la chaleur) pour se ré évaporer lorsque la température augmente. Cet aspect permet donc de faire de la terre crue un matériau doublement intéressant pour le rafraîchissement passif. (A Belkebir, 2017)

### 2.3 1-3-Matériaux de construction traditionnelle adaptés aux régions arides :

Utilisation de l'adobe et la pierre pour les murs et les planchers, Bois de palmier, palme et tronc pour le toit (Nefidi, 2019)

### **2.3.1 Le plâtre (gypse) :**

Utilisé comme un liant, il est obtenu par la cuisson de blocs.

### **2.3.2 La pierre (rose de sable) :**

Se présente sous forme de blocs, utilisée pour la construction des abris, c'est un matériau résistant, écologique et durable.

### **2.3.3 La brique cuite :**

Un matériau intéressant au niveau de sa résistance et son isolation thermique. [12]



Figure 1. 3 les matériaux locaux traditionnelle aux régions arides

## **2.4 Conception bioclimatique :**

Olgay a utilisé le terme « bioclimatique » pour la première fois en 1953 pour définir l'architecture qui répond à son environnement climatique en vue de réaliser le confort pour les occupants grâce à des décisions de conception appropriées ; voir fig.5. La conception bioclimatique est surtout une sorte d'engagement dont les bases sont : un programme architectural, un paysage, une culture, quelques matériaux locaux, certaine notion de bien-être et d'abri dont la synthèse est une couverture habitable.

Pour Pierre Lavigne et Pierre Fernandez l'architecture bioclimatique vise principalement l'amélioration du confort qu'un espace bâti peut induire de manière naturelle, c'est-à-dire en minimisant le recours aux énergies non renouvelables, les effets pervers sur le milieu naturel et les coûts d'investissement et de fonctionnement. L'intérêt du Bioclimatique va donc du plaisir d'habiter ou d'utiliser un espace à l'économie de la construction, ce qui fait un élément fondamental de l'art de l'architecte.

Le concept de l'architecture bioclimatique est à l'origine de l'émergence des nouveaux concepts comme : « Haute Qualité Environnementale, HQE » ou mieux encore « Très Haute Performance Energétique », « Architecture Ecologique », « Architecture Durable » et « Architecture Verte ». Le concept de l'architecture bioclimatique mérite une explication plus profonde. L'hypothèse est que cette affiliation mène aux réactions favorables en termes de performance, de santé humaine et même les situations émotionnelles. (Fercha, 2021) [13]

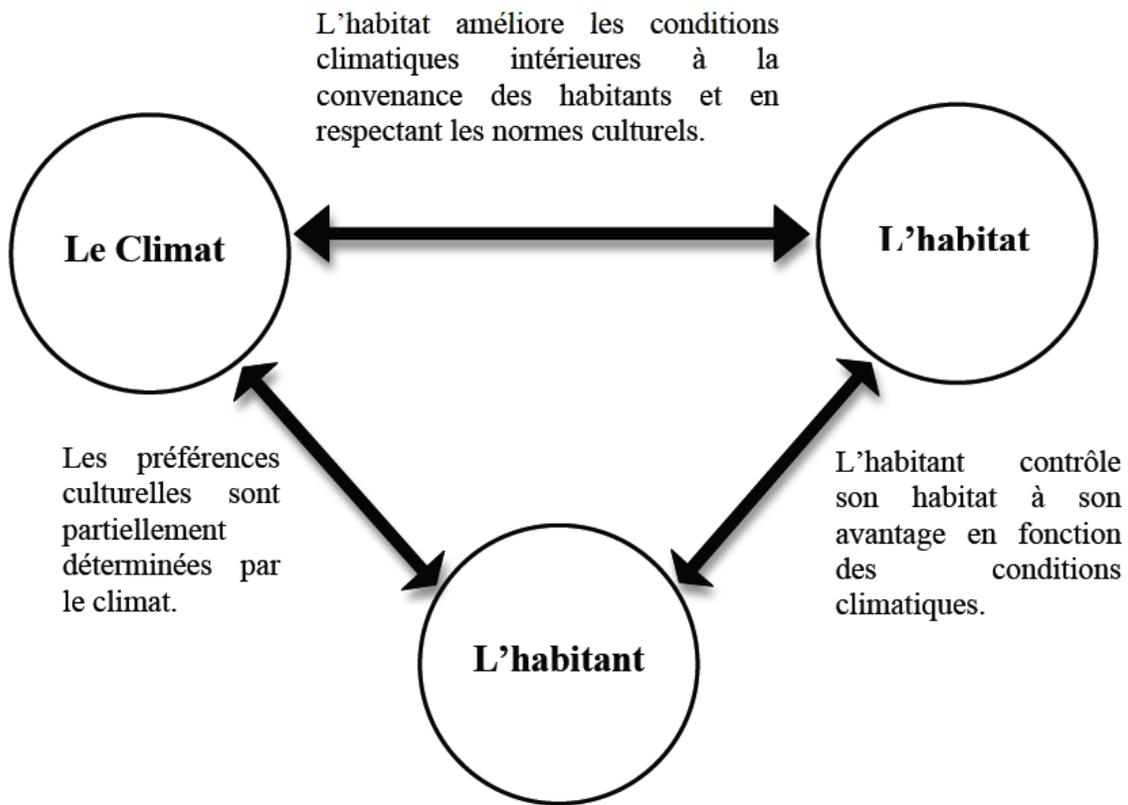


Figure 1. 4 Pivots de l'architecture bioclimatique

(Hussein, 2012) [14]

L'architecture bioclimatique s'appuie sur :

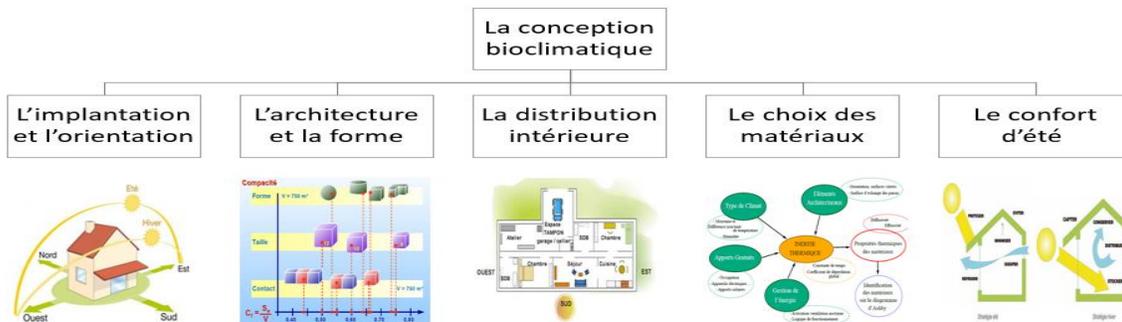


Figure 1. 5 les principes de l'architecture bioclimatique

## **2.5 L'efficacité énergétique dans le bâtiment :**

### **2.5.1 Définition :**

L'efficacité énergétique désigne le rapport entre l'énergie utile produite par un système et l'énergie totale consommée pour le faire fonctionner, cette notion est souvent interprétée pour désigner les technologies et pratiques permettant de diminuer la consommation d'énergie tout en maintenant un niveau de performance finale équivalent « faire mieux avec moins ».

L'efficacité énergétique d'un bâtiment est sa propension à gérer sa propre énergie, à optimiser les flux, à en produire pour la renouveler, à la mesurer, la répartir, l'optimiser. (Bouteraa, 2017) [15]

Pour cela, on peut diviser les solutions clés pour aller vers une amélioration de l'efficacité énergétique dans le bâtiment en deux (02) parties : (Lydia, 2020) [16]

Les solutions passives et les solutions actives. Ce qui suit va éclairer ce concept et apporter plus de détails sur la nuance qui réside entre les deux différentes solutions pour une amélioration de l'efficacité énergétique dans le bâtiment.

### **La consommation énergétique en Algérie :**

La forte demande de consommation énergétique en Algérie est due principalement à l'augmentation du niveau de vie de la population et du confort qui en découle, ainsi qu'à la croissance des activités industrielles. Le bâtiment est un secteur énergivore par excellence. Selon l'APRUE (l'Agence de la promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie), sa consommation représente plus de 40% (**figure 12**) de la consommation finale d'énergie. (APRUE, 2017) [17]



Figure 1. 6 Consommation finale par secteur d'activité en 2017

## 2.6 Le confort thermique :

Le confort thermique est la sensation de satisfaction exprimée par l'individu à l'égard de l'ambiance thermique de milieu environnant. (Z MEKIDECHE, 2021) [18].

### 2.6.1 La performance énergétique :

C'est la quantité d'énergie consommée ou estimée comme une utilisation normale du bâtiment. Elle inclut l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude pour les sanitaires, le refroidissement, la ventilation, l'éclairage. La performance énergétique est liée à l'efficacité énergétique des équipements aussi à ses usagers et leurs usages quotidiens. À l'échelle des anciens logements, on parle de bâtiments énergivores leurs performances énergétiques s'assurent qu'après la rénovation énergétique. À l'échelle des logements neufs, on l'assure par l'intégration des énergies renouvelables sachant que le bâtiment a été placé au cœur de la lutte contre le changement climatique par le Grenelle de l'Environnement ou la performance énergétique est le pilier principal. L'amélioration de la performance énergétique d'un bâtiment base sur la réglementation thermique.

Cette dernière pousse la construction en deux sens : bâtiment à basse consommation d'énergie (BBC) et le bâtiment à énergie positive (BEPOS) dont les besoins de chauffage et d'éclairage sont faibles. Aussi il produit plus d'énergie qu'il consomme. (Benharra, 2016) [19]

### 2.7 Définition d'une enveloppe d'un bâtiment :

L'enveloppe d'un bâtiment est définie par les dictionnaires comme étant la pièce qui protège une autre pièce de l'extérieur. Elle porte plusieurs définitions selon son domaine d'application (Herant P., 2004). Elle est l'interface d'un bâtiment, la zone de la liaison, l'espace de transition

entre les différents milieux. Il est difficile de la définir car chaque domaine la donne sa propre définition. (SE Meziane, 2021) [20]

- **Comment réduire la consommation énergétique dans un bâtiment par son enveloppe ?**

La réduction de la consommation énergétique dans une construction résulte du recours aux certaines précautions. Ces stratégies conceptuelles sont primordiales lors de la conception d'un bâtiment. Elles basent sur le bon choix de la forme et la volumétrie d'une construction, à l'aide des deux rapports : Rapport : surface/volume (RSV), Rapport surface de l'enveloppe/la surface de plancher (RSSP). Ainsi, de traiter les ponts thermiques résultants de la géométrie, des matériaux constructifs... etc. (Houda, 2016) [21]

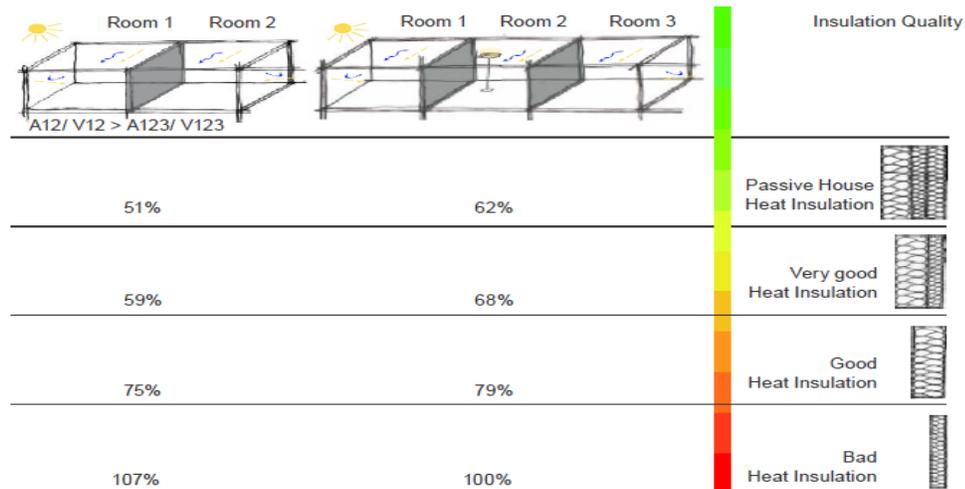


Figure 1. 7 L'influence du rapport de la surface de l'enveloppe (A) sur le volume d'une chambre (V) sur L'énergie primaire dans une chambre selon des différentes qualités de l'isolation.

Source : (Michael Bauer, 2007.p73).

### **3 L'état de l'Art :**

#### **3.1 Articles consultés :**

##### **3.1.1 Article n °1 : En 2008 Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar Par : A. Mokhtari, K. Brahim et R. Benziada**

Cet article traite de la relation entre conception architecturale et confort climatique des usagers sans recours total ou partiel au conditionnement mécanique des locaux.

Ils ont étudié l'influence du type de matériau (parpaing ou brique) dans les conditions d'été (Juillet) et d'hiver (Janvier), ainsi que l'influence de l'orientation du vitrage sur l'évolution de la température intérieure du local considéré, à l'aide du logiciel TRNSYS comme un outil de simulation.

Les résultats de la simulation suggèrent que l'utilisation de matériau de bonne isolation thermique comme la brique rouge, l'usage d'isolants et l'augmentation du débit de ventilation pour mieux refroidir la structure en été. Le choix de l'orientation d'un bâtiment à un faible impact énergétique, une protection architecturale fixe est très efficace au Sud et ne nécessite que peu d'entretien. Il faut privilégier les ouvertures au Nord pour favoriser l'éclairage et la ventilation naturels. [22]

##### **3.1.2 Article n °2 : En 2012 Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique, 'HPE' : Application au site de Béchar : Par : S. Sami-Mécheri, D. Semmar et A. Hamid**

Le but de cet article est de donner un exemple de simulation des logements Haute Performance Energétique (HPE) de la ville de Béchar traitée dans le cadre du projet Eco-Bat.

Dans cette étude ils ont utilisé le logiciel '**Pléiades + Comfie**', il permet de créer dans une même simulation, des scénarios pour l'hiver et pour l'été.

Résultats obtenus démontre que l'enveloppe du logement et la ventilation naturelle peuvent assurer le confort thermique de l'habitant et que la température à l'intérieur des zones est trop élevée. Ce qui impose un inconfort à l'occupant. Donc, la ventilation naturelle et l'enveloppe du logement peuvent diminuer de la température extérieure, mais elle n'atteint pas la température. [23]

**3.1.3 Article n °3 : En 2012 Evaluation des performances énergétiques de l'habitat traditionnelle dans la région de SOUF Par FEZZAI Soufiane, AHRIZ Atef, ALKAMA Djamel**

Le but de cette étude est d'évaluer le comportement énergétique de l'habitat traditionnel dans la région du Souf. L'étude menée concerne des échantillons d'habitation dans les quartiers traditionnels dans la ville Oued-Souf, la typologie urbaine est compacte, à l'aide du logiciel **CODYBA** pour simuler et analyser en régime dynamique les performances énergétiques de l'habitat traditionnel.

Les résultats obtenus ont montré que le comportement énergétique de ces bâtiments est mieux adapté aux climats chauds et arides et permet la diminution de la consommation de l'énergie et l'émission des Gaz à effet de serre grâce aux solutions employées.

Les indices de confort dans ces bâtiments convergent plus vers la zone de confort au moment où la température ressentie est plus élevée.

Cette étude renforce l'hypothèse que les solutions traditionnelles forment un bon support pour l'étude de développement d'un modèle d'habitat moderne mieux adapté aux conditions climatiques dures dans ces régions. [24]

**3.1.4 Article n °4 : En 2013 La conception des logements à haute performance énergétique (HPE) en Algérie - Proposition d'un outil d'aide à la conception dans les zones arides et semi-arides Par : S. Semahi et B. Djebri**

L'objectif principal de ce travail est le développement d'un outil, afin d'aider les architectes à concevoir des bâtiments performants en terme énergétique et confortable sur le plan thermique. L'objectif de cet outil est d'assister l'architecte durant les processus de la conception architecturale.

Dans cette étude ils ont élaboré une analyse bioclimatique de la région choisie (Béchar) par une comparaison en premier, les conditions extérieures de la zone d'étude et les conditions de confort thermique intérieurs adéquates pour les occupants.

Les diagrammes bioclimatiques (Szokolay et Evans) et les tables de Mahoney indiquent qu'en été, un plan compact, une inertie thermique, un effet de masse, une ventilation nocturne et un refroidissement par évaporation, ainsi qu'une intégration des espaces extérieurs (terrasses) sont nécessaires pour atteindre le confort thermique intérieur. D'ailleurs, pendant l'hiver, le

chauffage solaire passif est recommandé avec l'effet de masse thermique pour reconstituer le confort thermique. [25]

#### **4 Conclusion :**

En Algérie, un grand nombre de logements ne semblent pas répondre aux exigences du confort thermique et d'économie d'énergie. Cela s'explique par l'absence d'une réglementation spécifique d'une part, par le manque de savoir-faire et une méconnaissance du sujet par les maîtres d'ouvrage. L'amélioration des techniques au niveau des matériaux de construction et d'isolation permet aujourd'hui de réaliser des bâtiments qui rassemblent à la fois les qualités esthétiques et thermiques, tout en offrant un cadre de vie plus confortable en étant consommateur de très peu d'énergie.

Donc, notre étude sera basée sur un bâtiment standard calibre, afin de l'adapter pour des différentes zones climatiques, étudier les besoins de chauffage et climatisation pour chaque zone, et essayer de les minimiser tout en assurant le confort des occupants.

## **1 Introduction**

La caractérisation météorologique des sites visées permettre-nous à faire une étude énergétique et thermique, dans ce chapitre on va présenter les effets de la normalisation des constructions au zones arides.

## **2 Classification des zones Climatiques en Algérie :**

L'Algérie occupe une vaste étendue territoriale, sa superficie dépasse les deux millions de Km<sup>2</sup>. Plus de 4/5 de sa superficie est désertique. D'où une large variété géographique et climatique allant du littoral au désert. La classification climatique en Algérie permet de distinguer quatre Zone [26] :

**Zone D1** : comprend le Sahara, et le Sahara centrale.

**Zone D2** : Comprend principalement la Wilaya d'Adrar.

**Zone D3** : Comprend principalement le Tassili et le Hoggar.



Figure 2. 1 Localisation des villes visées

No°	Site	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>
1	Timimoun	10.6	38.5
2	El Oued	9.7 °C	35.6 °C
3	Ain Salah	13.2 °C	39.5 °C

Tableau 1 Données climatiques moyennes du site [27]

Tableau 2 Données géographiques des sites [28]

No°	Site	Coordonnées	Altitude(M)	Zone Climatique
1	Timimoun	29.3°N/0.3°E	312	D2
2	El Oued	33.5°N/6.8°E	62	D1
3	Ain Salah	27.2°N/2.5°E	284	D2

### 3 Présentation du modèle de construction étudié :

Le modèle utilisé est un logement Algérien standard représentatif du modèle de construction moderne composé d'un séjour, 2 chambres, cuisine, un hall, une salle de bain et un WC.

Figure 2. 2 Le plan du logement étudié



Figure 2. 3 Vue réelle sur le logement



étude [29]

**4 Caractéristiques des différents espaces :**

Tableau 3 Propriétés des pièces

Espace	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Orientation
Chambre 1	12,85	39,31	Nord
Chambre 2	12,70	38,86	Sud
Salon	20,77	63,56	Nord
Cuisine	10,65	32,58	Sud
Salle de bain	4,02	12,29	Sud
Wc	1,07	3,27	Sud
Hall	9,83	30,07	Sud
Totale	71,89	219,94	

**5 Type d'ouvertures :**

-Fenêtre en bois simple vitrage

-Porte fenêtre en bois.

-Porte en bois

Tableau 4 Liste des matériaux utilisés sur les logements étudiés [30]

## Chapitre 2 : Présentation de cas d'étude

N°	Désignation	Exterieur à l'interieur	Composition	Epaisseur (m)	Conductivité thermique (W/ m-K)	Densité (kg/ m3)	Chaleur spécifique (kJ/kg K)
1	Mur extérieur	Element 1	Mortier	0.02	1.15	1900	1.08
		Element 2	Brique creuse	0.15	0.48	900	0.93
		Element 3	Lame d'air	0.05	0.024	1.22	1
		Element 4	Brique creuse	0.1	0.48	900	0.93
		Element 5	Plâtre	0.02	0.35	800	0.93
2	Mur intérieur	Element 1	Plâtre	0.02	0.35	800	0.93
		Element 2	Brique creuse	0.1	0.48	900	0.93
		Element 3	Plâtre	0.015	0.35	800	0.93
4	Plancher haut	Element 1	Carrelage	0.02	1.7	2200	0.93
		Element 2	Mortier	0.04	1.15	1900	1.08
		Element 3	Béton caverneux(lourd)	0.05	0.04	20	1.4
		Element 4	Plâtre	0.02	0.35	800	0.93
5	Plancher bas	Element 1	Plâtre	0.02	0.35	800	0.93
		Element 2	Béton caverneux(lourd)	0.05	0.04	20	1.4
		Element 3	Mortier	0.03	1.15	1900	1.08
		Element 4	Carrelage	0.02	1.7	2200	0.93

6 Méthodologie de travail :

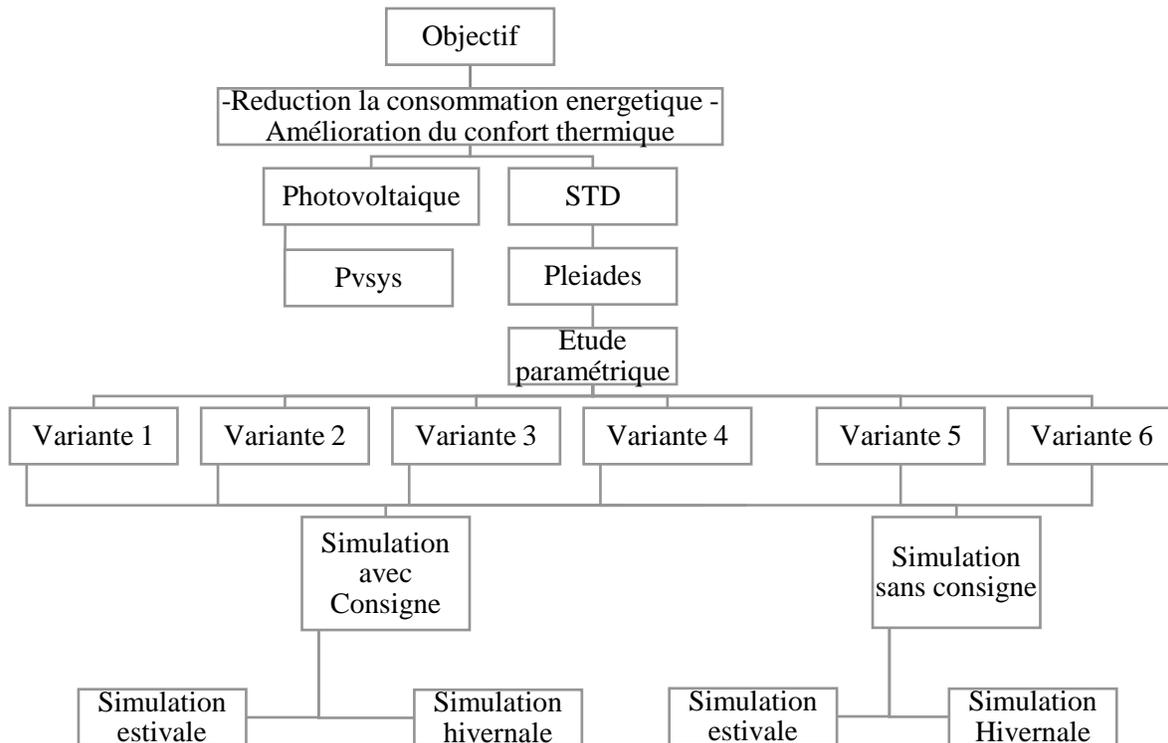


Figure 2. 4 Méthodologie de travail

7 Les étapes de simulation :

**Variante 01 :** Cas initial.

**Variante 02 :** remplacement des ouvertures a simple vitrage par celles à double vitrage.

Nom	Fen bat PVC DV 4.12.4																																														
Complément	-- Ucadre = 1.8 Pourcentage de clair = 62 % Uvitrage vertical = 2.8 W/(m².K) Uvitrage horizontal = 2.9 W/(m².K)																																														
Origine	Ouvrage "Conception Thermique de l'Habitat" + règles TH-BV																																														
<input checked="" type="checkbox"/> Global <input type="checkbox"/> Géométrie <input type="checkbox"/> Données RT/RE																																															
<input checked="" type="radio"/> Valeurs connues <input type="radio"/> Valeurs calculées <input type="checkbox"/> Sans correction d'intégration dans le projet																																															
Hauteur	<input type="text" value="1.4"/>	m	Largeur	<input type="text" value="1.2"/>	m	Nb de vitrages	<input type="text" value="2"/>																																								
<b>Sans protection</b>																																															
Uw vertical	<input type="text" value="2.42"/>	W/(m².K)	Uw horizontal	<input type="text" value="2.42"/>	W/(m².K)	Tl global	<input type="text" value="0"/>																																								
Facteur solaire (Sw)	<input type="text" value="0.502"/>	<input type="checkbox"/> Vitrage spécial																																													
<table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Sw-C</td> <td>Sw1-C</td> <td>Sw2-C</td> <td>Sw3-C</td> <td>Sw-E</td> <td>Sw1-E</td> <td>Sw2-E</td> <td>Sw3-E</td> </tr> <tr> <td>Hiver</td> <td><input type="text" value="0.402"/></td> <td><input type="text" value="0"/></td> <td><input type="text" value="0.402"/></td> <td><input type="text" value="0"/></td> <td>Été</td> <td><input type="text" value="0.502"/></td> <td><input type="text" value="0"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input type="text" value="0.502"/></td> <td><input type="text" value="0"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Tl diffus <input type="text" value="0"/></td> </tr> </table>								<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sw-C	Sw1-C	Sw2-C	Sw3-C	Sw-E	Sw1-E	Sw2-E	Sw3-E	Hiver	<input type="text" value="0.402"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0.402"/>	<input type="text" value="0"/>	Été	<input type="text" value="0.502"/>	<input type="text" value="0"/>							<input type="text" value="0.502"/>	<input type="text" value="0"/>								Tl diffus <input type="text" value="0"/>						
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																								
Sw-C	Sw1-C	Sw2-C	Sw3-C	Sw-E	Sw1-E	Sw2-E	Sw3-E																																								
Hiver	<input type="text" value="0.402"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0.402"/>	<input type="text" value="0"/>	Été	<input type="text" value="0.502"/>	<input type="text" value="0"/>																																								
						<input type="text" value="0.502"/>	<input type="text" value="0"/>																																								
							Tl diffus <input type="text" value="0"/>																																								



Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	λ	R	Extérieur
Plâtre courant	↓	2.000	20	0.35	0.06	↓ Intérieur
Béton caverneux (lourd)	↓	20.000	380	1.35	0.15	
mortier de terre + 5% de fibre de palmier dattier	↓	3.000	44	0.39	0.08	
Carrelage	↓	2.000	46	1.7	0.01	
Total		27	490		0.3	

Figure 2. 8 La composition de planchers bas après le renforcement

**Variante 06 :** dans cette variante nous avons intégré un patio, changé l'orientation du plan et intégré les masques proches.

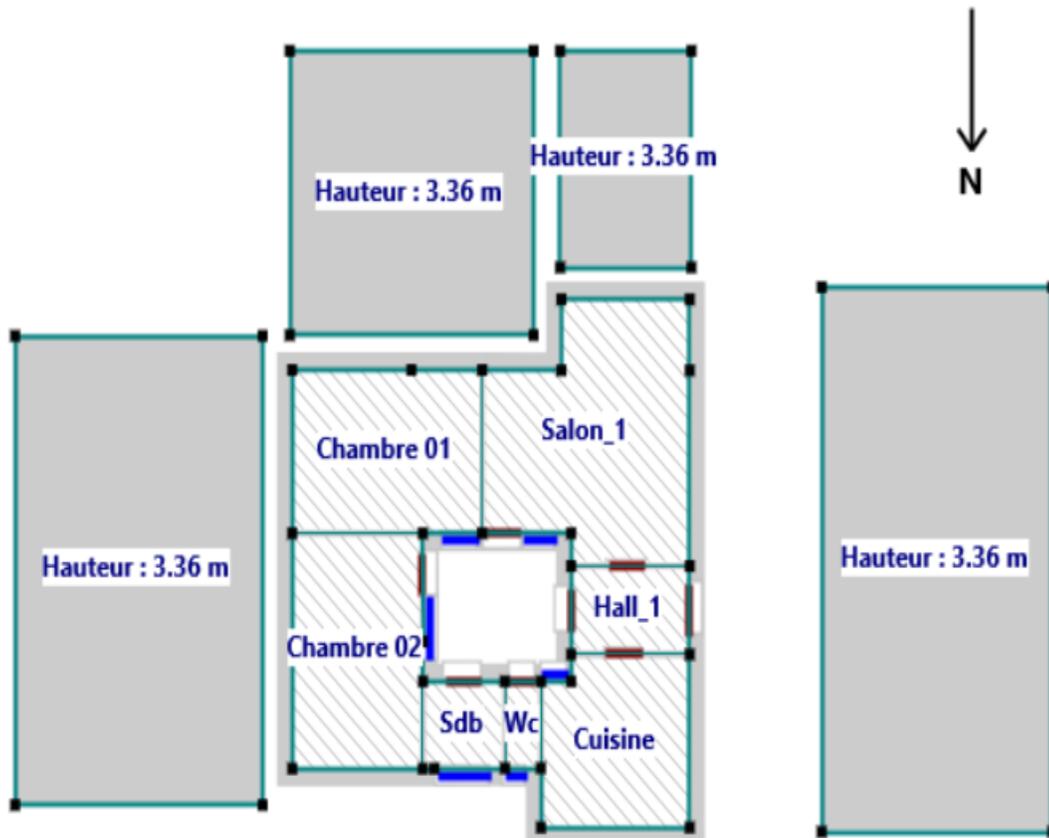


Figure 2. 9 La nouvelle conception du plan.

Les simulations ont été faites dans plusieurs sites afin de vérifier l'adaptation climatique du logement standard amélioré.

## **8 Les matériaux locaux proposés à l'intégration :**

### **8.1 Bois de pétiole du Palmier dattier (bois et fibres) :**

Le palmier dattier résiste bien à la chaleur, à la sécheresse et au froid. Il se trouve généralement sur la bande aride afro-asiatique qui s'étend de l'Afrique du Nord au Moyen-Orient, plus précisément dans les oasis du Sahara.

Le bois de palmier dattier possède une conductivité thermique proche de celle du sisal, mais cette valeur est supérieure à celle d'autres isolants (comme le liège). D'autre part, elle est inférieure à la conductivité thermique de chanvre et de banane.

Il résulte des différents travaux entrepris en Algérie pour la valorisation du bois de palmier dattier que les propriétés thermiques des différentes variétés de bois de palmier dattier présentent de faibles valeurs de conductivité thermique. Efficace pour l'isolation thermique.

Grappe est le moins isolant, le pétiole le plus isolant, Les propriétés de la grappe de palmier dattier sont comme suit :

- Conductivité thermique  $\lambda = 0.04 \text{ W / (m.k) ;}$
- Masse volumique  $\rho = 389 \text{ kg/m}^3 ;$
- Chaleur spécifique =  $2092 \text{ J/ (kg. k).}$ [31]

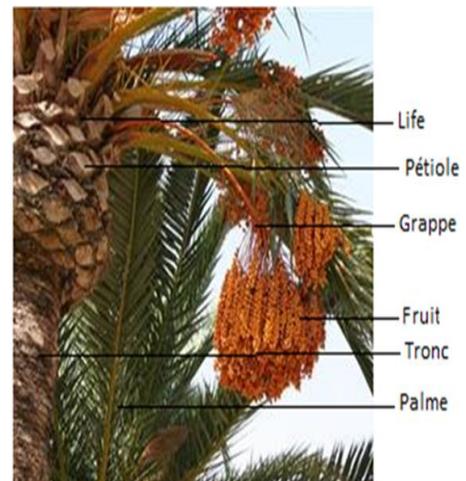


Figure 2. 10 Les composants du palmier dattier

Les propriétés du bois de pétiole du palmier dattier simulé pour notre travail sont comme suit :

- Conductivité thermique  $\lambda = 0.058 \text{ W/ (m.k) ;}$
- Masse Volumique  $\rho = 173 \text{ kg/m}^3 ;$
- Chaleur spécifique =  $1165 \text{ J/ (kg.k) .[31]}$

Plusieurs études se sont aussi intéressées à la valorisation du mortier comme ressource naturelle et locale. Avec un ajout de 5% de fibres de palmier dattier au mortier de terre nous obtenons un composite qu'on peut utiliser comme renforcement à l'isolation dans le bâtiment

Les caractéristiques thermiques de ce matériau Mortier de terre +5%de fibres de palmier dattier simulé sont :

- Conductivité thermique  $\lambda = 0.39 \text{ W/ (m.k) ;}$
- Masse volumique  $\rho = 1460 \text{ kg/m}^3 ;$
- Chaleur spécifique =  $1097 \text{ J/ (kg. K).[31]}$

## **8.2 Briques de terre :**

En Algérie, l'usage de la terre est très ancien. Elle était utilisée autant dans les campagnes que dans les villes. Les maisons traditionnelles sont faites de terre associée à d'autres matériaux (végétaux ou minéraux).

Plusieurs travaux en Algérie ont été entrepris entre thèses et articles et ont traité de ce sujet. Nous nous sommes intéressés au travail effectué à l'université d'Ouargla en 2012 [150]. Pour la confection des briques de terre ils ont associé le sable des dunes et les fibres de palmiers à de la terre. Des prototypes ont été réalisés avec différents pourcentages de sable (0%, 10%,20%, 30 %et 40%) et de fibres de palmier (1%, 2%,3%). Les résultats ont montré que le mélange améliore les propriétés de la brique de terre et que plus le pourcentage est important (40% sable et 3% fibres) meilleure était les propriétés thermiques

La brique de terre (57% Argile, 40% sable et 3% fibre) est celle retenue suite à ce travail, dont es propriétés sont les suivantes :

- Conductivité thermique  $\lambda = 0.76 \text{ W/ (m.k) ;}$

- Masse volumique  $\rho = 1570 \text{ kg/m}^3$  ;
- Chaleur spécifique =  $1410 \text{ J/ (kg. K)}$ . [31]

**9 Conclusion :**

Ce chapitre contient les données climatiques et géographiques pour les régions arides sélectionnées, Timimoune, El Oued, Ain Salah. Avec les informations structurales pour évaluer le logement de notre cas d'étude, (Les différentes parois, ouvertures) et la Méthodologie de travail.

## **1 Introduction**

Dans ce chapitre on va faire la simulation dynamique de notre cas d'étude selon les différents paramètres des plusieurs zones arides, on va utiliser le logiciel Pléiades Version 5.22.6.1 avec ces outils et avec le support du logiciel Météonorme 7.3

## **2 Interfaces des logiciels :**

### **2.1 Pléiades :**

Pléiades est le logiciel d'écoconception des bâtiments développé et diffusé par IZUBA énergies. Polyvalent, Pléiades réunit tous les outils pour l'évaluation de la performance énergétique et environnementale des bâtiments : simulation thermique dynamique, vérification réglementaire, dimensionnement des équipements, analyse du cycle de vie et qualité de l'air intérieur.

Convivial, Pléiades dispose d'une interface à l'ergonomie éprouvée pour une saisie facile et rapide : modèleur graphique et fonction d'import de maquettes numériques.

Innovant, Pléiades s'enrichit régulièrement de fonctionnalités intégrant les dernières avancées de la recherche scientifique. [32]

### **2.2 PLEIADES MODELEUR :**

Pleiades Modeler est le composant de saisie graphique de Pléiades. En partant d'un plan, d'un projet Revit ou d'une maquette numérique aux formats Gb XML, IFC 2x3 ou IFC 4, décrivez un bâtiment ou un quartier, paramétrez et lancez les calculs. Il vous fait gagner un temps précieux par de nombreuses affectations automatisées (compositions, ponts thermiques). Sa visualisation 3D vous donne la possibilité de vérifier la cohérence de votre saisie et de dimensionner les protections solaires. Son module Enelight réalise des calculs d'éclairage et de facteur de lumière du jour (FLJ). [33]

### **2.3 PLEIADES BIBLIOTHÈQUE :**

Pleiades BIBLIOTHÈQUE est la base de données des éléments constitutifs du bâtiment : matériaux, menuiseries, ponts thermiques, équipements. Elle comporte aussi des éléments pour décrire son usage (scénarios) et son environnement proche. [34]

#### **2.4 Pleiades RÉSULTATS :**

La gestion et l'analyse des résultats de calcul, à l'aide de nombreux tableaux de synthèse, de graphiques, de rapports d'études entièrement personnalisables. [35]

#### **2.5 METEONORM 7.3 :**

En plus des données climatiques, Métronome Version 7.3 offre un accès mondial aux séries chronologiques actuelles d'irradiation et de température. L'archive nouvellement créée contient des valeurs horaires de 2010 à nos jours et est mise à jour régulièrement. Vous pouvez télécharger ces séries temporelles directement depuis le logiciel Métronome.

Grâce à cette nouvelle fonctionnalité, Métronome vous offre désormais un accès à toutes les informations météorologiques pertinentes pour la planification des systèmes solaires à partir d'une source unique :

- Années typiques
- Moyennes mensuelles
- Séries temporelles avec valeurs horaires
- Nouveaux paramètres : vitesse du vent, direction du vent, rel. Humidité (Source : ERA5T)
- Nouvelle couverture : l'Amérique du Sud et du Nord, l'Asie et, à partir de l'automne, l'Australie et le Japon sont désormais également basés sur les données satellitaires actuelles [36]

### **3 Étapes de simulation :**

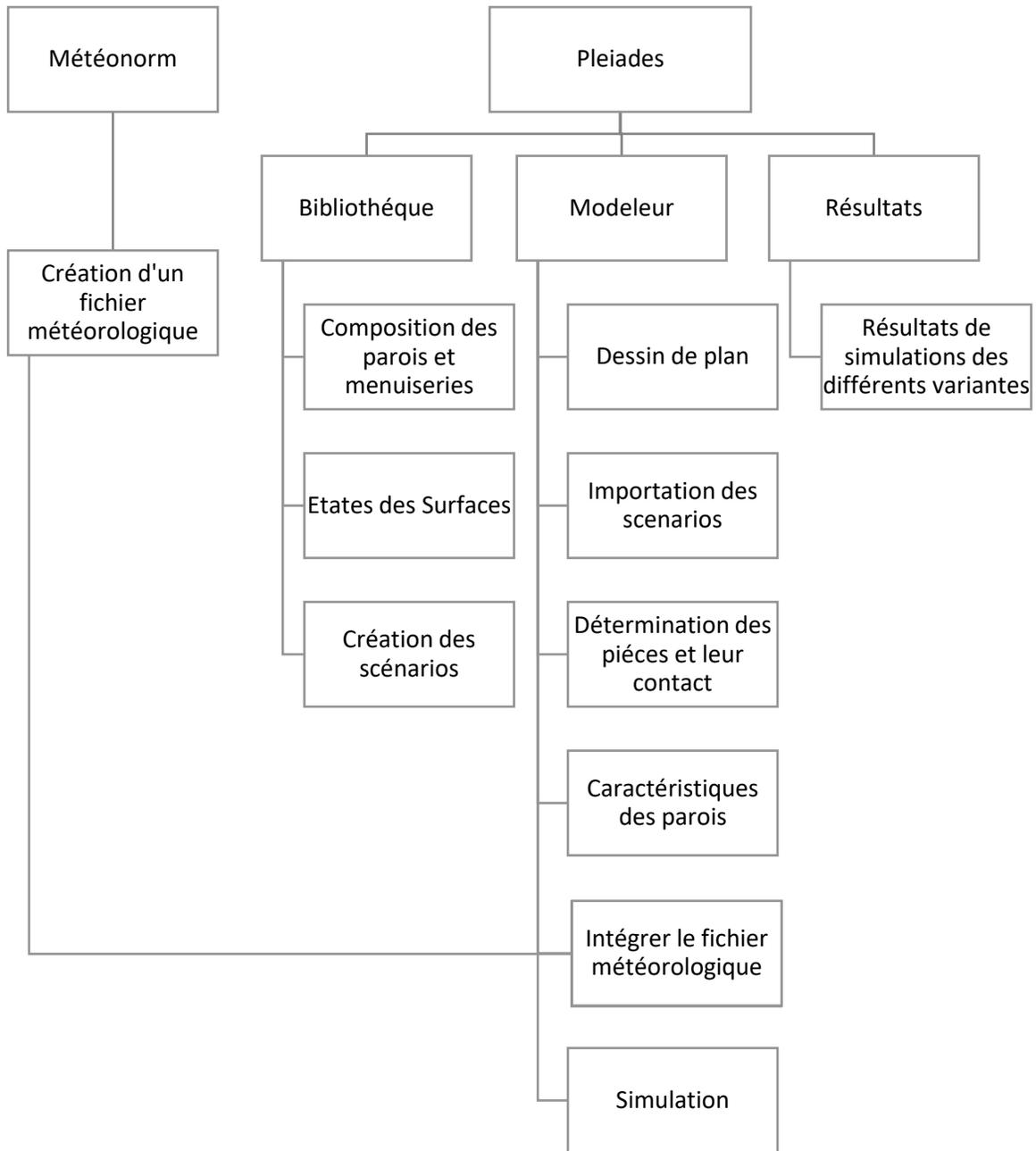


Figure 3. 1 Procédure d'injection des données sur pléiade et simulation

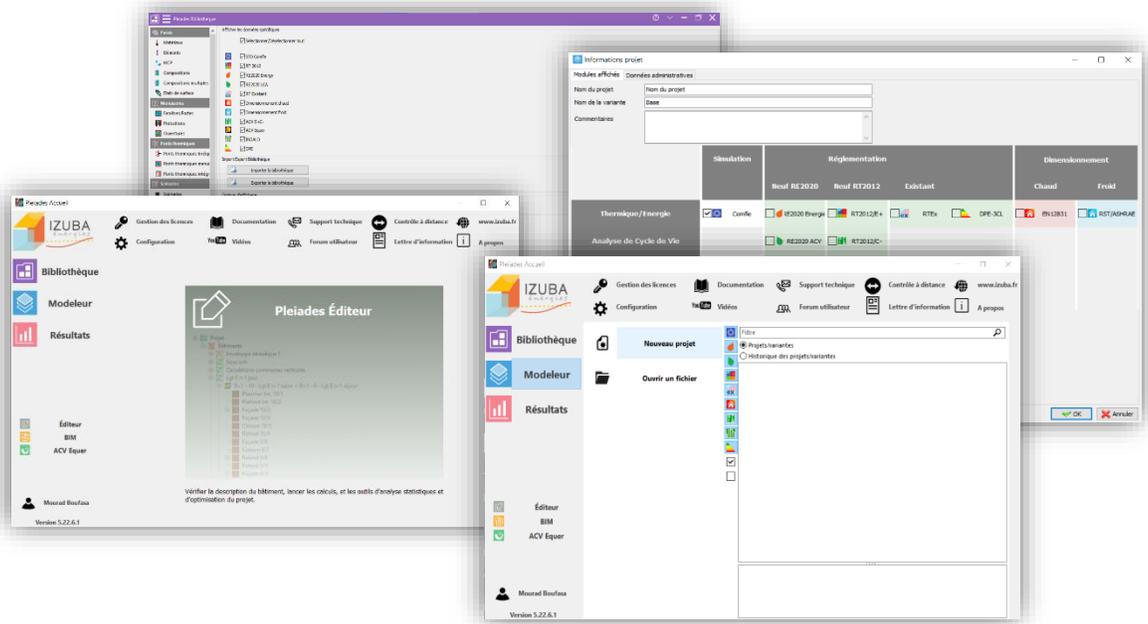


Figure 3. 2 Les différentes interfaces des outils de Pléiades v5.22.6.1

### 3.1 Création d'un fichier météorologique :

Sous Météonorme 7.3 :

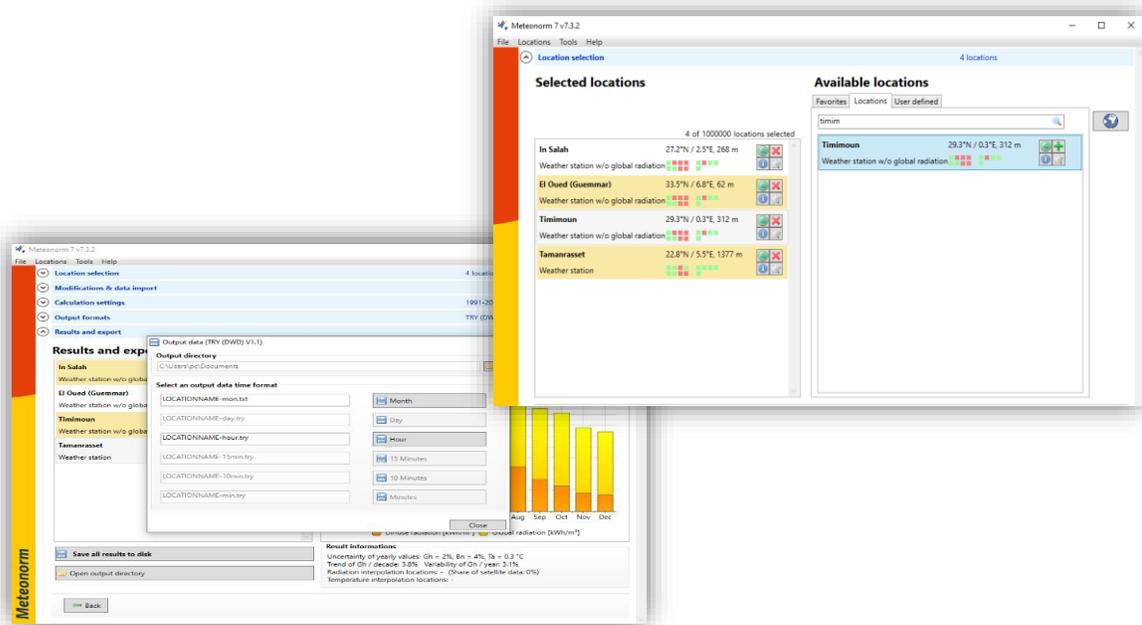


Figure 3. 3 L'exportation de fichier météorologique

### 3.2 Création d'un matériau :

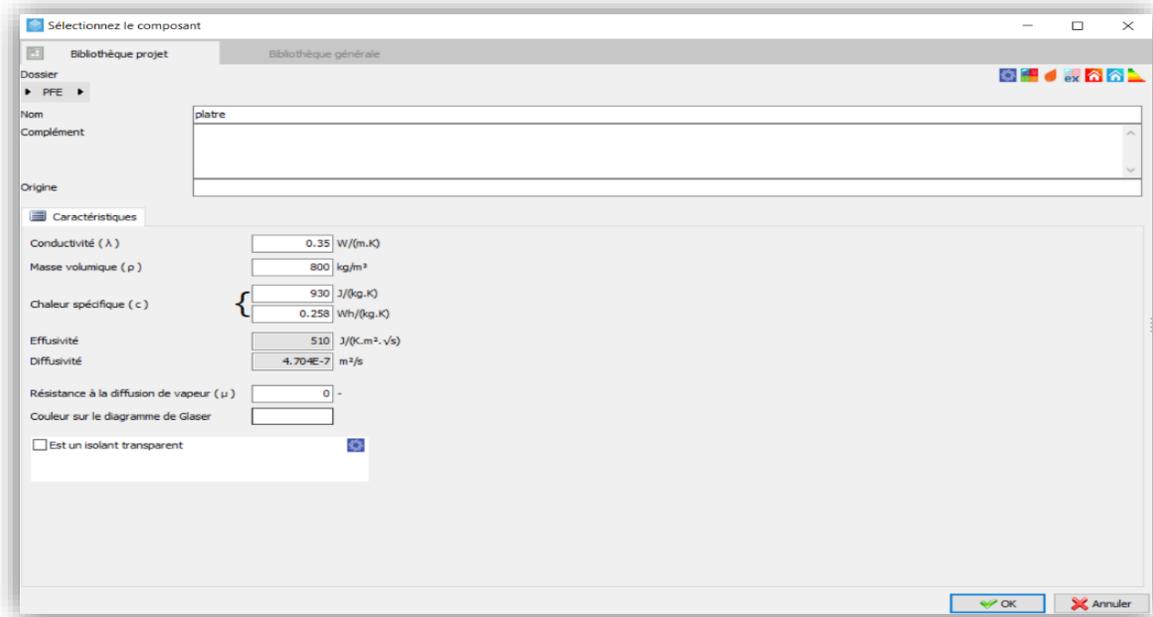


Figure 3. 4 Création d'un matériau

### 3.3 Composition des éléments constructifs :

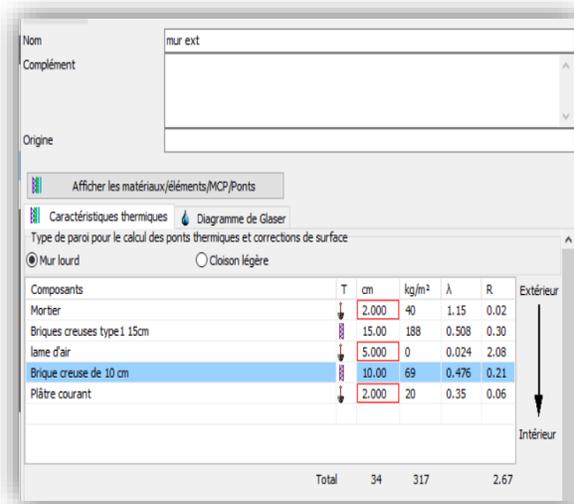


Figure 3. 5 Composition du mur extérieur

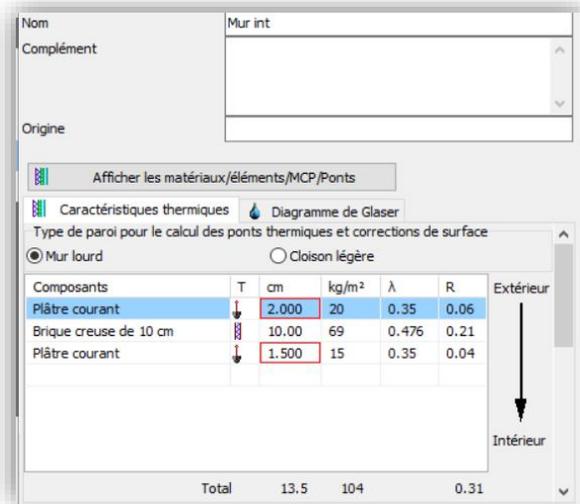


Figure 3. 6 Composition du mur intérieur

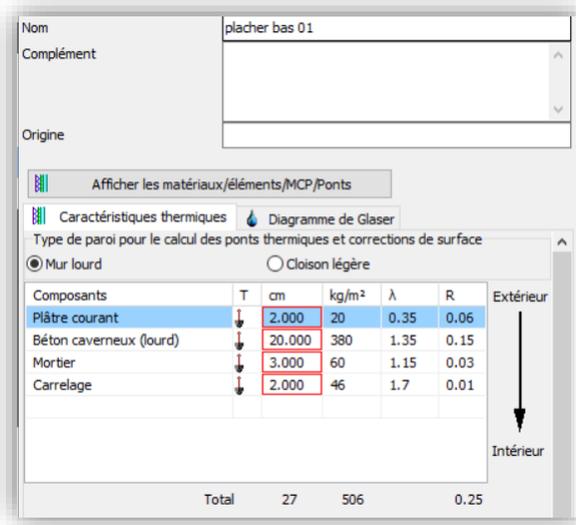


Figure 3. 7 Composition du plancher bas

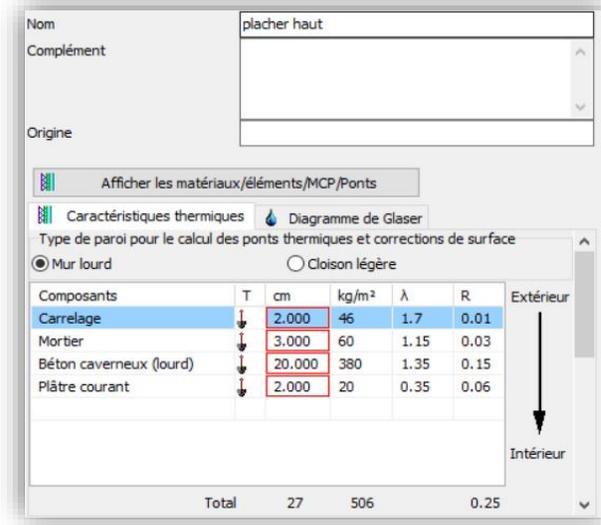


Figure 3. 8 Composition du plancher haut

### 3.4 Sous le Modeleur :

#### 3.4.1 Définition des paramètres constructifs dans le Modeleur :

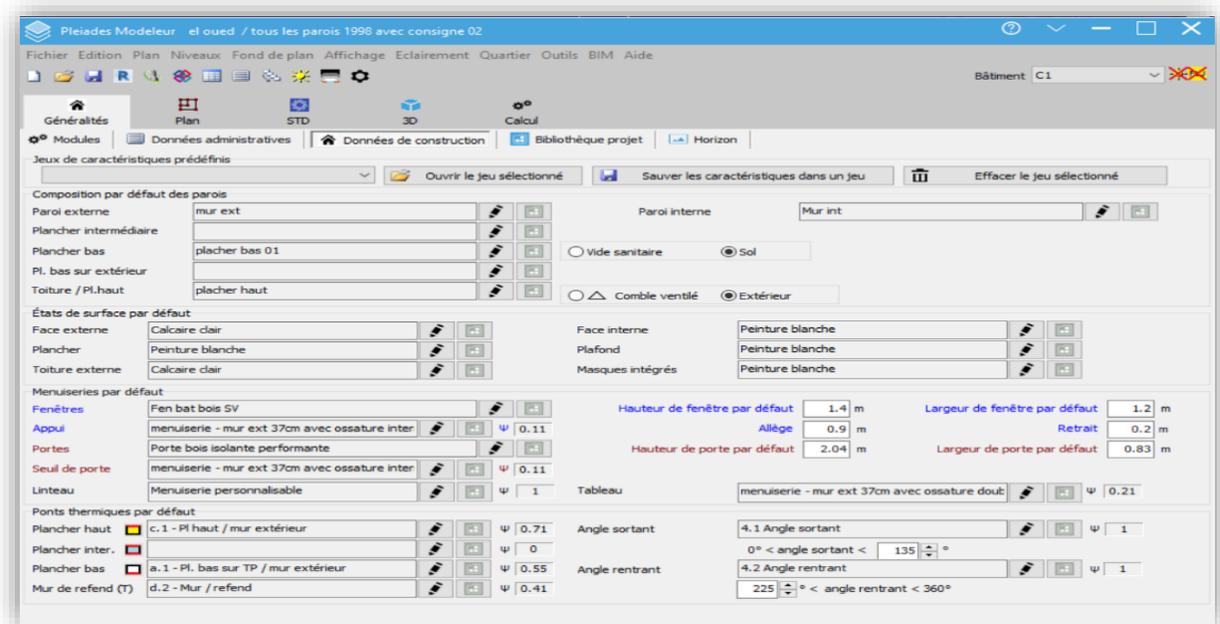


Figure 3. 9 Insertion des éléments constructifs dans le Modeleur

#### Conception du plan dans le Modeleur :

- Choix des parois
- Désignations des ouvrants

- Répartition des pièces et les zones thermiques
- L'orientation des pièces

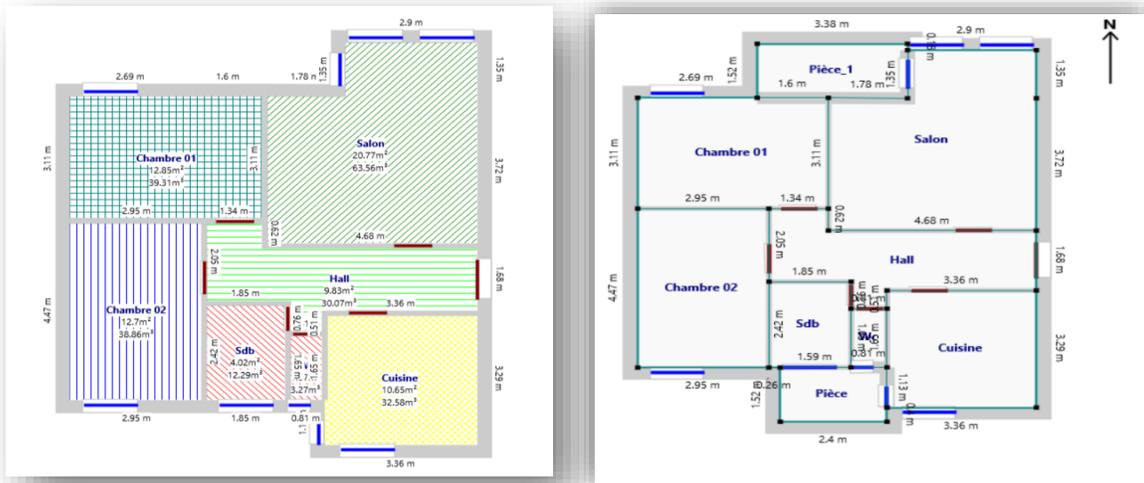


Figure 3. 10 Le plan de logement étudié avec les ouvrants et les murs en 2D

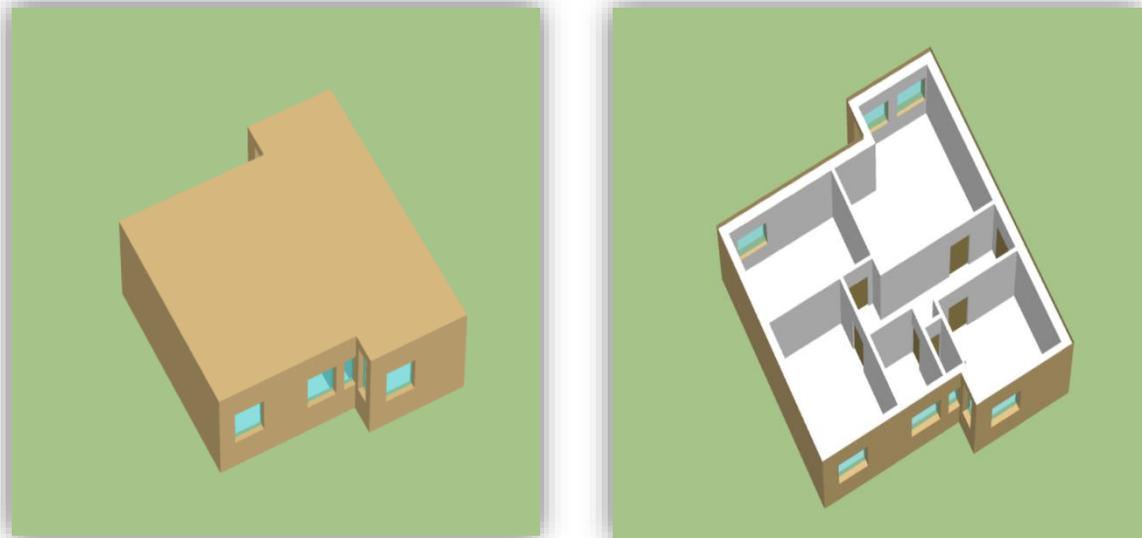


Figure 3. 11 Le plan du logement en 3D

### 3.5 Définition des scénarios dans le Modeleur Pleiades :

Un scénario est caractérisé par :

- Son nom (et un éventuel complément)
- L'origine des données
- Son type, parmi les douze indiqués ci-dessus

- Son unité (qui peut être en % dans le cas les valeurs sont exprimées relativement une valeur de base à spécifier)
- Des éventuelles données complémentaires pour certains types de scénarios (hauteur du plan de travail pour un scénario d'éclairage, la résistance thermique additionnelle et l'application à la paroi (ou pas) pour un scénario d'occultation, la température d'eau chaude pour un scénario d'ECS. [37])

### 3.5.1 Scénario d'occupation proposé pour la zone de confort :

Ils sont définis par ZONE thermique en STD

Ils permettent de définir le nombre d'occupants à une heure donnée de la semaine.

La puissance dissipée et l'humidité dégagée par chaque occupant peuvent être spécifiées dans l'interface de lancement de la simulation. Par défaut, ces valeurs sont respectivement 80 W sensible et 0.055 kg eau/h.

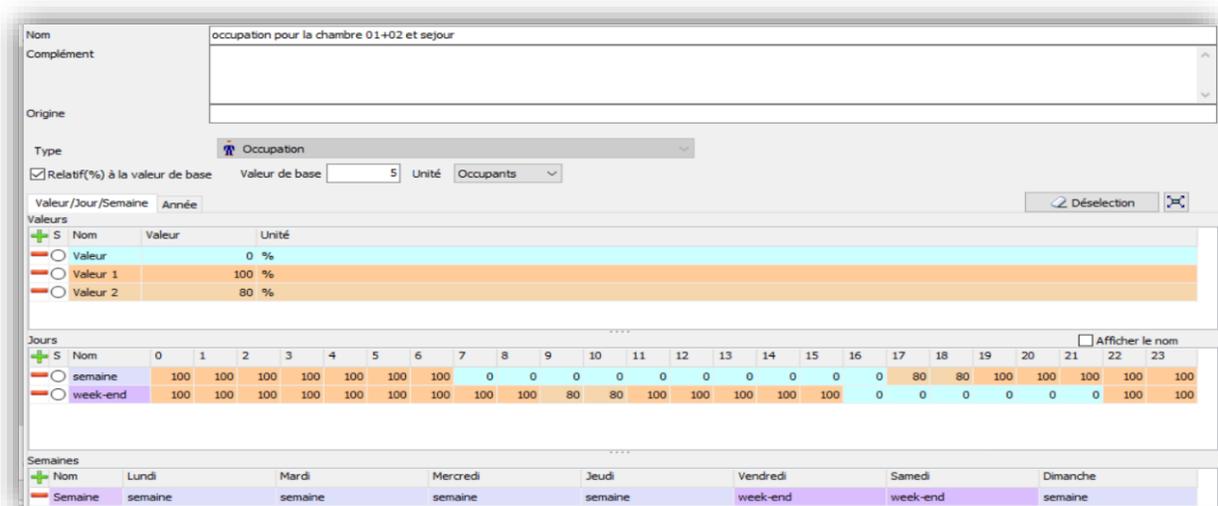


Figure 3. 12 Scénario d'occupation pour la zone de confort.

### 3.5.2 Scénario d'occupation proposé pour la cuisine :

Le logement est occupé par une seule personne de 10h à 12h et de 18h à 19h, et par les 5 personnes de 6h à 7h et de 19h à 20h durant toute la semaine.

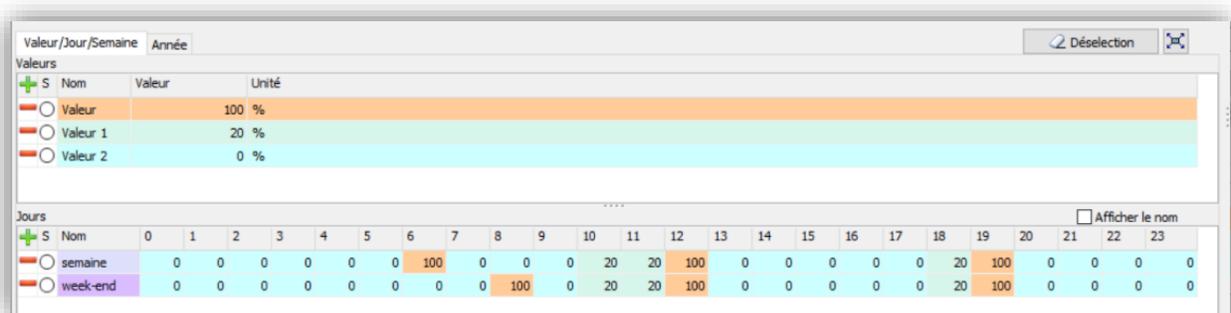


Figure 3. 13 Scénario d'occupation pour la cuisine.

### 3.5.3 Scénario d'occupation proposé pour le hall (espace de circulation) :

Le hall est occupé par une moyenne d'une seule personne de 7h à 23h

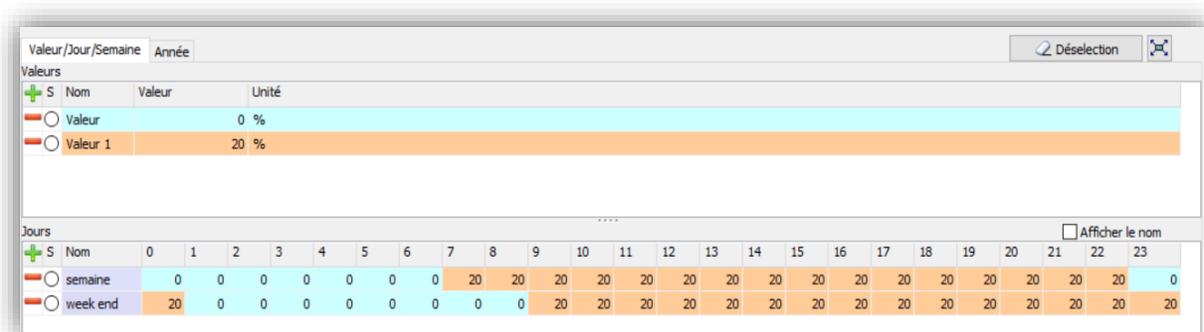


Figure 3. 14 Scénario d'occupation pour le hall.

### 3.5.4 Scénarios de puissance dissipée :

Ils sont définis par ZONE thermique en STD Le scénario de puissance est utilisé pour représenter les apports internes de chaleur liés aux équipements qui libèrent de la chaleur (éclairage, cuisson, informatique...). Comfie considère que toutes cette énergie est fournie par des appareils électriques ou à gaz. Il conviendra de ne pas comptabiliser l'énergie directement évacuée (eau chaude des lave-vaisselle, lave-linge...). Par contre, cette énergie pourra être associée à un scénario de puissance représentant les consommations hors volume chauffé.

Dans le cas où un calcul d'éclairage artificiel est réalisé, il ne faut pas intégrer cette contribution au scénario de puissance dissipée, au risque de compter deux fois le même apport thermique.

### 3.5.5 Scénario proposé pour la zone de confort :

- 6 lampes (33 watts pour chaque une) de 18h-00h
- 1 tv + 1 Démodulateur + (100+100 watts) de 13h-22h
- Pc (100 watts) de 18h- 22h

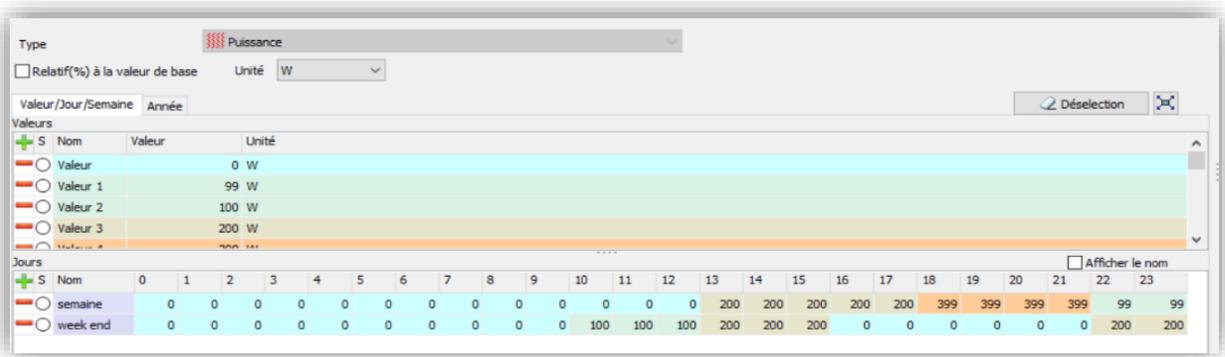


Figure 3. 15 Scénario de la puissance dissipée de la zone de confort.

### 3.5.6 Scénario proposé pour la cuisine :

- Une lampe (33 watts) de 18h-00h
- Un réfrigérateur (70 watts)
- Four à gaz (300 watts) de 10h-12h et de 18h-19h.

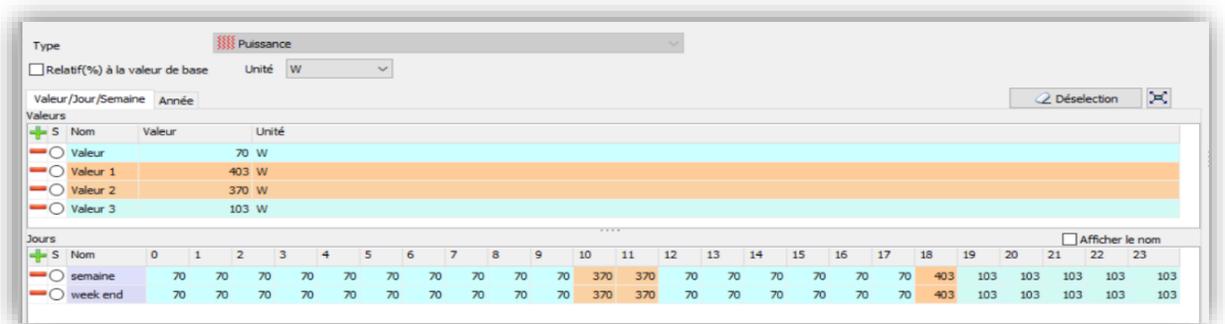


Figure 3. 16 Scénario de la puissance dissipée de la cuisine.

**3.5.7 Scénario proposé pour le hall :**

- 2 lampes (33 watts) de 18h-00h

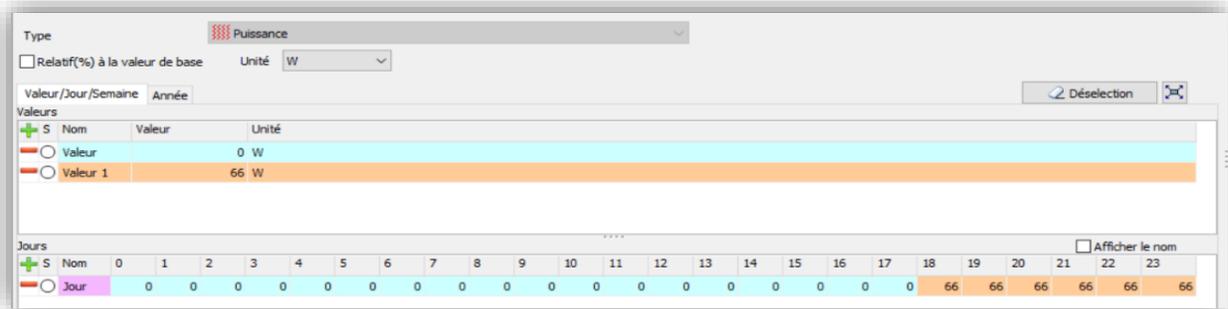
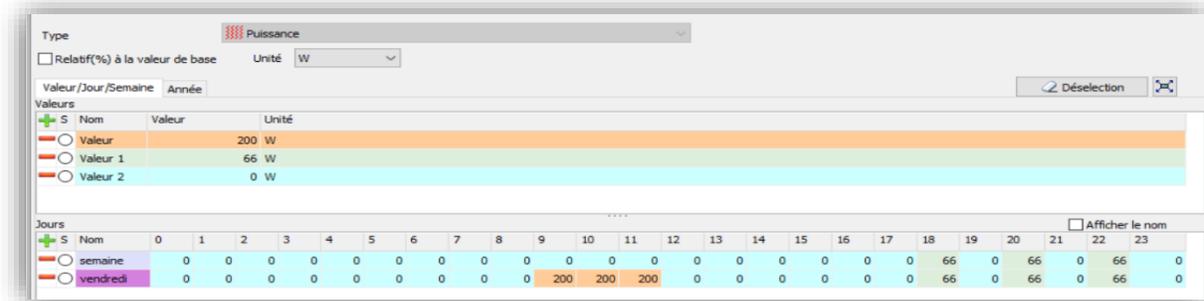


Figure 3. 17 Scénario de la puissance dissipée du hall.

**3.5.8 Scénario proposé pour les salles d'eau :**

- 2 lampes (33 watts pour chaque une) de 18h-00h, on suppose qu'une seule lampe est allumée en alternance, une heure allumée et une heure atteinte.



- Machine à lavé (200 watts) tous les vendredis de 09h-12h.

Figure 3. 18 Scénario de la puissance dissipée des salles d'eau.

**3.5.9 Scénario de ventilation :**

- Ils sont définis par ZONE thermique en ventilation simplifié ou par bouche en calcul aéraulique en STD En ventilation simplifiée, le scénario de ventilation sert à décrire une ventilation extérieure ou une ventilation intérieure. Dans le cas du calcul aéraulique, il peut être affecté aux bouches de ventilation. Il est caractérisé par un débit nominal et une modulation horaire de ce débit par un pourcentage. La modulation peut éventuellement être supérieure à 100% (cas d'une sur ventilation).

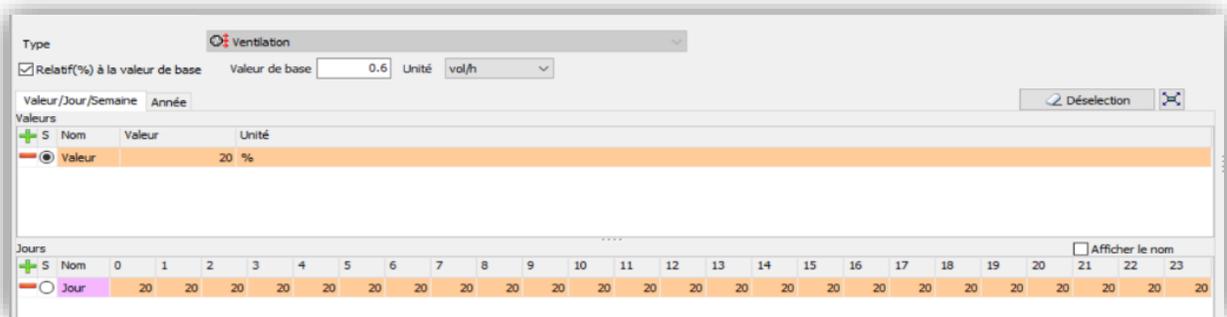


Figure 3. 19 Scénario d'infiltration pour la simulation avec consigne.

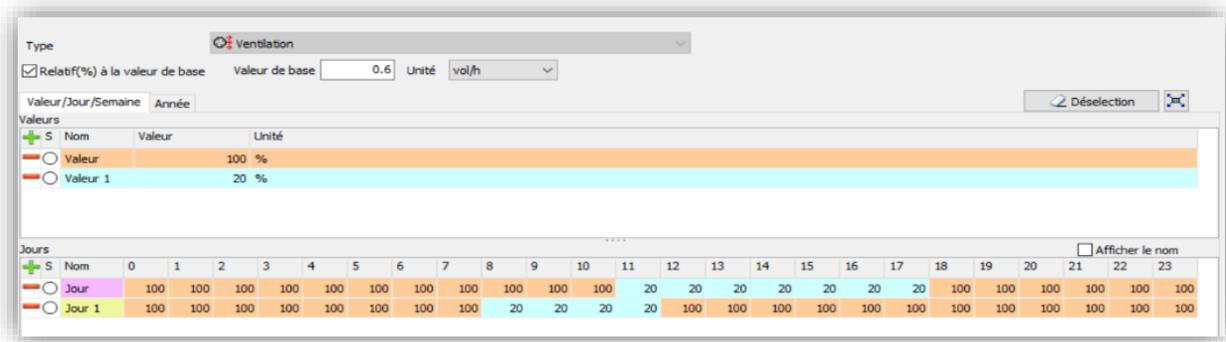


Figure 3. 20 Scénario de ventilation pour la simulation sans consigne.

### 3.5.10 Scénarios de consigne de thermostat :

Ils sont définis par ZONE thermique en STD. Le scénario de température peut servir de consigne pour le chauffage ou pour la climatisation.

En calcul aéraulique, ce type de scénario peut caractériser la température d'une source d'air.

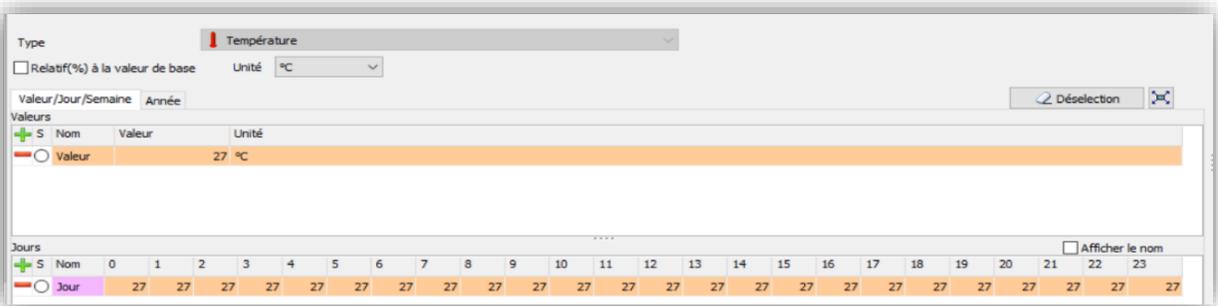


Figure 3. 21 Scénario de consigne de thermostat de climatisation.

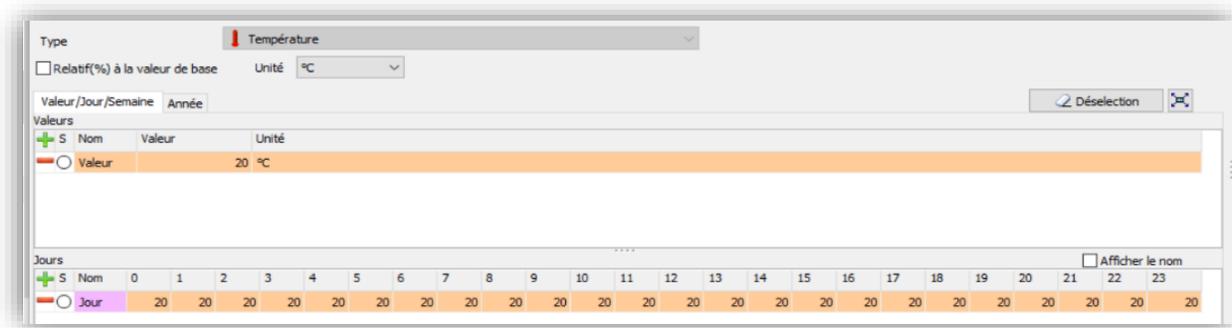


Figure 3. 22 Scénario de consigne de thermostat de chauffage

#### 4 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents logiciels utilisés pour effectuer notre simulation thermique dynamique ainsi que les différentes variantes étudiées.

## 1 Les simulations du logement dans les différents sites d'études :

### 1.1 Simulation estivale sans consigne de thermostat :

#### 1.1.1 Variante 01 : Cas initial

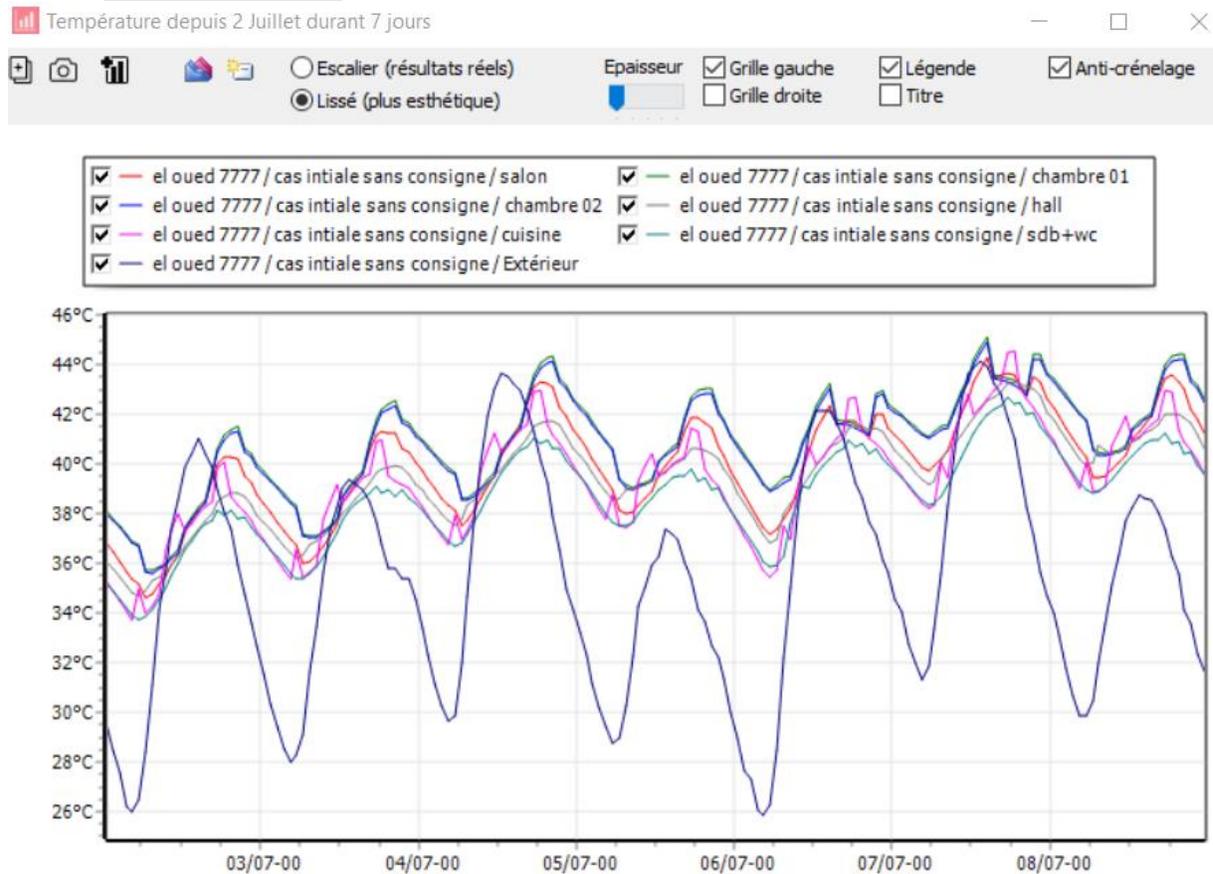


Figure 4. 1 Variante 01 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued

#### 1.1.2 Variante 02:

Nous avons changé les types de fenêtres de bois avec simple vitrage par celles en pvc avec double vitrage.

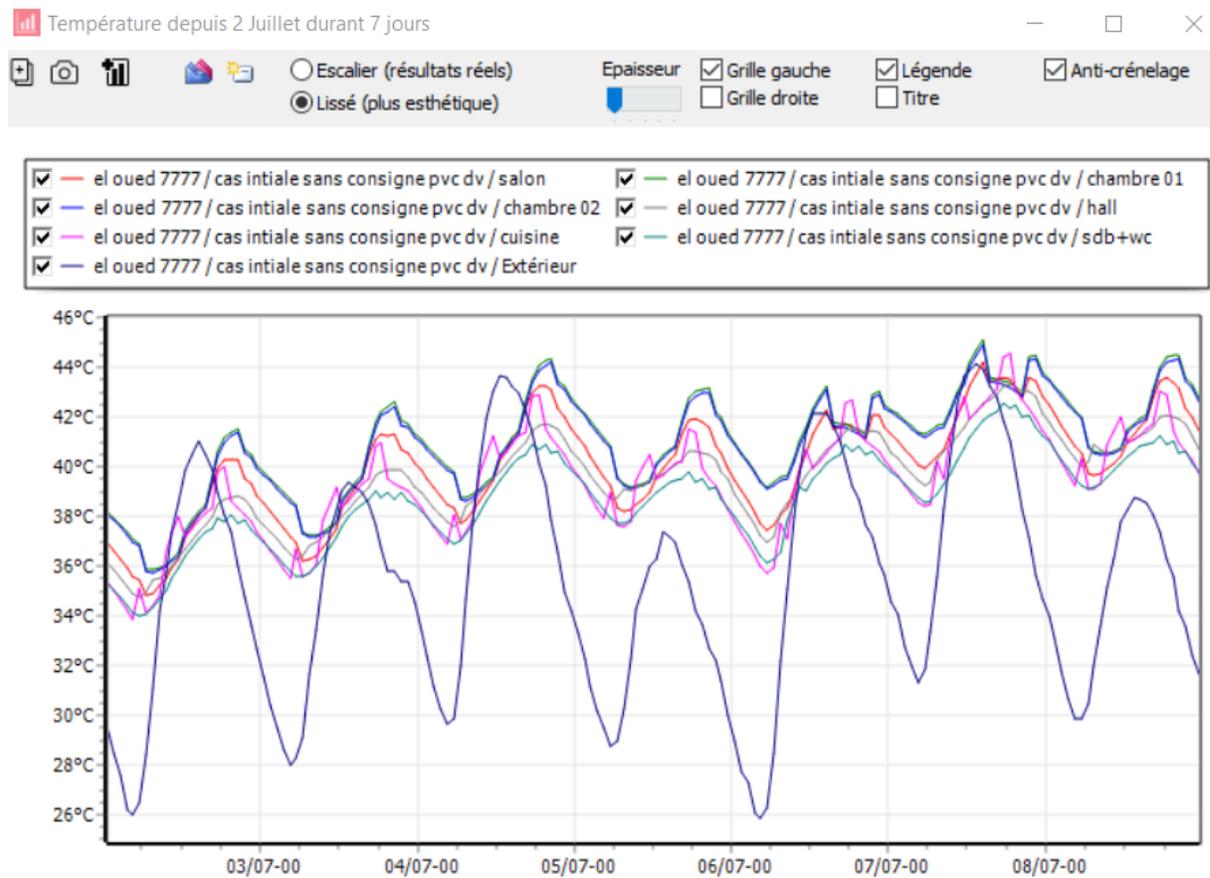


Figure 4. 2 Variante 02 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued.

### 1.1.3 Variante 03: Renforcement de l'isolation des murs extérieurs :

Nous avons changé la composition des murs extérieurs, et remplacé 15cm de brique creuse par celle en terre et la lame d'air par 15 cm de bois de pétiole.

Composants	T	cm	kg/m <sup>2</sup>	$\lambda$	R
mortier de terre + 5% de fibre de palmier dattier	↓	2.000	29	0.39	0.05
Bois de palmier dattier	↓	15.000	26	0.058	2.59
brique de terre	↓	15.000	236	0.76	0.20
Plâtre courant	↓	2.000	20	0.35	0.06
Total		34	311		2.9

Extérieur  
↓  
Intérieur

Figure 4. 3 La composition des murs extérieurs après le renforcement

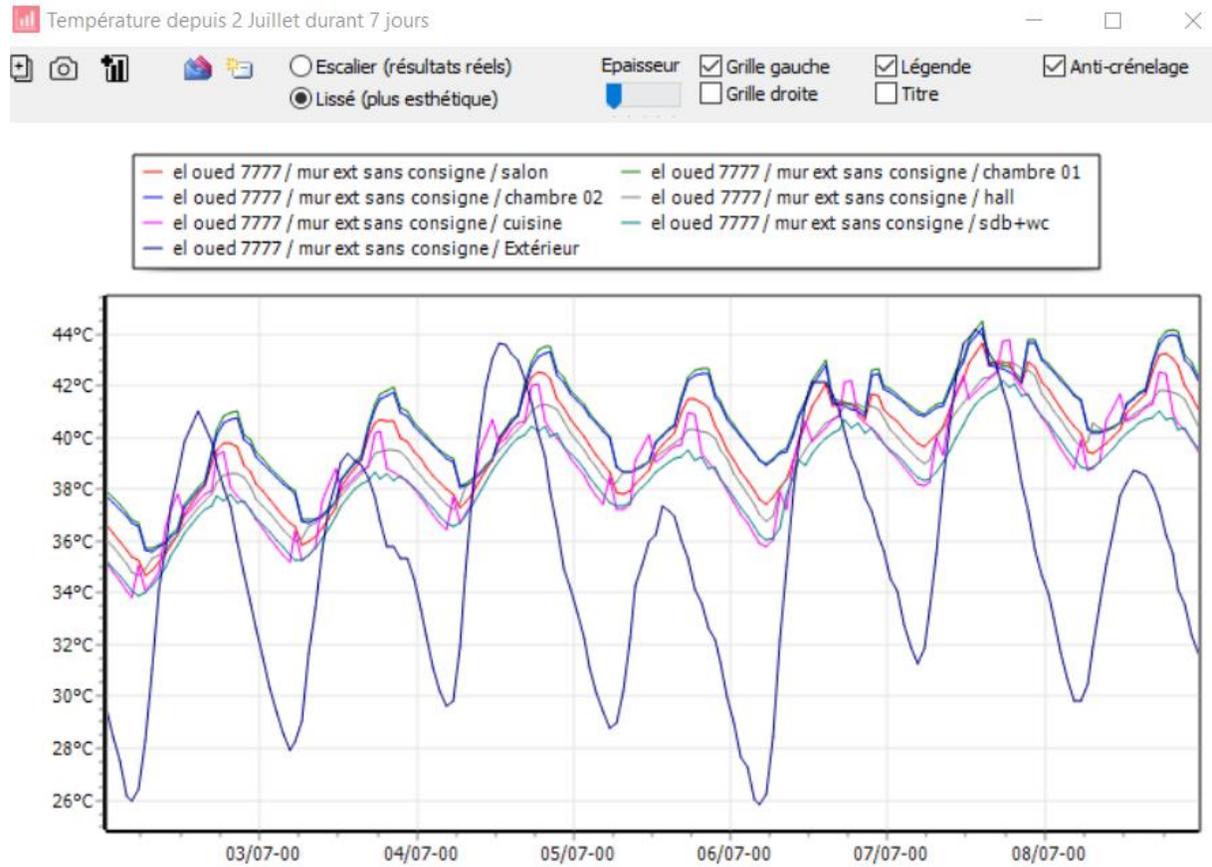


Figure 4. 4 Variante 03 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued.

### 1.1.4 Variante 04 : Renforcement de l'isolation du plancher haut :



Figure 4. 5 Variante 04 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued

### 1.1.5 Variante 05 (sans consigne) : Renforcement de l'isolation dans les éléments constructifs sauf les murs intérieurs :

Intégration des matériaux locaux ainsi que des isolants naturels dans les éléments constructifs.

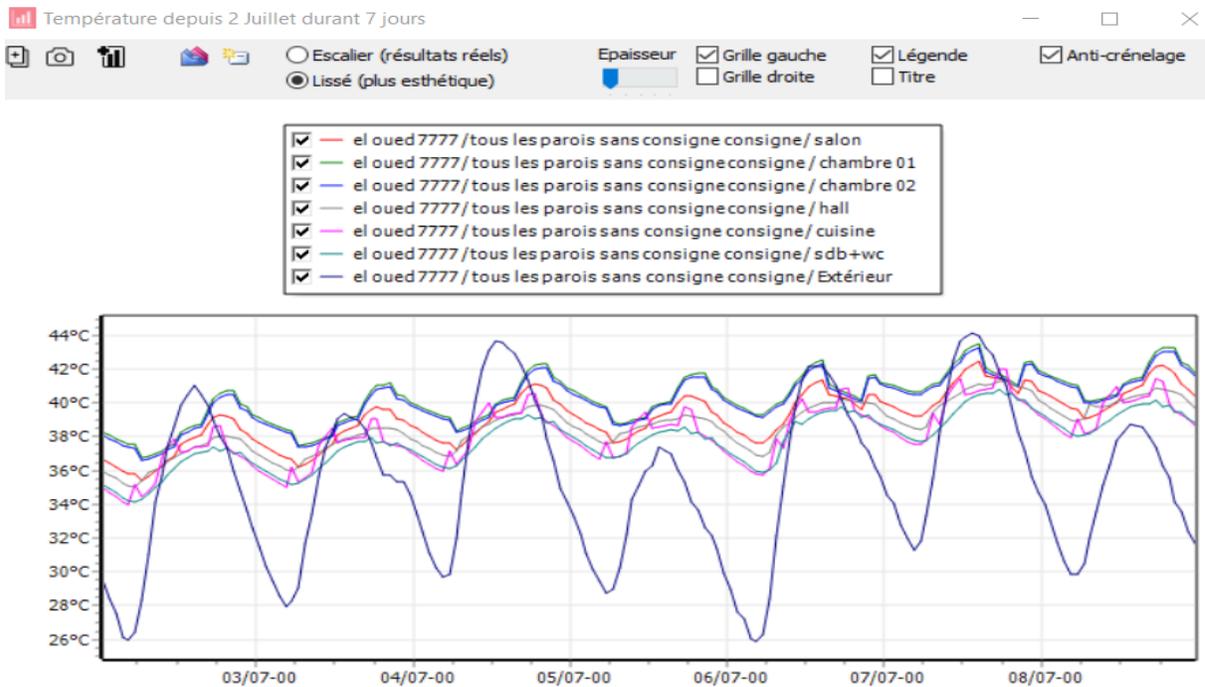


Figure 4. 6 Variante 05 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued

### 1.1.6 Variante 06 : création d'un patio changement d'orientation avec l'utilisation des masques :

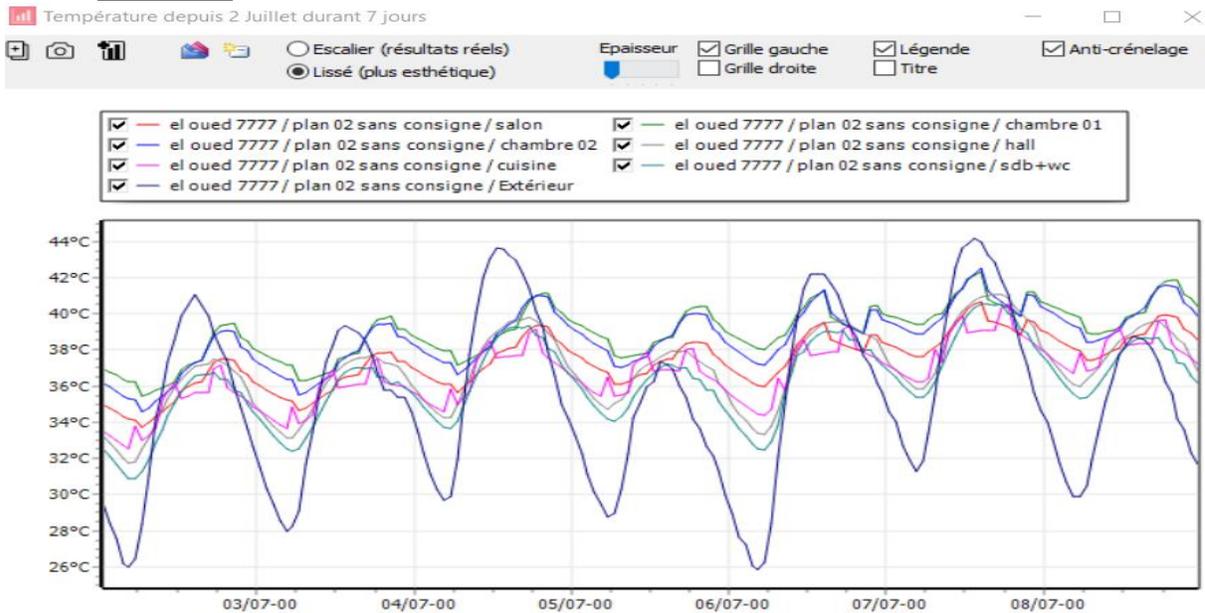


Figure 4. 7 Variante 06 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'el oued

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que les températures varient de 26°C à 44°C, alors que dans le cas initial (variante 01) nous avons remarqué que les températures à l'intérieure de la chambre 01 qui est orientée au nord sont presque similaires à celles de la chambre 02 qui est orientée au sud et varient de 36°C et 42°C car les surfaces d'échange de la chambre 02 sont supérieures à celles de la chambre 01. Dans la variante 02 nous avons remarqué que l'intégration des ouvertures avec double vitrage n'a pas influencé sur l'évolution des températures.

Par contre D'après les résultats de la variante 03 et variante 04, nous avons constaté que les températures ont respectivement diminué de 0.5 °C et 1°C dans les pièces de confort.

Après changement de conception du plan, de l'orientation, et intégration des masques (cas de la variante 06), nous avons aussi constaté que les températures ont diminué et peuvent atteindre 40°C dans les différentes pièces de confort. Malgré les solutions proposées le confort estival n'est pas atteint.

## 1.2 Simulation hivernale sans consigne de thermostat :

### 1.2.1 Variante 01: Cas initial

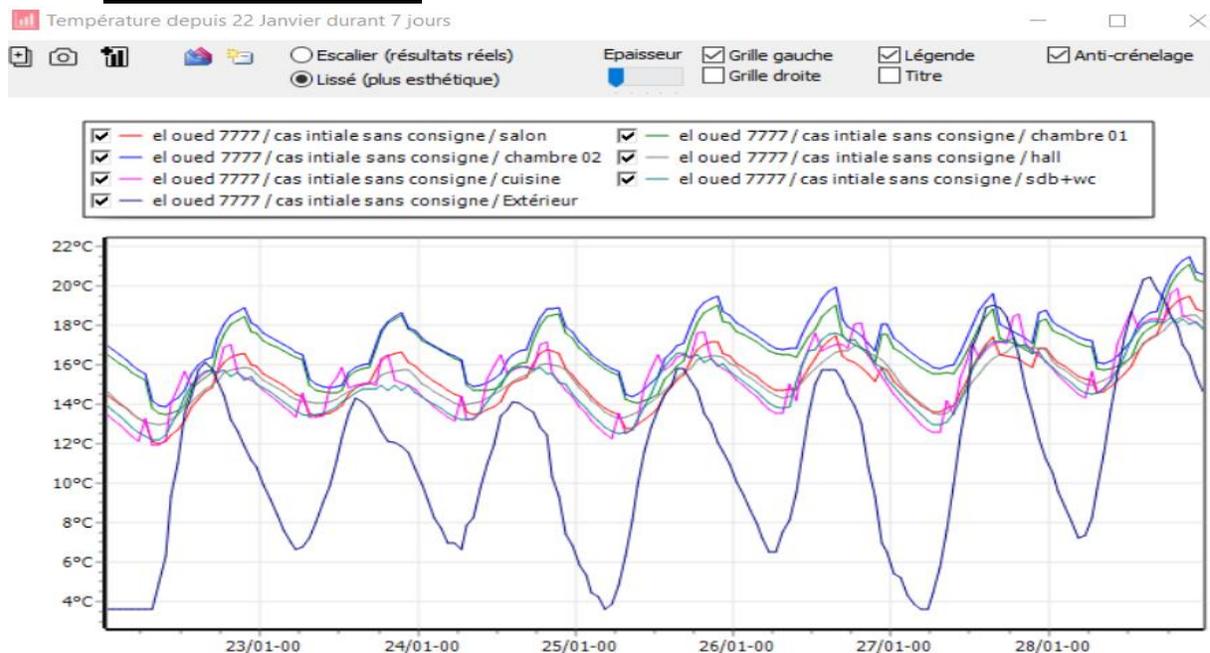


Figure 4. 8 Variante 01 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el oued

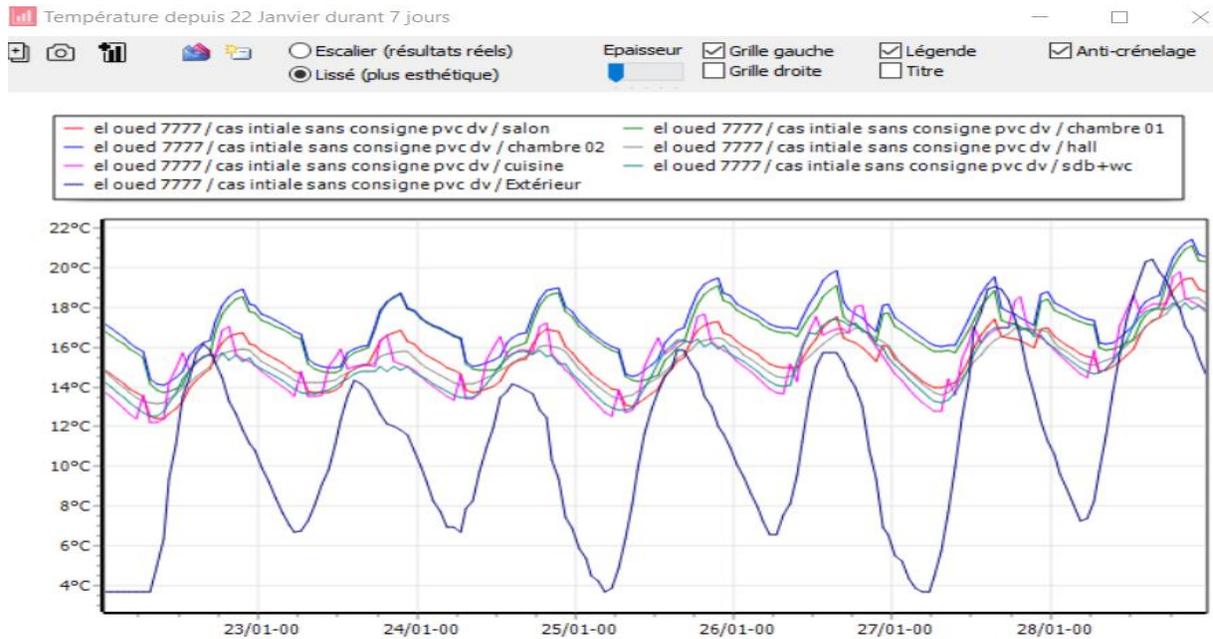


Figure 4. 9 Variante 02 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el oued

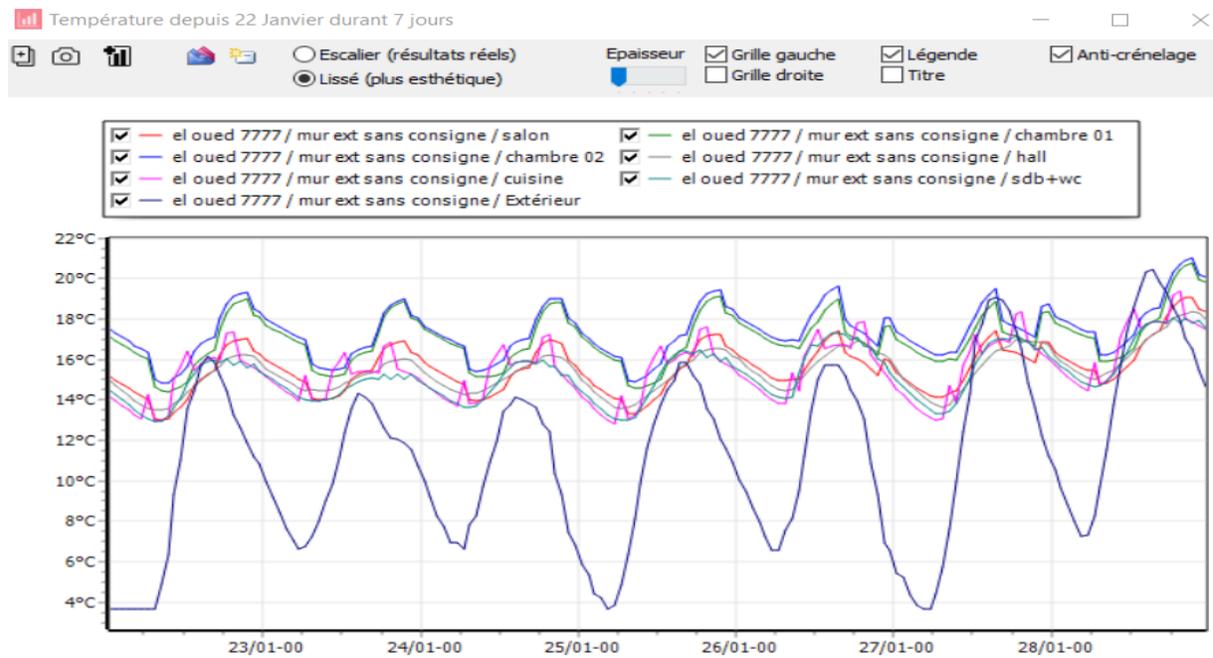


Figure 4. 10 Variante 03 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el oued

## Chapitre 4 : Les simulations du logement dans les différents sites d'études

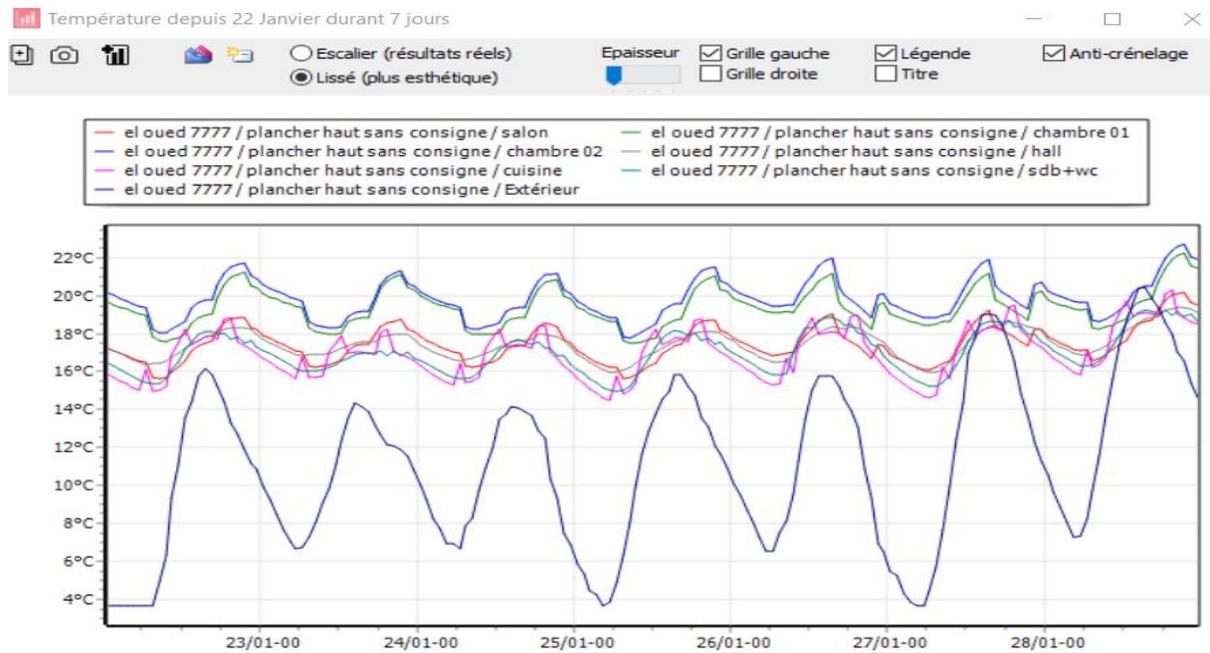


Figure 4. 11 Variante 04 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el Oued

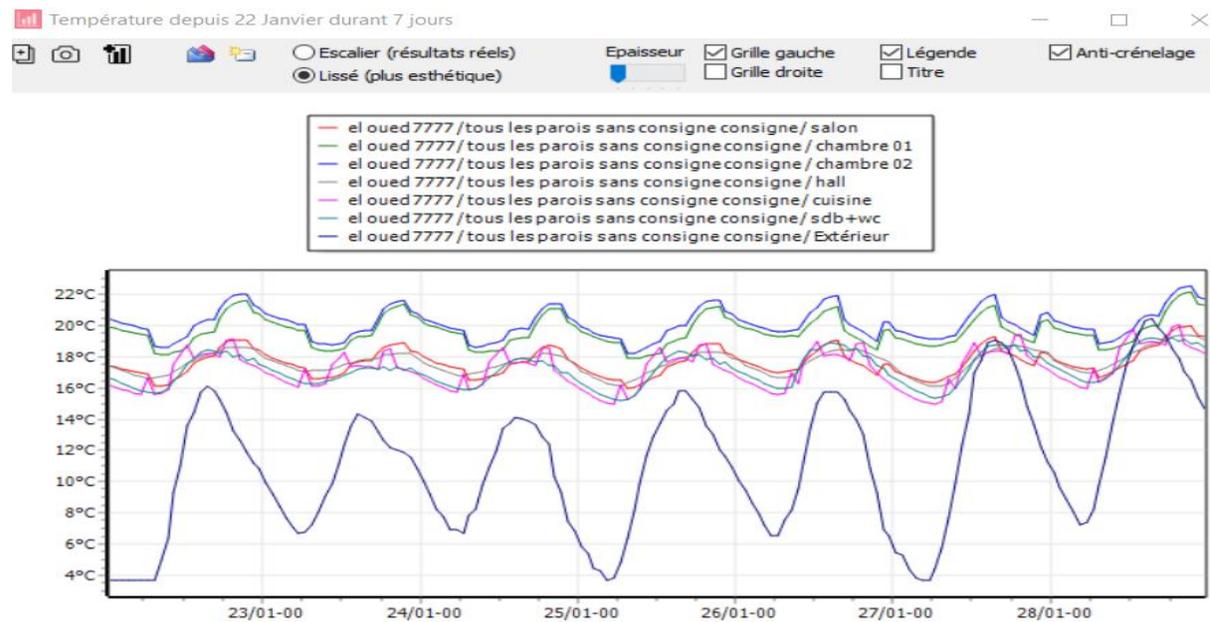


Figure 4. 12 Variante 05 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el Oued

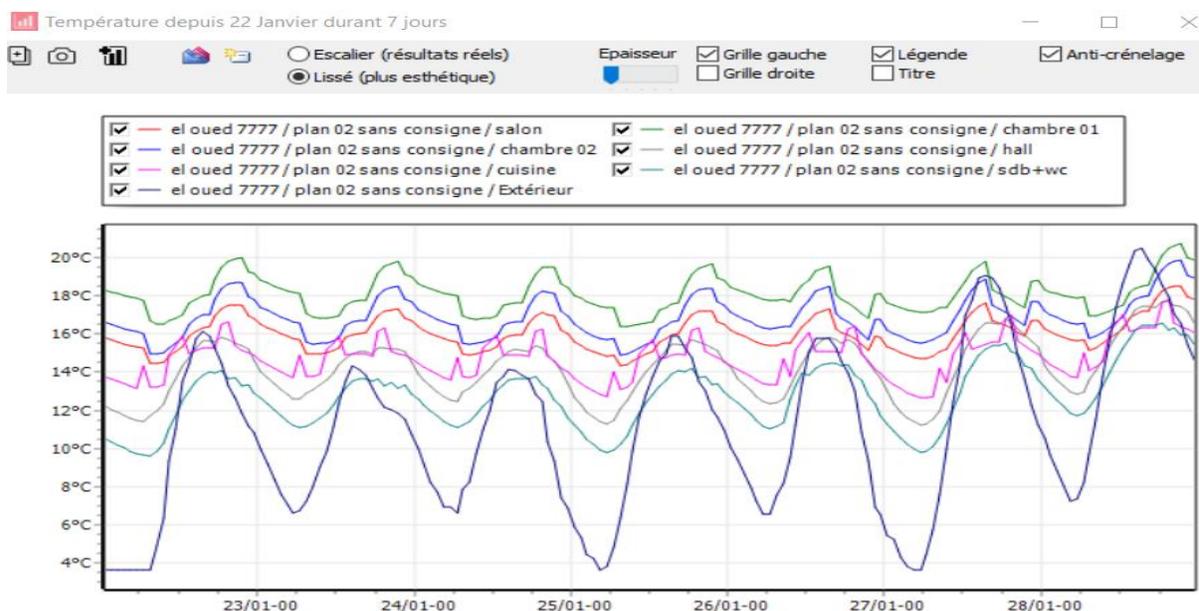


Figure 4. 13 Variante 06 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'el Oued

Nous avons constaté que la température dans la chambre 02 varie de 14°C à 21.5°C et de 12°C à 19.5°C dans la chambre 01 et le salon et c'est dû à l'orientation Sud de la chambre 02.

Nous avons remarqué que l'évolution des températures intérieures des zones thermiques de notre logement dans la (variante 02) est presque similaire à celle du cas initial (variante 01) durant la saison estivale et hivernale. Mais dans la variante 03 nous avons constaté une augmentation de 0.5°C par rapport au cas initial.

Dans la variante 04 nous remarquons qu'il y a un grand changement dans l'évolution de température dans les zones de confort (chambre 01, chambre 02 et salon) et même dans la cuisine, les températures minimales varient de 15°C à 18°C dans les deux chambres, de 13°C à 15.5°C dans la cuisine et 13°C à 16°C dans le salon, les températures maximales aussi augmentent de 2°C et peuvent atteindre 21°C à 23°C dans les deux chambres et de 18°C à 19.5°C dans la cuisine et de 18°C à 20°C dans le salon. Les résultats obtenus pour la variante 05 sont presque similaires à ceux de la variante 04

Par contre, les résultats de la variante 06 ont montré que les températures ont diminué de 2° Par rapport aux variantes 04 et 05.

### **1.3 Simulations avec consigne de thermostat des différentes variantes :**

Tableau 5 Les besoins en chauffage et climatisation des différentes variantes étudiées dans la région d'El oued.

	Variante 01	Variante 02	Variante 03	Variante 04	Variante 05	Variante 06
Les besoins en climatisation (KWh/m <sup>2</sup> )	<b>200</b>	<b>194</b>	<b>194</b>	<b>141</b>	<b>142</b>	<b>136</b>
Les besoins en chauffage (KWh/m <sup>2</sup> )	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>23</b>

### **1.4 Synthèse :**

Nous avons remarqué que les besoins en climatisation ont diminué de 200 KWh/m<sup>2</sup> à 194KWh/m<sup>2</sup> et ceux du chauffage de 36 KWh/m<sup>2</sup> à 33(KWh/m<sup>2</sup>).

Selon les résultats de la variante 04 et 05 les besoins en climatisation ont diminué respectivement de 194(KWh/m<sup>2</sup>) à 141(KWh/m<sup>2</sup>) et de 32(KWh/m<sup>2</sup>) à 9 (KWh/m<sup>2</sup>) pour ceux du chauffage. Les résultats prouvent l'impact significatif du renforcement des éléments constructifs sur la performance du cas étudié

Après changement de la conception du plan les besoins de climatisation ont diminué et qui sont estimés à 136 KWh/m<sup>2</sup> et ceux du chauffage à 23 kWh/m<sup>2</sup>

Tableau 6 Comparaison de taux de réduction de consommation des besoins en climatisation entre les variantes 05 et 06 par rapport à la variante 1 pour la région d'El Oued

	Taux de réduction
Taux de réduction de la variante 5 par rapport à la variante 1	29%
Taux de réduction de la variante 6 par rapport à la variante 1	32%

## 1.5 Simulation estivale sans consigne de thermostat dans la région d'In Saleh :

### 1.5.1 Variante 01: Cas initial

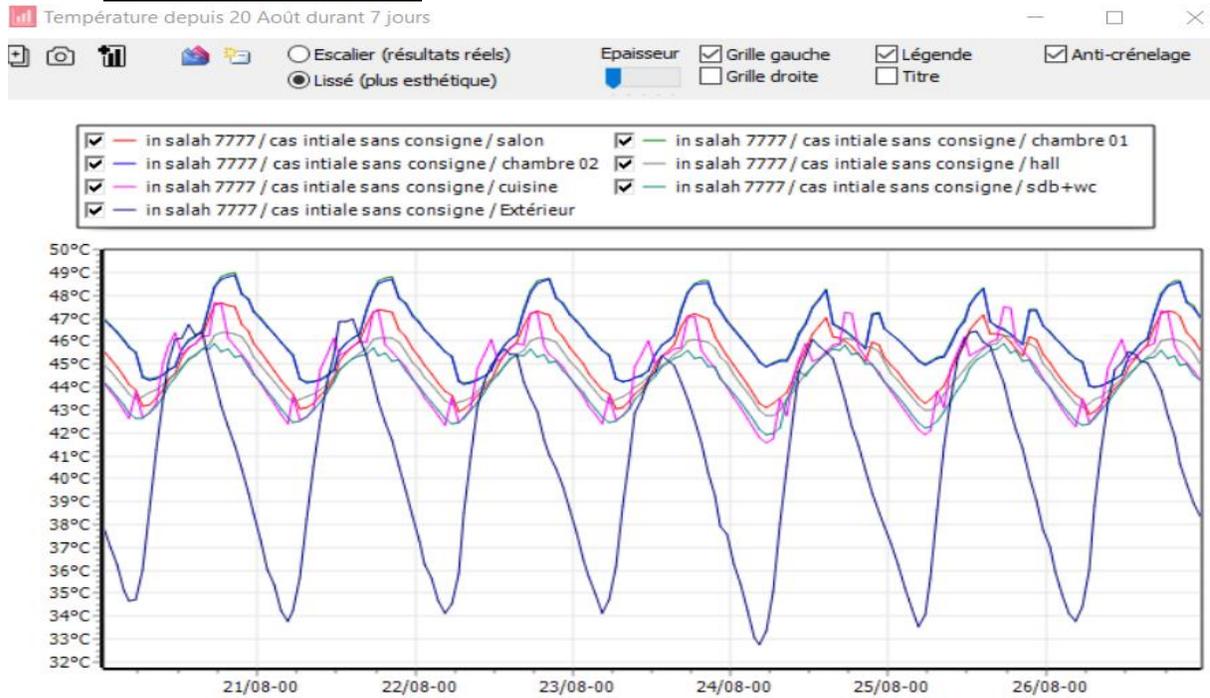


Figure 4. 14 Variante 01 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah

### 1.5.2 Variante 02 (sans consigne) :

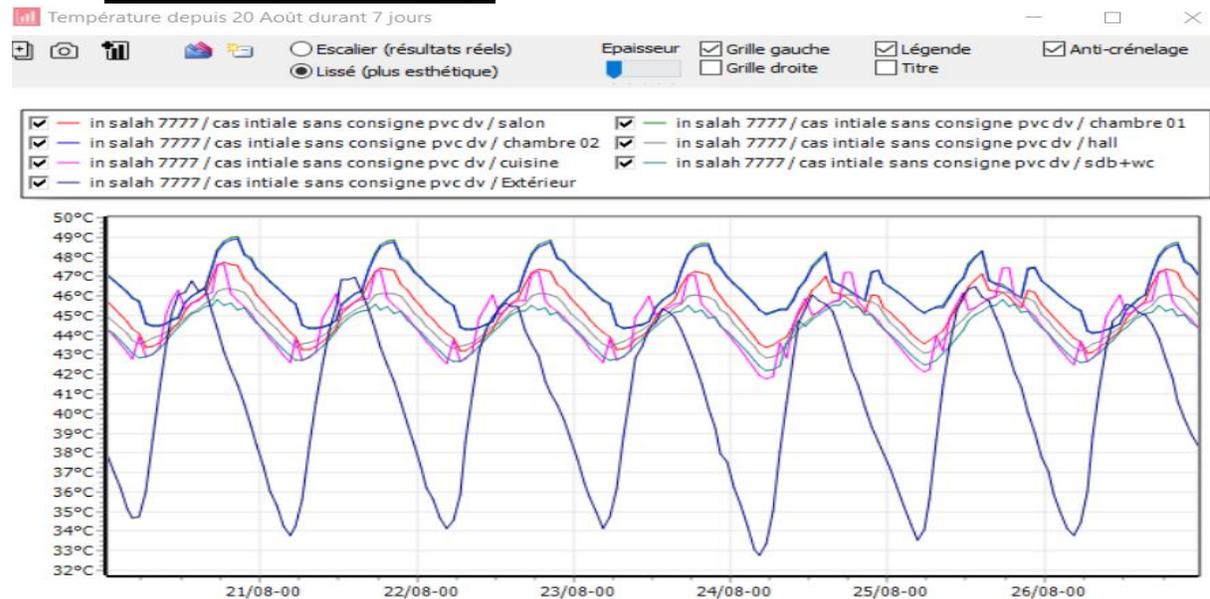


Figure 4. 15 Variante 02 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.

## Chapitre 4 : Les simulations du logement dans les différents sites d'études

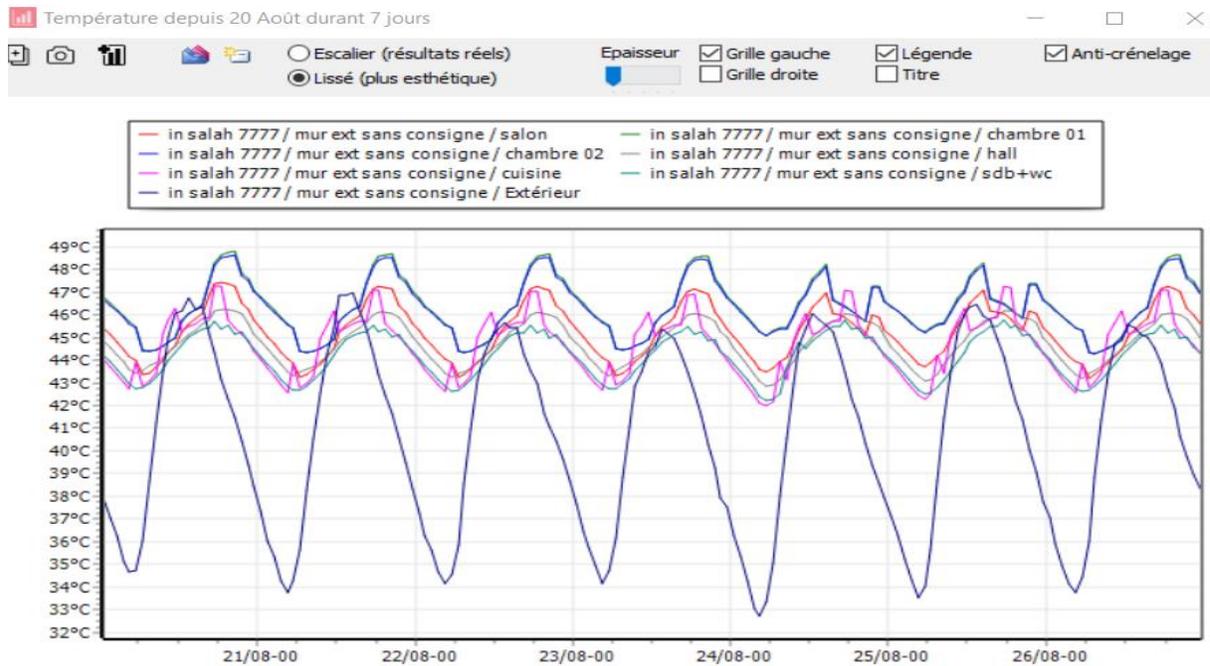


Figure 4. 16 Variante 03 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.

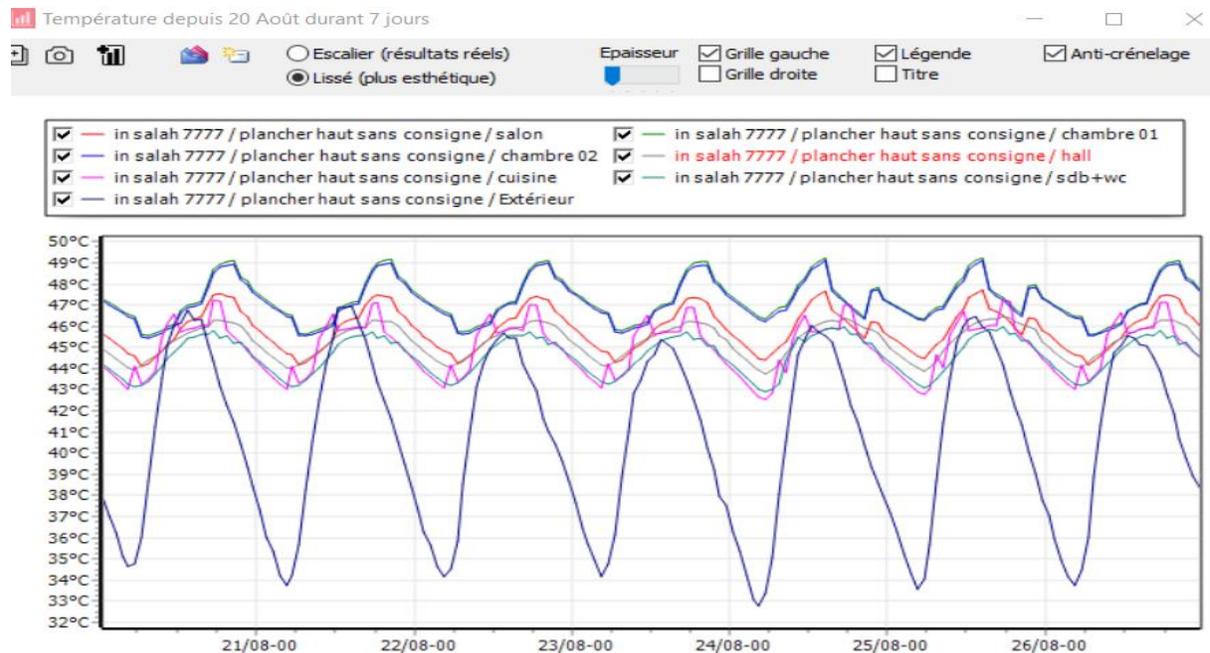


Figure 4. 17 Variante 04 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.

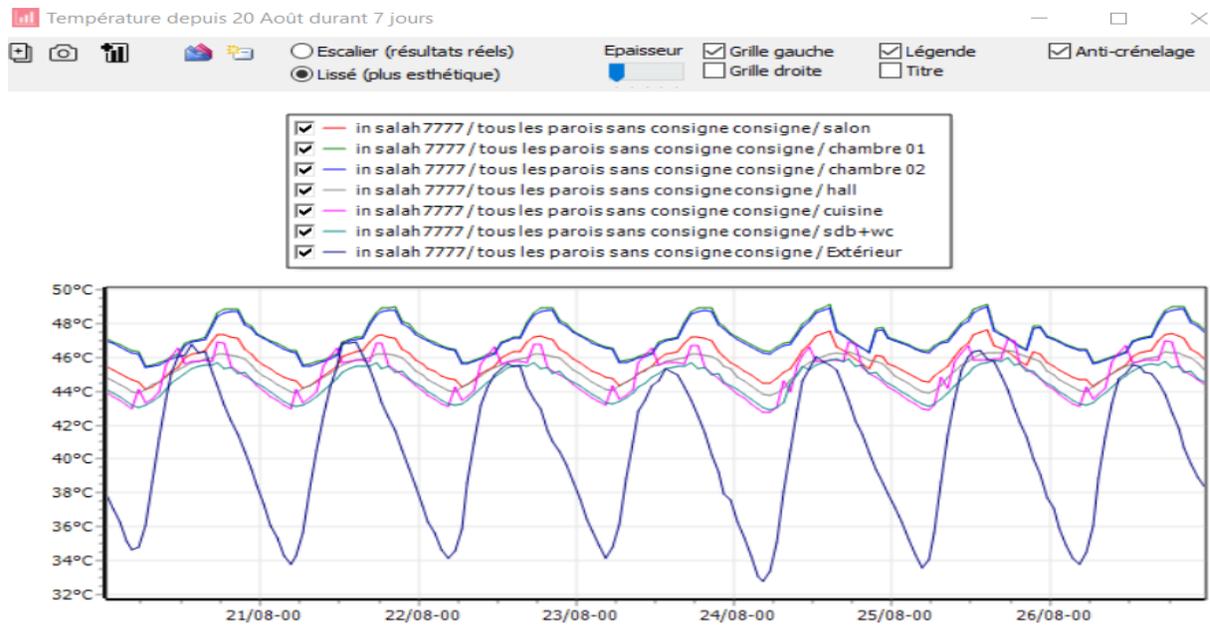


Figure 4. 18 Variante 05 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.

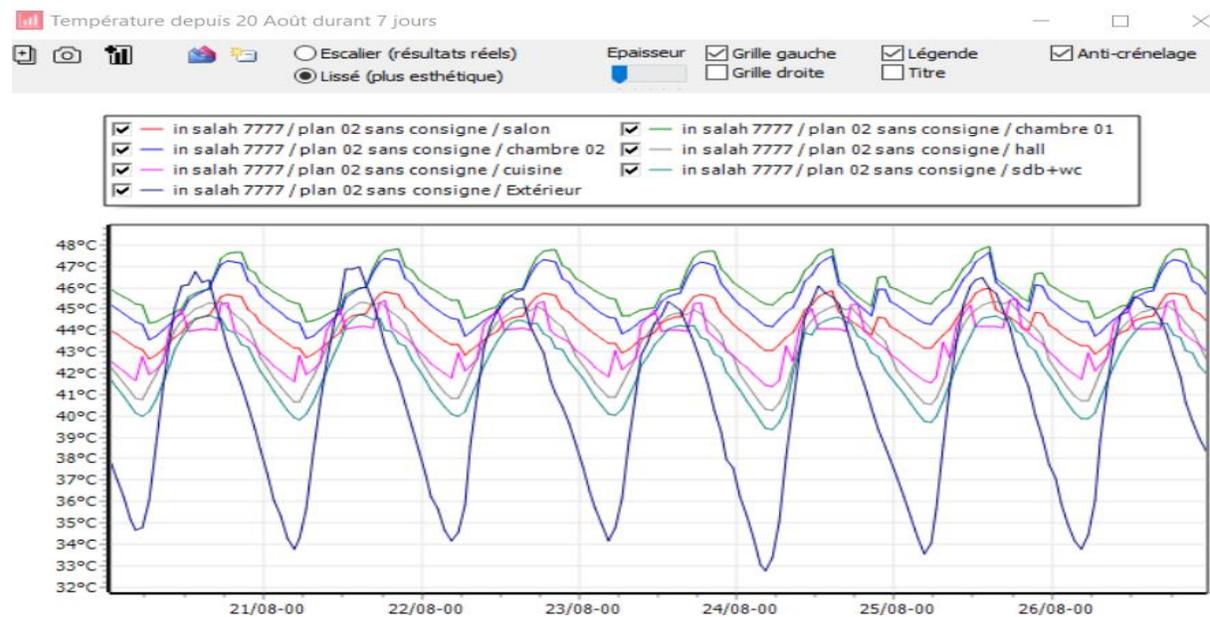


Figure 4. 19 Variante 06 : Evolution des températures durant la semaine la plus chaude dans la région d'in Salah.

D'après les résultats obtenus nous avons constaté que les températures varient de 33°C à 46°C, et que les températures intérieures sont supérieures à celles extérieures et peuvent

atteindre 48°C dans la chambre 01 et 02. dans la variante 02 et 03 les températures sont presque similaires à celles de la variante 01.

Alors que dans la variante 04, nous avons remarqué que le profil de température est plus stable rapport aux autres variantes même dans la variante 05 avec des températures dans qui peuvent atteindre 44°C alors qu'elles peuvent atteindre 42°C pour le cas de la variante 06, l'écart est estimé à 6°C par rapport à la variante 01(cas initial).

## 1.6 Simulation hivernale sans consigne de thermostat :

### 1.6.1 Variante 01 : Cas initial

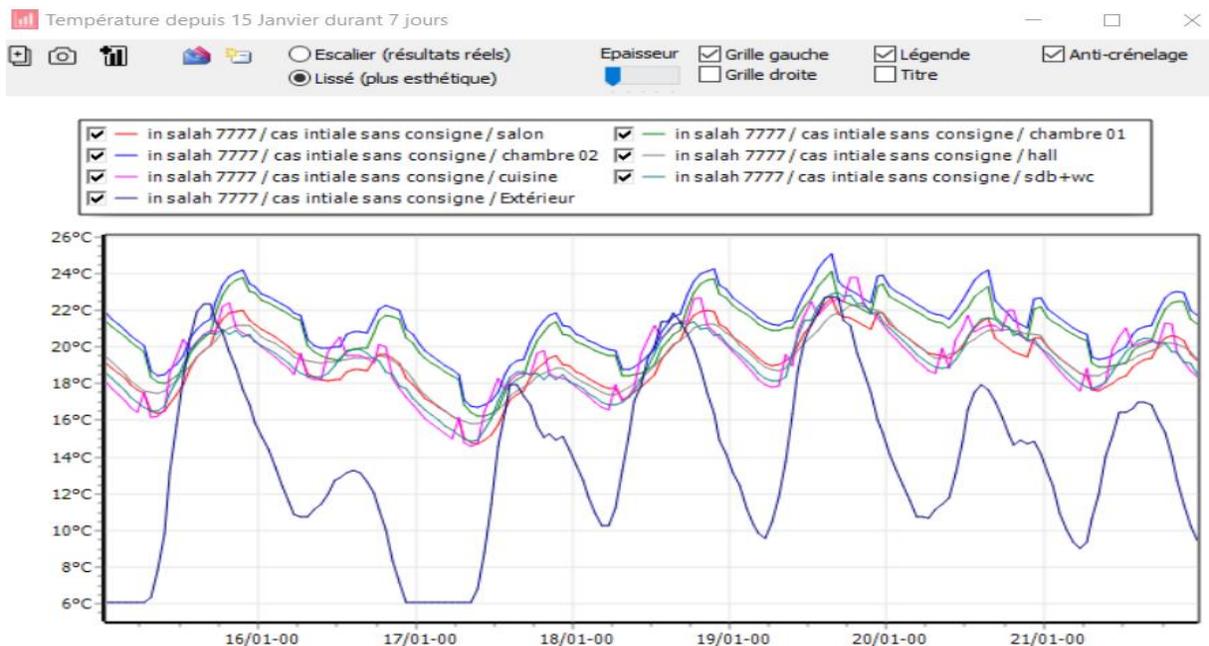


Figure 4. 20 Variante 01 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah

### 1.6.2 Variante 02 :

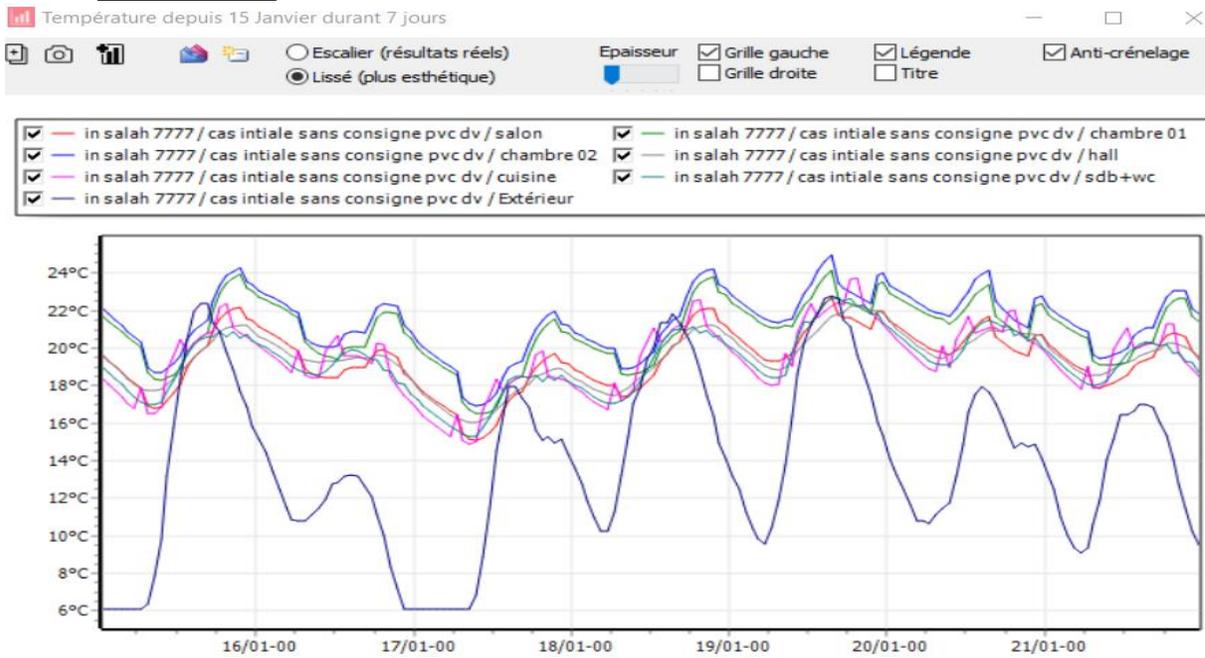


Figure 4. 21 Variante 02 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah

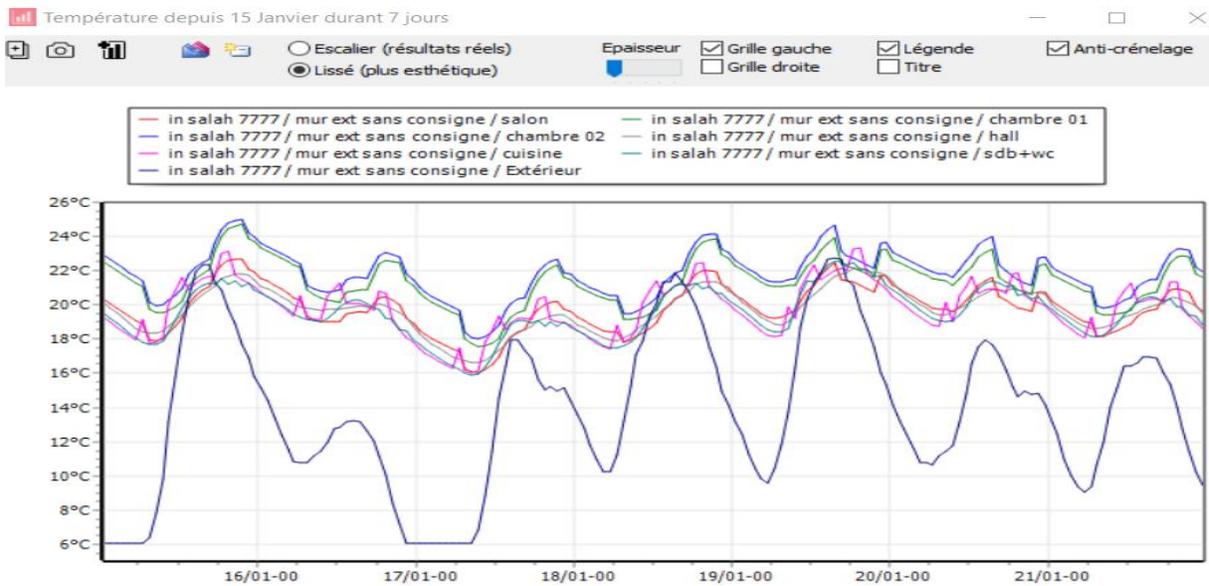


Figure 4. 22 Variante 03 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah

## Chapitre 4 : Les simulations du logement dans les différents sites d'études

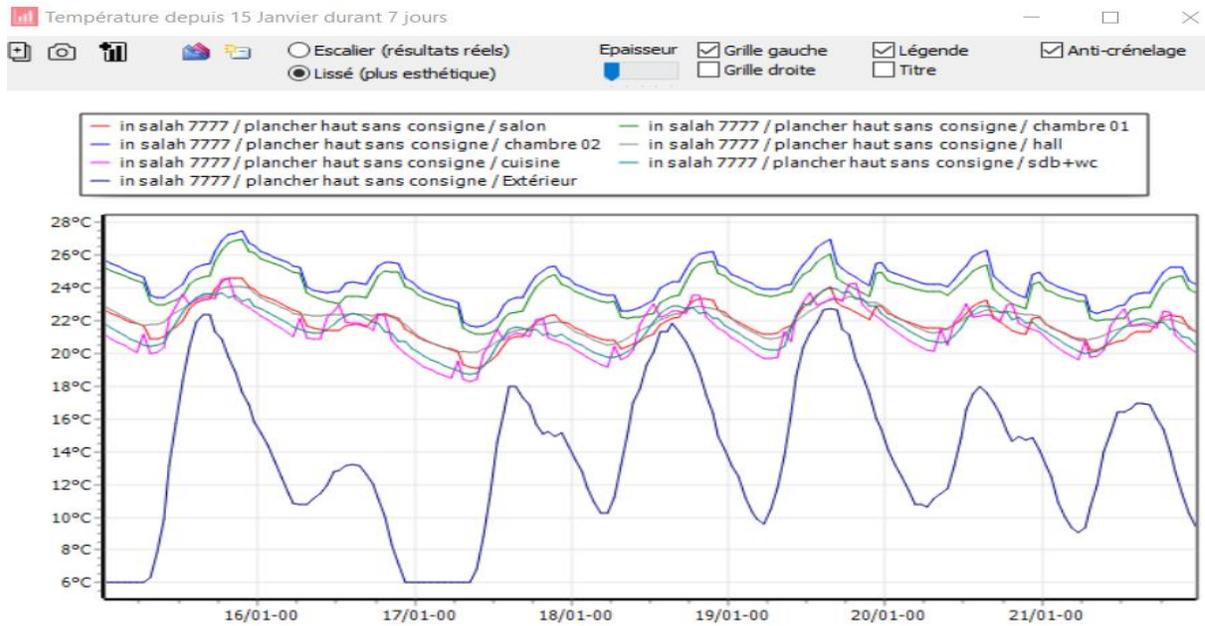


Figure 4. 23 Variante 04 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah

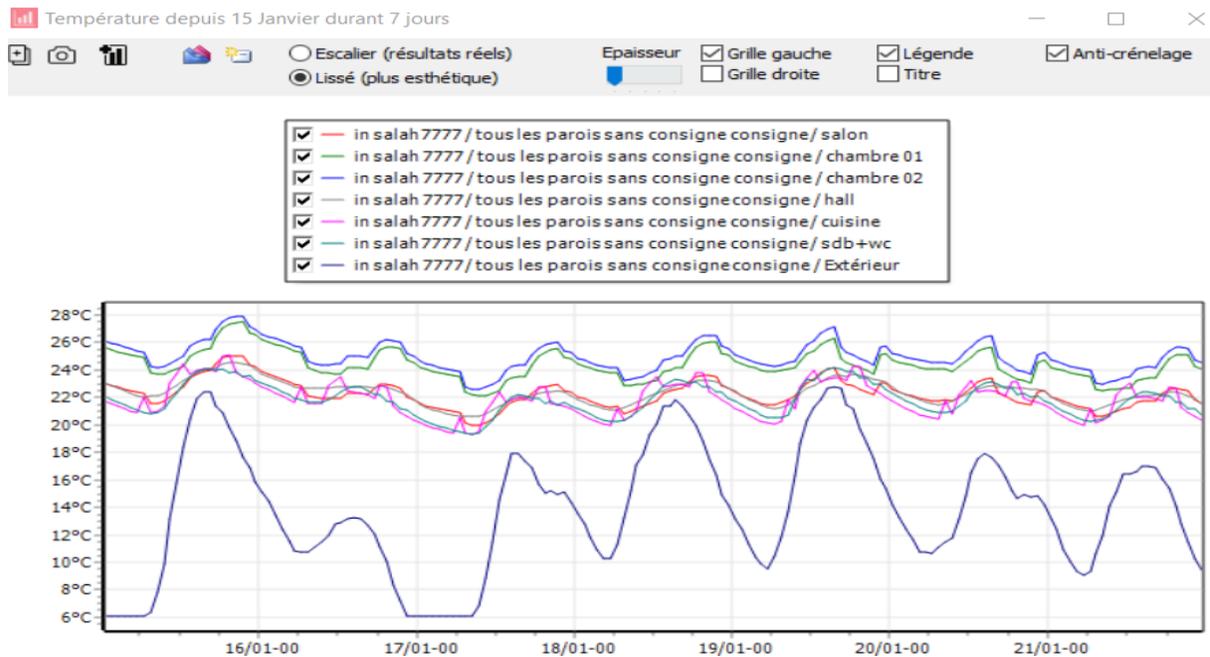


Figure 4. 24 Variante 05 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah.

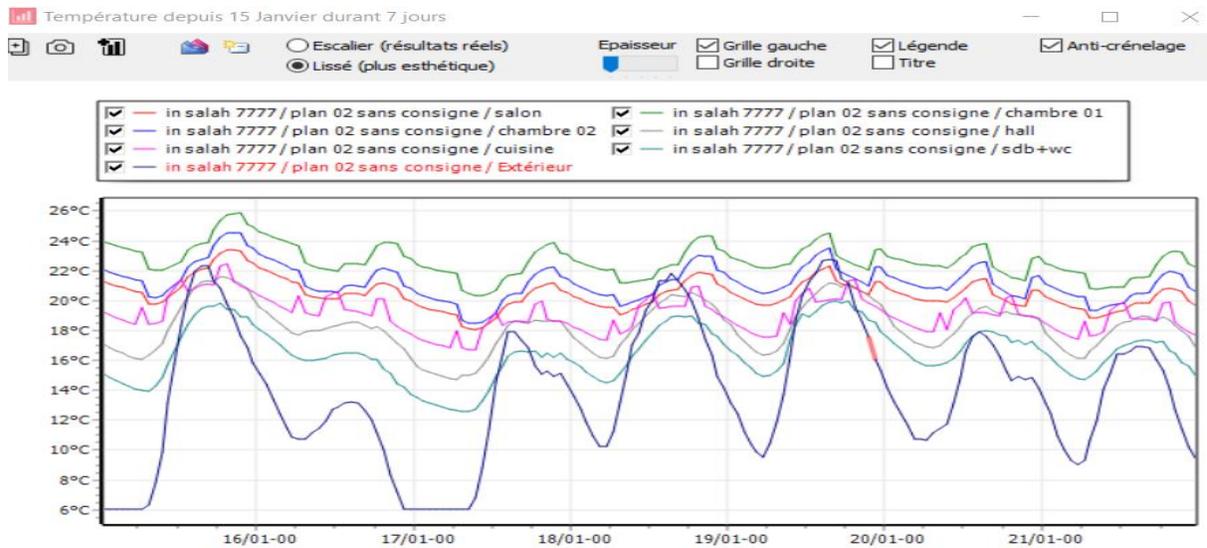


Figure 4. 25 Variante 06 : Evolution des températures durant la semaine la plus froide dans la région d'in Salah.

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que les températures varient de 6°C à 22°C, et que les températures dans la variante 01 et 02 sont presque similaires et peuvent atteindre 23°C, nous avons aussi constaté que les températures ont augmenté de 0.5°C dans la variante 03 par rapport aux variantes 01 et 02.

Dans les variantes 04 et 05, nous avons constaté que les températures peuvent atteindre 25°C à 27°C dans les deux chambres avec un écart qui peut atteindre 3°C par rapport au cas initial.

Après changement de conception nous avons constaté que les températures dans la variante 06 ont diminué par rapport à celles de la variante 04 et 05 avec un écart de 2°C. D'après les résultats obtenus la variante 06 est la plus adaptée à la région d'In Saleh durant la période hivernale et estivale.

## 2 Simulations avec consigne de thermostat des différentes variantes :

Tableau 7 Les besoins en chauffage et climatisation des différentes variantes étudiées dans la région d'In Salah

	Variante 01	Variante 02	Variante 03	Variante 04	Variante 05	Variante 06
Les besoins de climatisation (KWh/m <sup>2</sup> )	<b>300</b>	<b>293</b>	<b>290</b>	<b>206</b>	<b>207</b>	<b>212</b>
Les besoins de chauffage (KWh/m <sup>2</sup> )	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Nous avons remarqué que les besoins en climatisation ont diminué de 300 KWh/m<sup>2</sup> pour la variante 01 à 293 KWh/m<sup>2</sup> pour la variante 01 et aussi ceux du chauffage de 4 KWh/m<sup>2</sup> à 2 KWh/m<sup>2</sup>. les besoins en chauffage et climatisation ont diminué pour les variantes 03,04 et 05 du au renforcement des éléments constructifs en particulier dans le cas de la toiture. Mais malgré que la variante 06 est la plus adéquate en termes d'évolution de températures mais elle consomme plus que les variantes 05 et 06 durant la période hivernale et estivale et c'est dû à l'intégration du patio.

Tableau 8 Comparaison de taux de réduction de consommation des besoins en climatisation entre les variantes 05 et 06 par rapport à la variante 1 pour la région du In Salah

	Taux de réduction
Taux de réduction de la variante 5 par rapport à la variante 1	31%
Taux de réduction de la variante 6 par rapport à la variante 1	29%

### 3 Région de Timimoune :

#### 3.1 Simulation estivale sans consigne de thermostat :

##### 3.1.1 Variante 01 : Cas initial

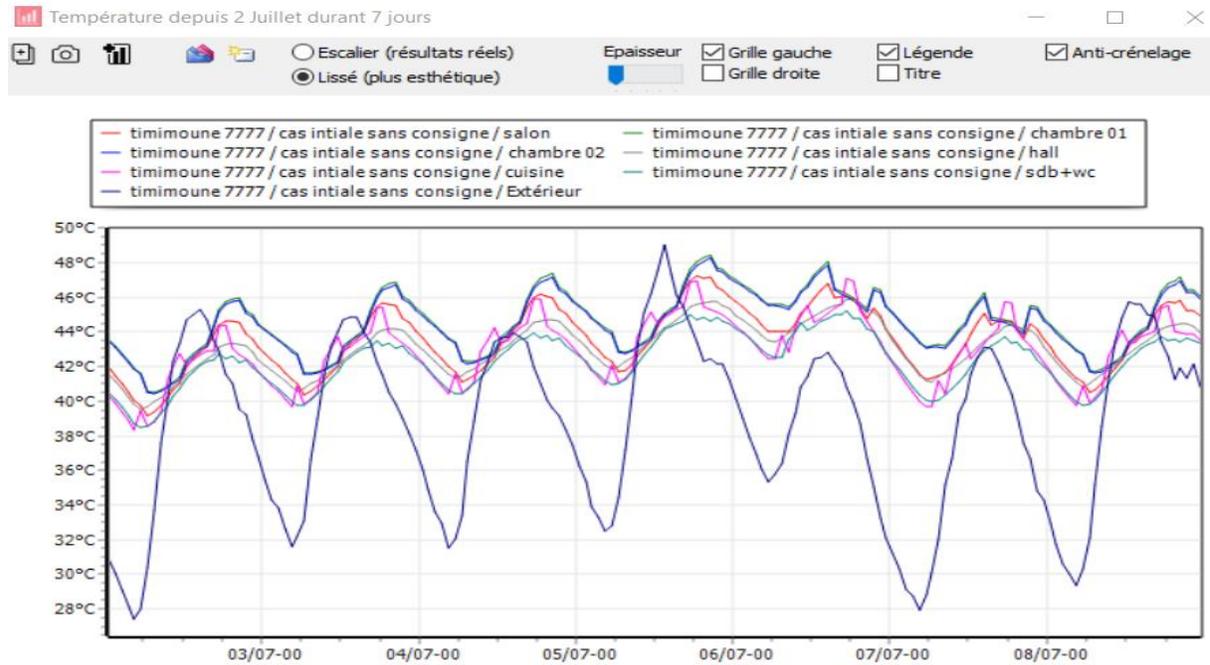


Figure 4. 26 Variante 01 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune

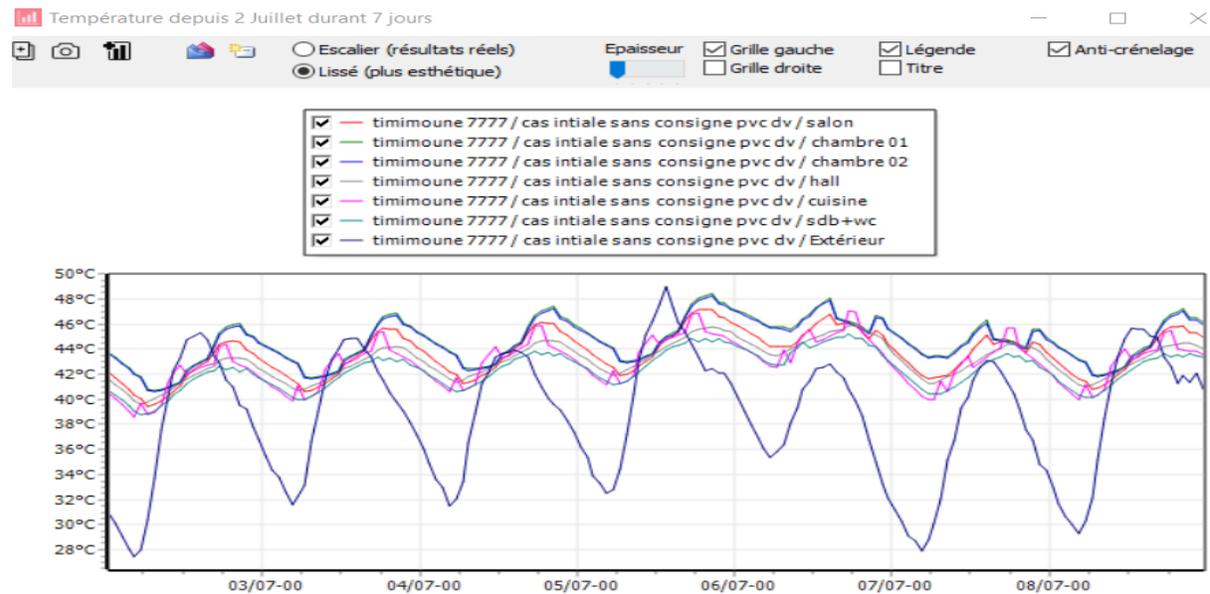


Figure 4. 27 Variante 02 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune

## Chapitre 4 : Les simulations du logement dans les différents sites d'études

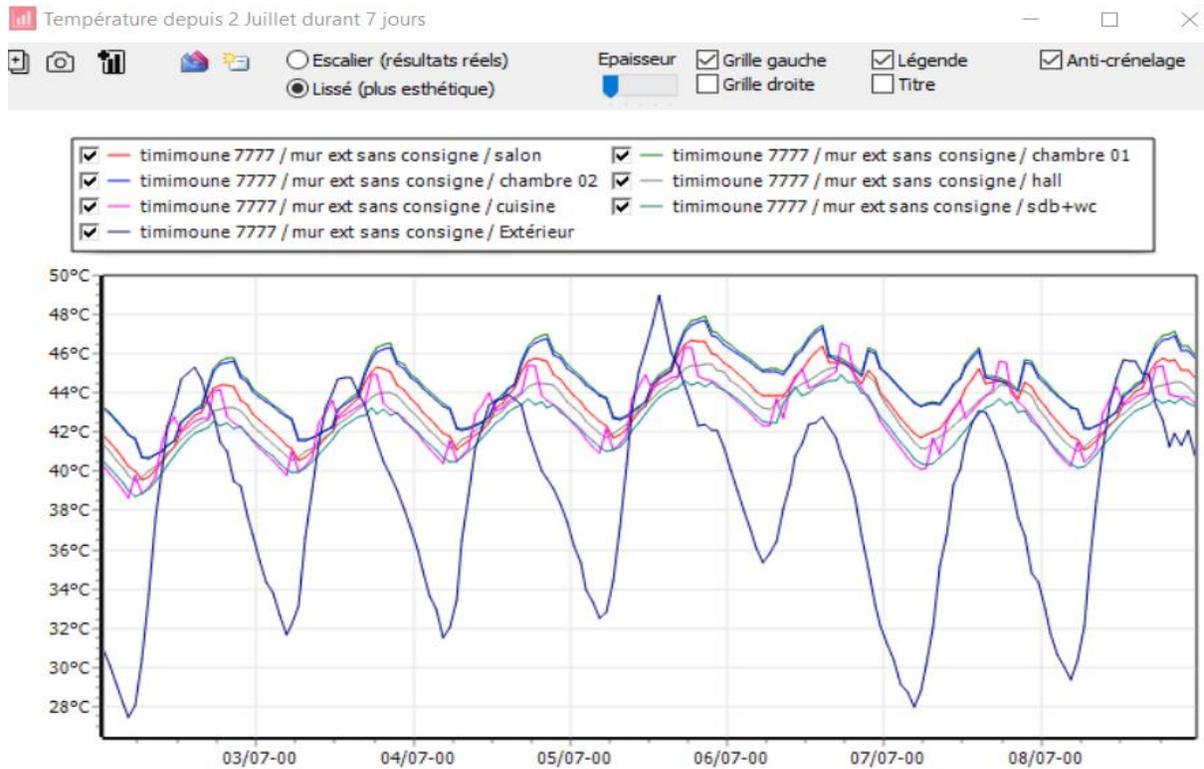


Figure 4. 28 Variante 03 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune

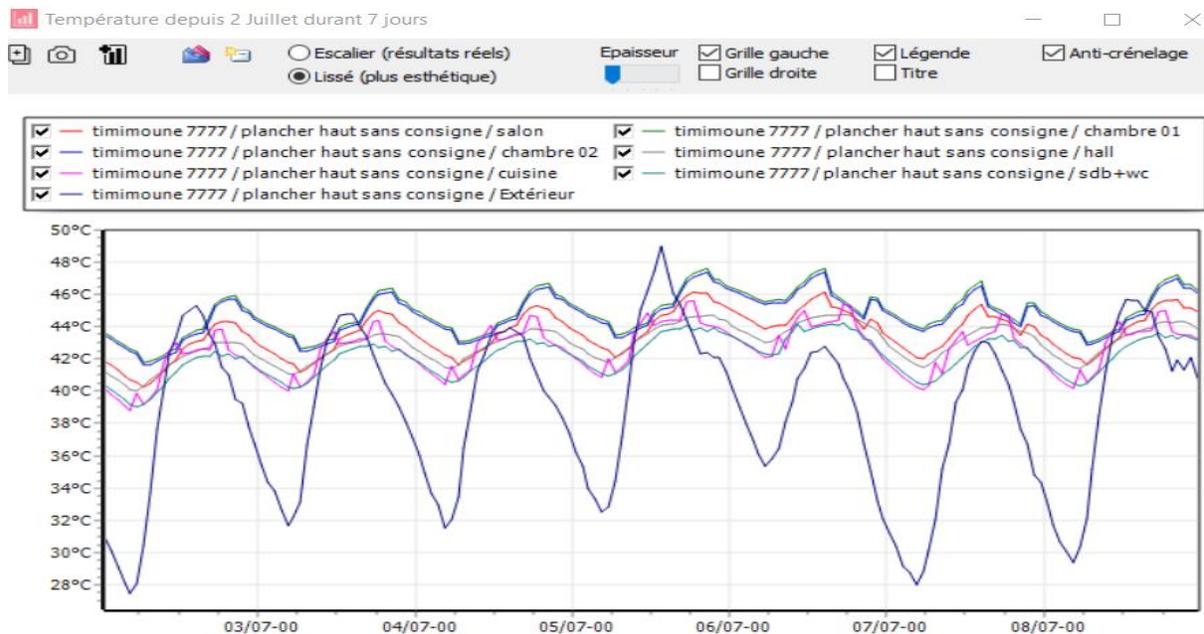


Figure 4. 29 Variante 04 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune

## Chapitre 4 : Les simulations du logement dans les différents sites d'études

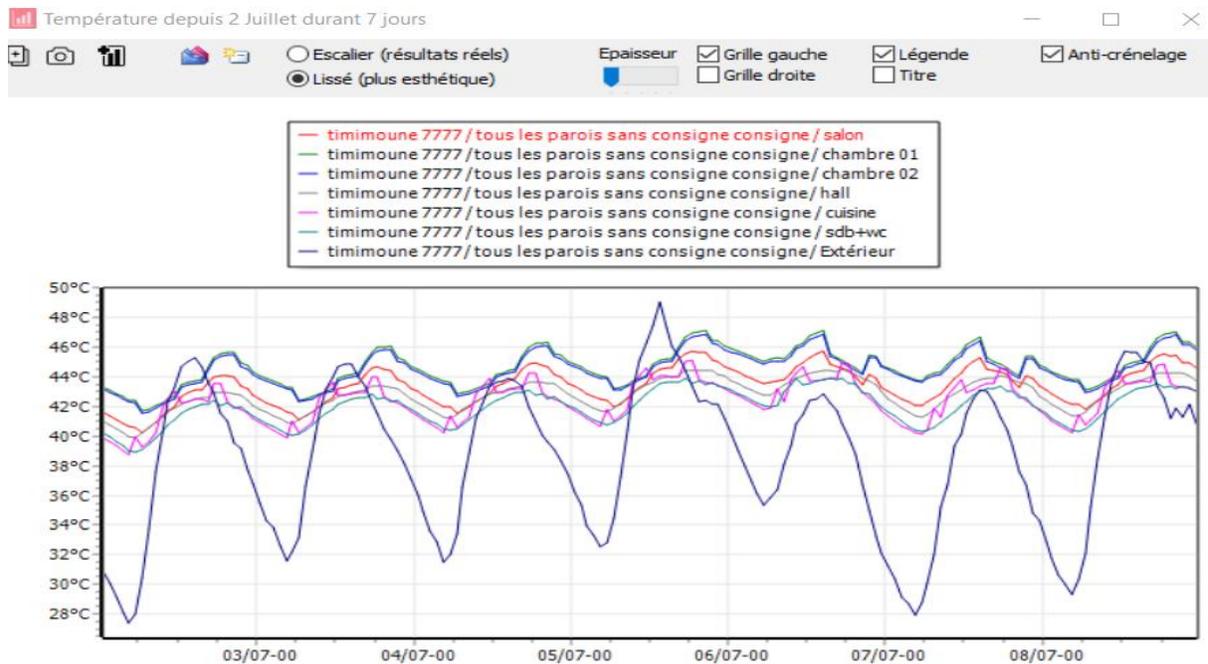


Figure 4. 30 Variante 05 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune

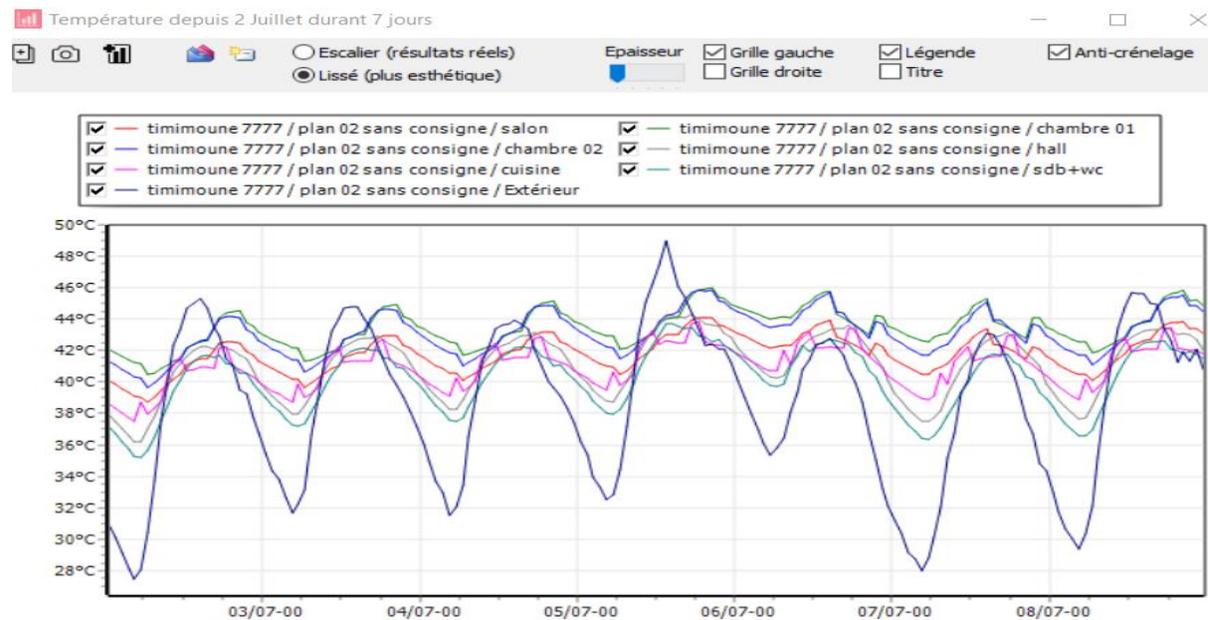


Figure 4. 31 Variante 06 : Evolution des températures pendant la semaine la plus chaude dans la région de Timimoune

D'après les résultats obtenus les températures varient de 28°C à 48°C et que les températures intérieures de la chambre 01 et chambre 02 varient de 40°C à 48°C.les résultats sont presque similaires pour la variante 02 et 03, alors que dans la variante 04 et 05 le profil devient plus

stable et diminue respectivement de 0.5°C et 1°C. alors que dans la variante 06 les températures peuvent atteindre 44°C, l'écart peut atteindre 4°C par rapport au cas initial.

### 3.2 Synthèse :

Donc, nous avons remarqué que le comportement thermique du bâtiment étudié pour les différents sites en période estivale n'est pas convenable aux normes de confort malgré la présence de la ventilation nocturne, dans la région, par conséquent l'occupant ne supporte pas de vivre dans ces conditions, et c'est pourquoi l'intégration de la climatisation est indispensable pour ces zones.

### 3.3 Simulation hivernale sans consigne de thermostat :

#### 3.3.1 Variante 01 : Cas initial

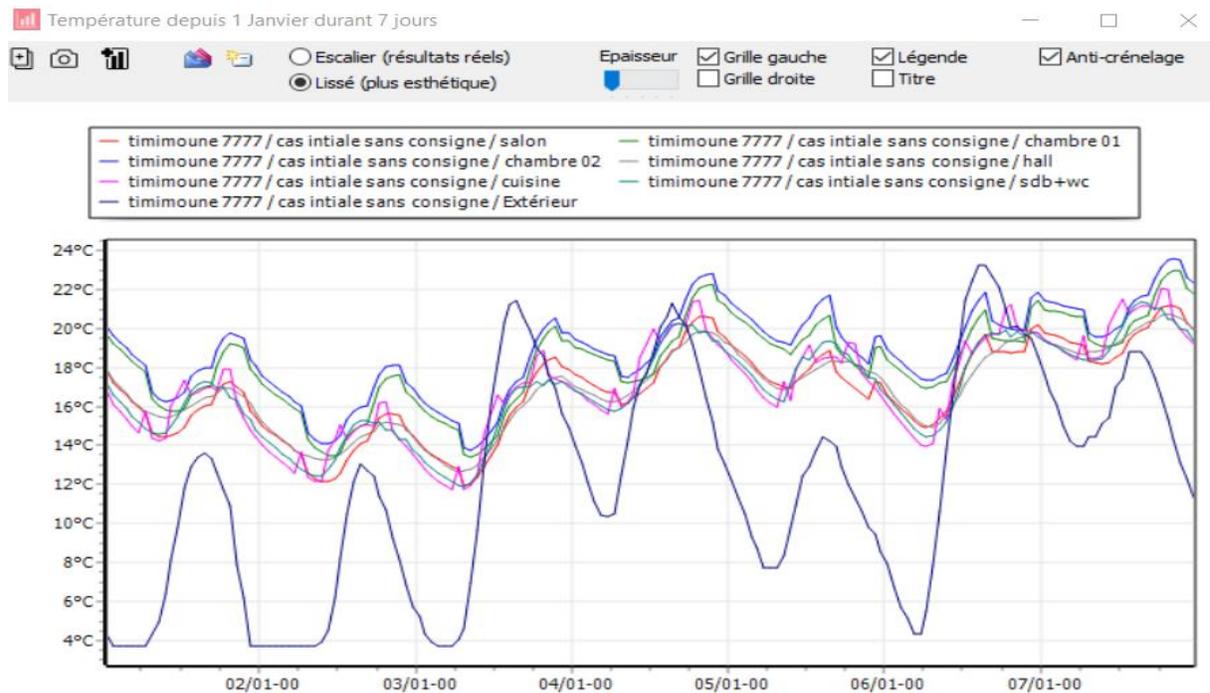


Figure 4. 32 Variante 01 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun

### 3.3.2 Variante 02 :

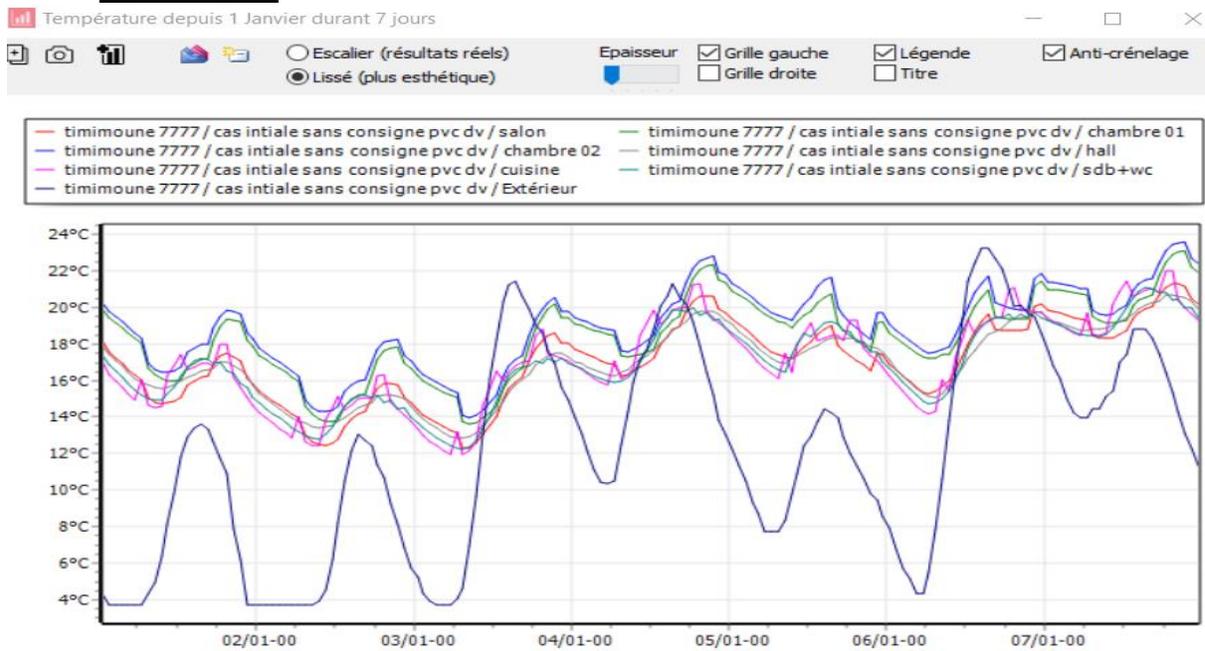


Figure 4. 33 Variante 02 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun

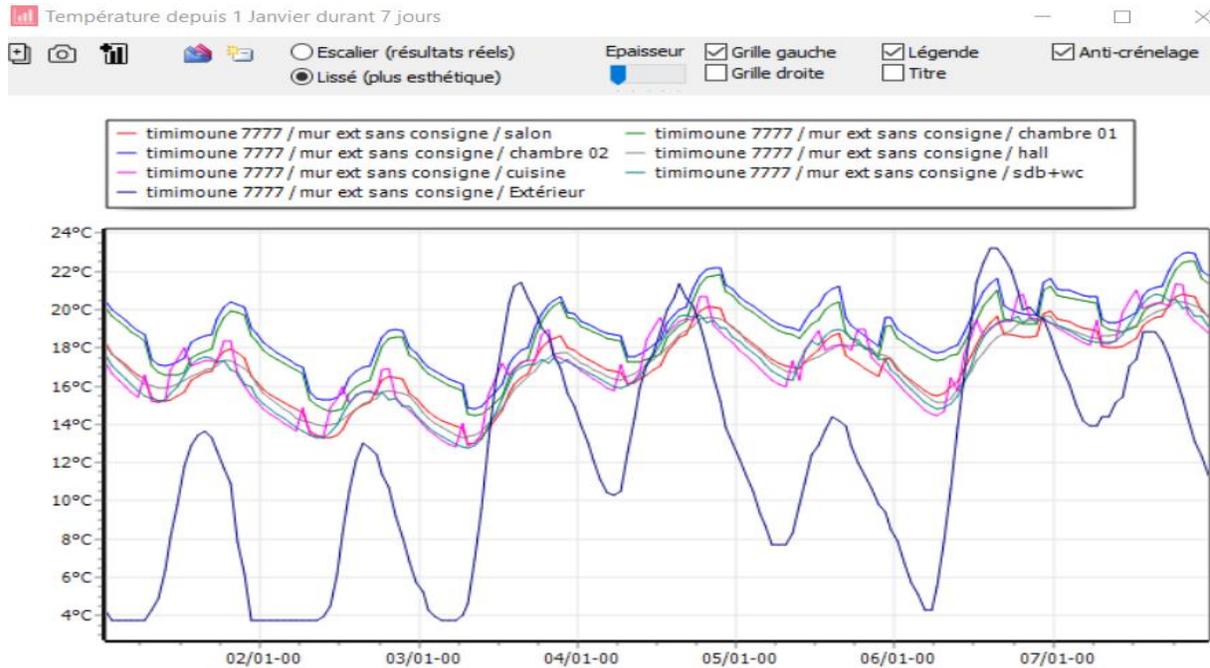


Figure 4. 34 Variante 03 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun

### 3.3.3 Variante 04 :

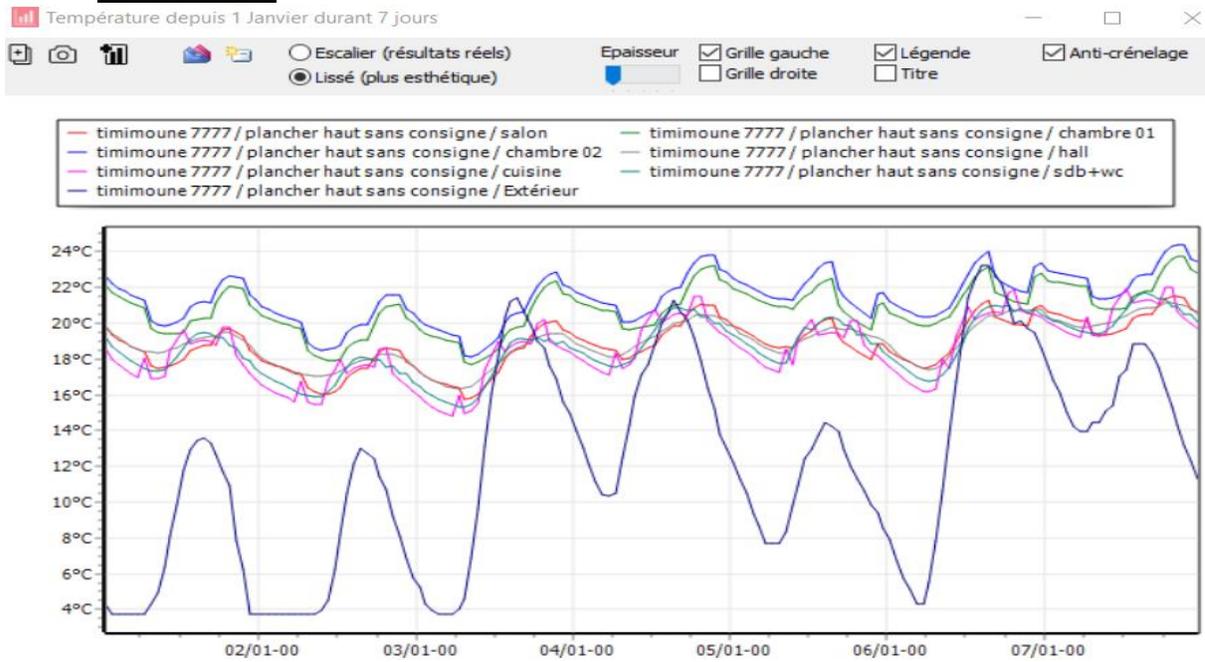


Figure 4. 35 Variante 03 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun

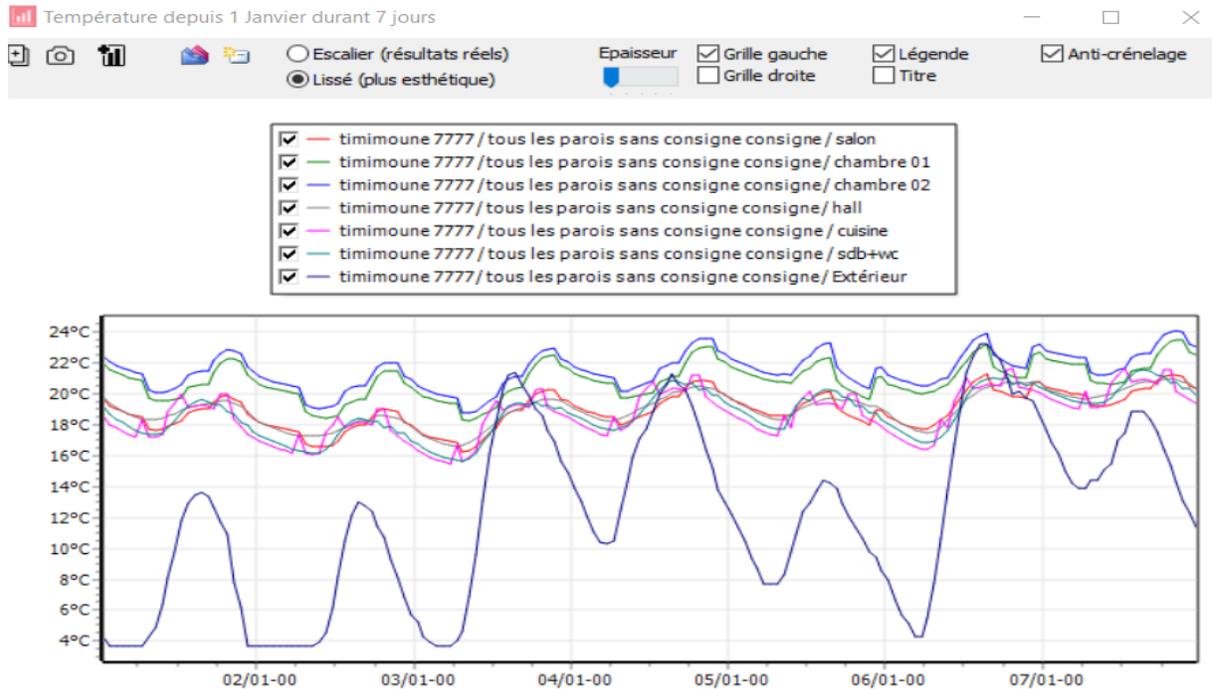


Figure 4. 36 Variante 05 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun.

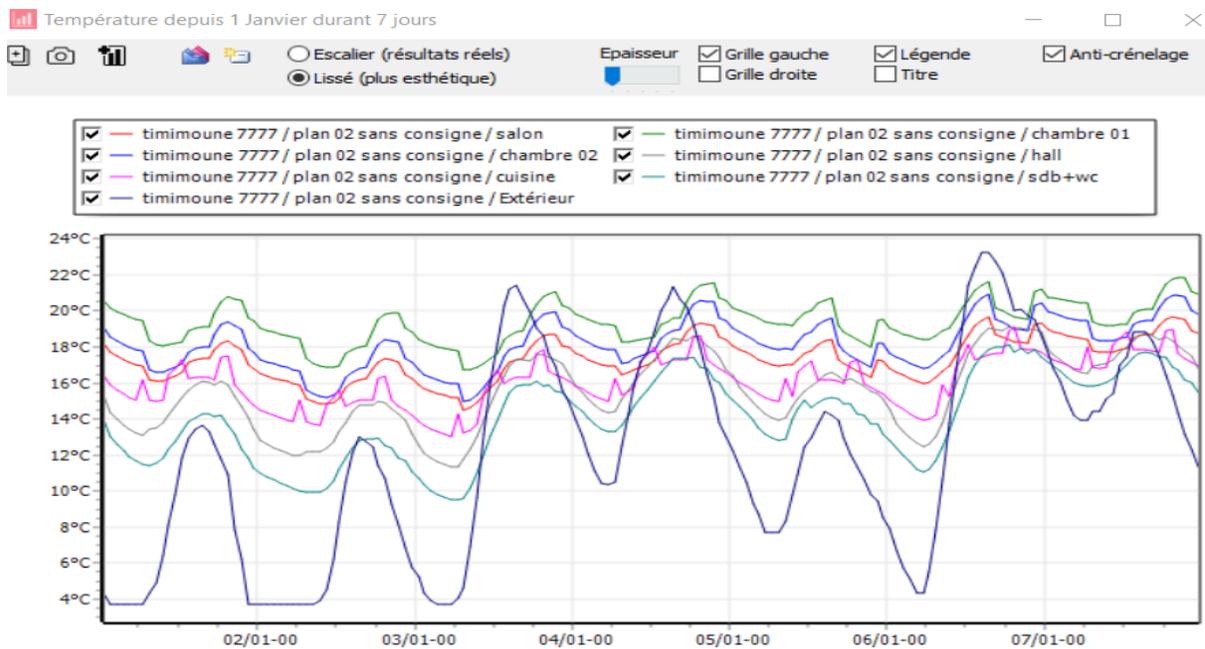


Figure 4. 37 Variante 06 : Evolution des températures pendant la semaine la plus froide dans la région de Timimoun.

Nous avons constaté que les températures extérieures varient de 4°C à 22°C, et qu'à l'intérieur des chambres 01 et 02 des variantes 01 et 02 peuvent respectivement atteindre 21°C et 22°C. nous avons constaté que les températures augmentent de 0.5°C par rapport à la variante 02. Dans la variante 04 et 05 nous avons remarqué que les températures augmentent de 1.5°C par rapport au cas initial, mais dans la variante 06 les températures diminuent de 2°C par rapport à la variante 06

Les résultats obtenus montrent que la différence en températures entre les pièces est dû au positionnement des pièces au sein du bâtiment, les pièces exposées au sud profitent du soleil bas de l'hiver et de ses apports gratuits de chaleur mais cela représente plutôt un inconvénient en été surtout pour les régions arides, avec les gains de chaleurs reçus à travers les ouvertures qui sont aussi orientées sud, et la chaleur dégagée par les équipements de la cuisine, ce qui impose la surchauffe. Pour les pièces orientées nord, étant l'exposition la plus froide, car elle reçoit peu le soleil.

#### 4 Simulation avec consigne de thermostat des différentes variantes étudiées :

Tableau 9 Les besoins en chauffage et climatisation des différentes variantes étudiées dans la région de Timimoun

	Variante 01	Variante 02	Variante 03	Variante 04	Variante 05	Variante 06
Les besoins de climatisation (KWh/m <sup>2</sup> )	<b>266</b>	<b>256</b>	<b>257</b>	<b>184</b>	<b>184</b>	<b>186</b>
Les besoins de chauffage (KWh/m <sup>2</sup> )	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>10</b>

Nous avons remarqué que les besoins de consommation annuels ont diminué suite au changement du type des fenêtres de 266 KWh/m<sup>2</sup> à 256 KWh/m<sup>2</sup> pour la saison estivale et de 17 KWh/m<sup>2</sup> à 15 KWh/m<sup>2</sup> pour la saison hivernale.

Dans la variante 03 les besoins de climatisation augmentent kWh/m<sup>2</sup> de 256 kWh/m<sup>2</sup> à 257 kWh/m<sup>2</sup> mais les besoins de chauffage diminuent de 15 kWh/m<sup>2</sup> à 14 kWh/m<sup>2</sup>. et dans la variante 04 les besoins de climatisation diminuent de 257KWh/m<sup>2</sup> à 184KWh/m<sup>2</sup> et de 3 KWh/m<sup>2</sup> à 0 KWh/m<sup>2</sup> pour les besoins de chauffage.

Mais pour la variante 06 les besoins de climatisation augmentent de 2kWh/m<sup>2</sup> par rapport à la variante 05, la même chose pour les besoins de chauffage augmente de 8 kWh/m<sup>2</sup>.

Tableau 10 Comparaison de taux de réduction de consommation des besoins en climatisation entre les variantes 05 et 06 par rapport à la variante 1 pour la région de Timimoun

	Taux de réduction
Taux de réduction de la variante 5 par rapport à la variante 1	31%
Taux de réduction de la variante 6 par rapport à la variante 1	30%

#### 5 Synthèse :

Tableau 11 Comparaison entre le taux d'inconfort pour les trois régions el oued, in Salah et Timimoune pour le cas initial et final (variante 01 et 06)

	Le taux d'inconfort de la variante 01	Le taux d'inconfort de la variante 06
<b>El Oued</b>	<b>59.51%</b>	<b>54.74%</b>
<b>In Salah</b>	<b>85.18%</b>	<b>75.81%</b>
<b>Timimoune</b>	<b>73.77%</b>	<b>66.51%</b>

Tableau 12 Taux de réduction de taux d'inconfort pour les quatre régions

Regions	Taux de réduction de taux d'inconfort
<b>El Oued</b>	<b>4.77%</b>
<b>In Salah</b>	<b>9.37%</b>
<b>Timimoune</b>	<b>7.26%</b>

Tableau 13 taux de réduction de consommation énergétique des différents sites étudiés

	El oued	In Salah	Timimoune
<b>Consommation totale variante 01</b>	200 kWh/m <sup>2</sup>	300 kWh/m <sup>2</sup>	266 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Consommation totale variante 06</b>	136 kWh/m <sup>2</sup>	212 kWh/m <sup>2</sup>	186 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Taux de réduction</b>	32%	29%	31%

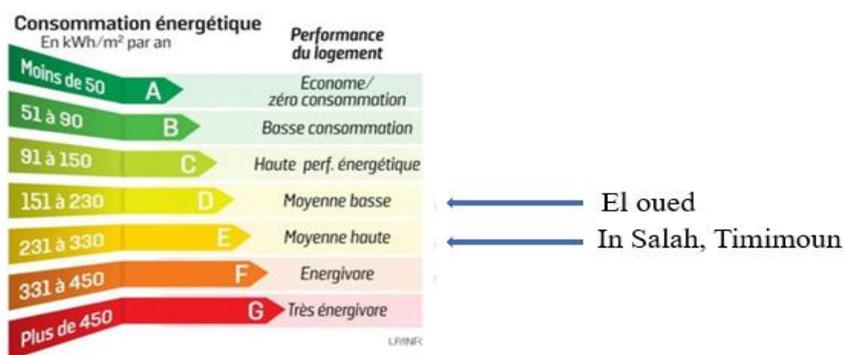


Figure 4. 38 Classement des cas d'étude initiale (variante 1) selon l'étiquette énergétique.

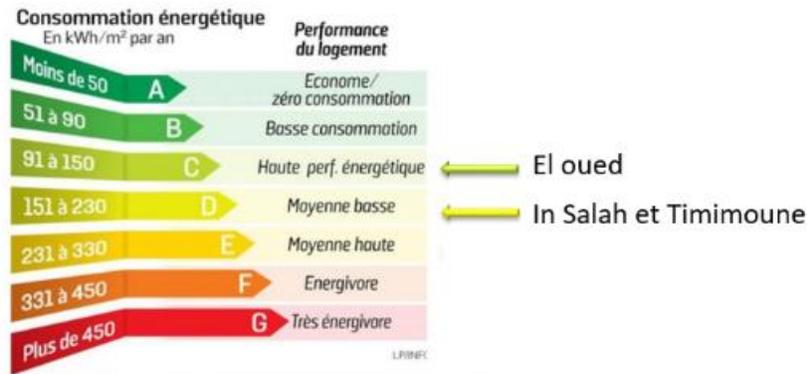


Figure 4. 39 Classement des cas d'étude après l'amélioration selon l'étiquette énergétique.

## 6 Conclusion

Le recours à l'utilisation des matériaux locaux du sud du pays entre autres l'intégration du mortier de terre, le palmier dattier et la brique de terre est indispensable afin d'améliorer la performance énergétique du logement moderne, les résultats de la présente étude ont prouvé l'efficacité de ces matériaux et qui ont permis d'atteindre une réduction totale estimée respectivement à **32%**, **29%** et **31%** pour el oued, in Salah et Timimoune. Malgré les résultats obtenus mais le logement reste énergivore vu les conditions climatiques des régions arides.

Malgré nous sommes arrivé à améliorer leurs classements selon l'étiquette énergétique pour les zones arides, de classe D à C pour El Oued, de classe E à D pour in Salah et Timimoun.

## **1 Introduction :**

Dans ce chapitre nous avons intégré un système photovoltaïque isolé avec batteries pour aborder l'efficacité énergétique et on a fait la simulation sous logiciel PVsyst.

## **2 Présentation du logiciel PVsyst :**

PVsyst est conçu pour être utilisé par les architectes, les ingénieurs et les chercheurs, mais c'est aussi un outil pédagogique très utile. Il inclut une aide contextuelle approfondie, qui explique en détail la procédure et les modèles utilisés et offre une approche ergonomique avec guide dans le développement d'un projet. PVsyst permet d'importer des données météo d'une dizaine de sources différentes ainsi que des données personnelles. Dans ce chapitre on expliquera comment utiliser le logiciel PVsyst pour un système photovoltaïque autonome (isolé avec batteries). [38]

Le logiciel PVsyst permet le :

- Prédimensionnement
- Estimation rapide de la production pour une première étude de vos installations
- Conception de projet
- Etude détaillée, dimensionnement et simulation horaire, résultats dans un rapport complet imprimable.
- Données météo (importation de diverses sources, génération synthétique,).
- Base de données de composante (module PV, onduleur, batteries, pompes, etc.)
- Outils didactiques, (géométrie solaire, optimisation de l'orientation, comportement électrique de champs PV avec ombrage).
- Analyse de données réelles mesurées (avancé).

## **2.1 Interface du logiciel PVsyst :**

### **2.1.1 Prédimensionnement :**

Le logiciel PVsyst permet le pré dimensionnement d'un projet, en quelques clics, sans composant réels, première évaluation des dimensions du système et de son composant le pré dimensionnement concerne trois systèmes :

- Couplé au réseau
- Isolé avec batteries
- Pompage

### **2.1.2 Conception du projet :**

Conception et dimensionnement final du projet dans cette option le PVsyst va :

- Etude et analyse détaillée d'un projet
- Calcul de la production à partir de simulations détaillées en valeurs horaires.
- Différentes variantes peuvent être simulées et comparées
- Masques lointains, et outil 3D pour les ombrages d'objets proches
- Analyse détaillée des pertes du système
- Evaluation économique, selon les composants réels.
- Conception et dimensionnement final du projet concerne quatre systèmes :
  - Couplé au réseau.
  - Isolé avec batteries.
  - Pompage.
  - Réseau cc.

### **2.1.3 Bases de données :**

- Gestion de bases de données météo et composantes :
  - Données météo.
  - Fichiers mensuels et journaliers, génération horaire synthétique
  - Analyse et vérification de données horaires.
  - Importation de diverses sources. Base de données composants :
    - Modules PV, onduleurs, batteries, pompes, régulateur etc...

### 2.1.4 Outils :

Permet de modifier les bases de données et d'utiliser des outils du programme sans pour autant créer un projet complet. [39]

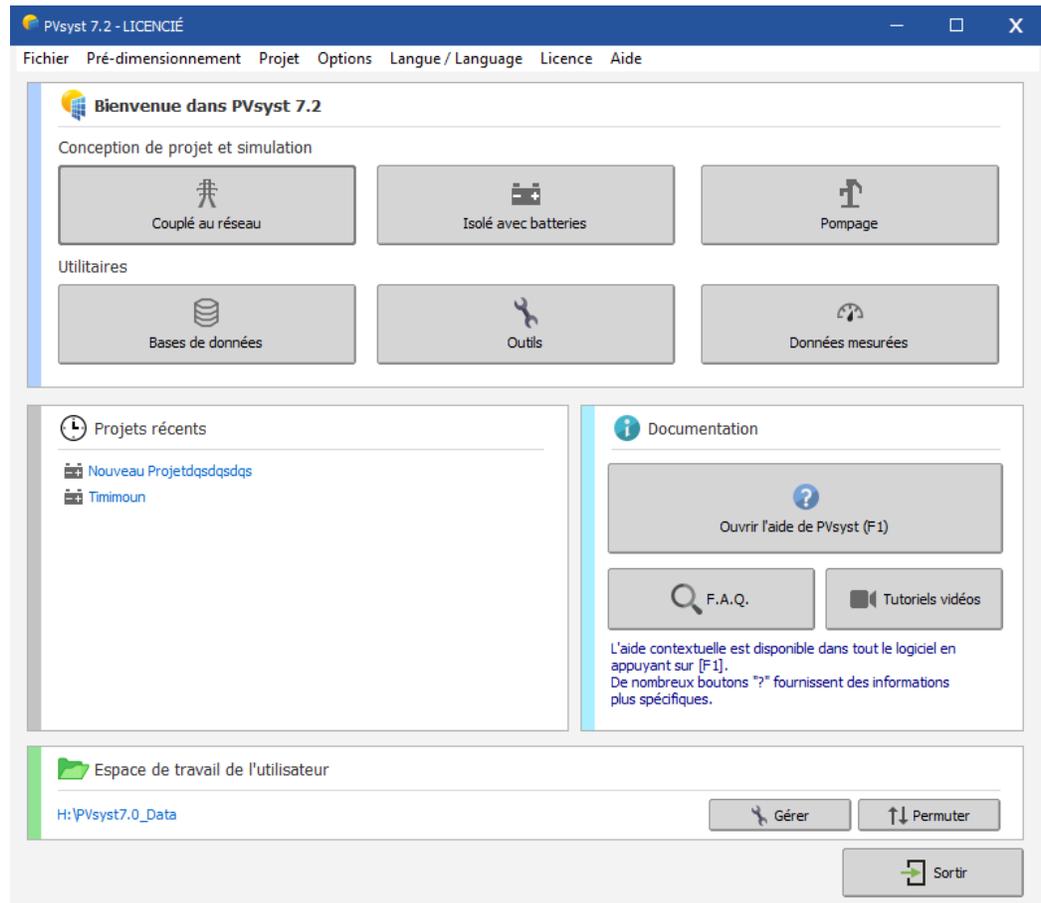


Figure 5. 1 Interface principale de logiciel PVsyst.

### 3 Présentation du projet :

Dans ce projet, nous allons faire un dimensionnement pour alimenter le logement complètement par un système P.V dans les différents sites arides qu'on a déjà parlais.

Leurs coordonnées géographiques sont :

Tableau 14 Données géographiques des sites.

No°	Région	Coordonnées	Altitude(M)
1	Timimoun	29.3°N/0.3°E	312
2	El Oued	33.5°N/6.8°E	62
3	In Salah	27.2°N/2.5°E	284

Figure 5. 2 Spécification des sites d'après les coordonnées géographiques

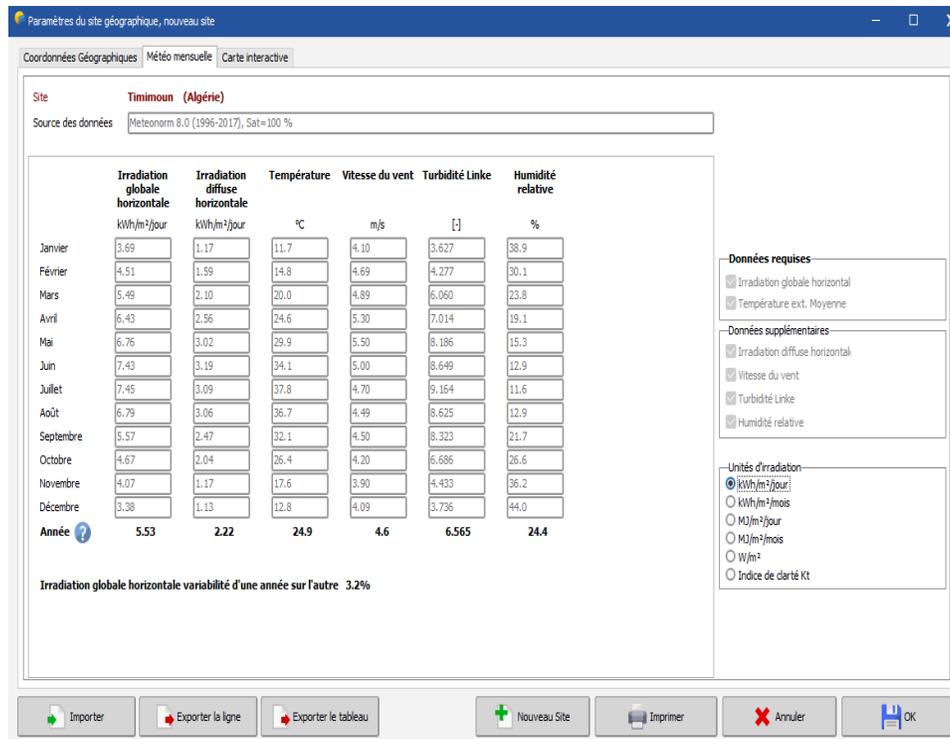


Figure 5. 3 Importation des données climatiques des sites.

Le logiciel Pvsyst importé celles données d'après la base des données du Métronome 8 il suffit juste lui donne les coordonnées géographique.

#### 4 Création d'un nouveau projet :

On retrouve ici le même fonctionnement que dans "la conception préliminaire" mais avec beaucoup plus de paramètres. Encore une fois, on choisit le type d'installation : connecté au réseau, déconnecté du réseau, système de pompe solaire ou connecté à un réseau continu.

<sup>1</sup>[40]

Pour notre étude on a choisi le type d'installation déconnecté du réseau (isolé avec batteries).

<sup>1</sup> Etude de faisabilité d'une installation solaire photovoltaïque autonome par Pvsyst pour établissement scolaire.

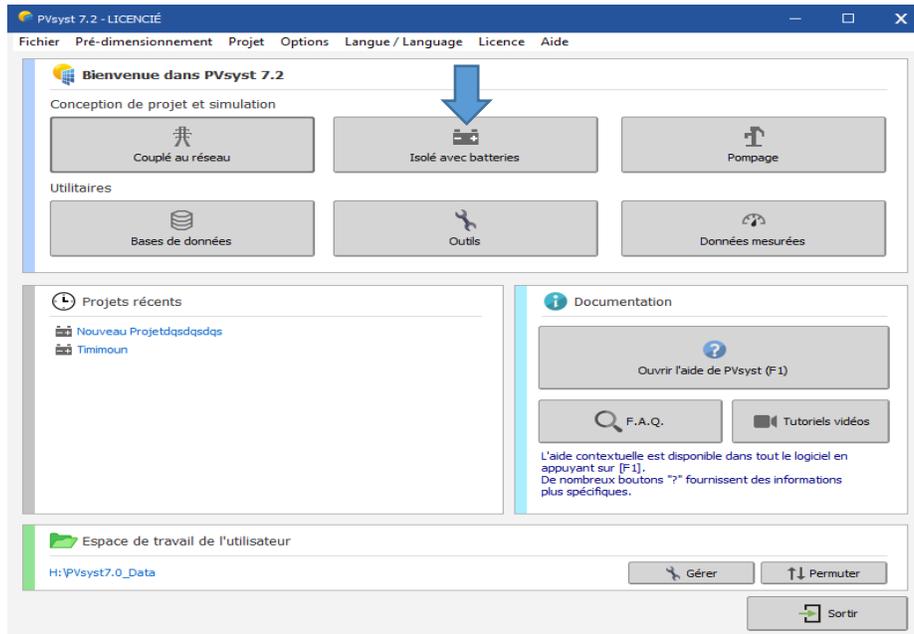


Figure 5. 4 Création du projet « système Isolé avec batteries »

Les étapes pour créer et simuler un projet système P.V dans le logiciel PVsyst :

Il nous donne la trajectoire et il nous guide pour simuler le projet correctement.

#### 4.1 Orientation des modules :

- Il faut choisir l'angle de l'inclinaison et l'azimut le plus optimisé de notre site pour avoir des bons résultats concernant la production d'énergie.

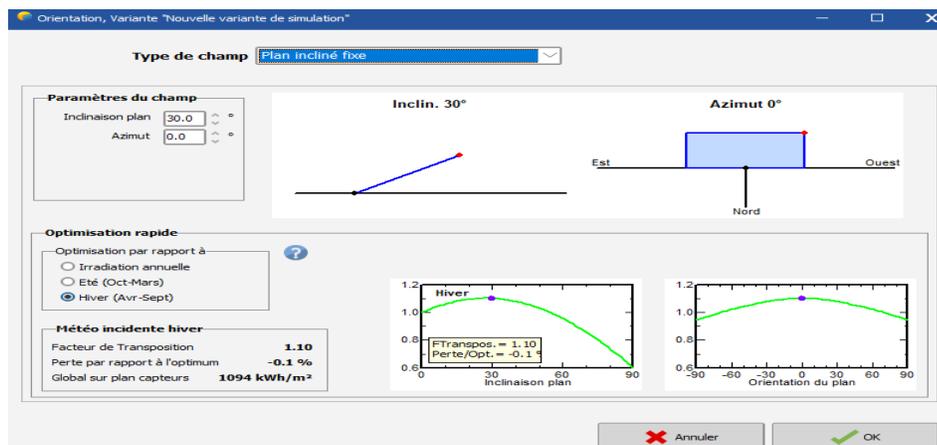


Figure 5. 5 Angle d'inclinaison et l'azimut

#### 4.2 La définition des besoins de l'utilisateur :

- Par défaut pour les petits systèmes, cela est proposé comme une liste des appareils ménagers et les détails de leur utilisation (peut être saisonnière ou mensuelle). Pour les systèmes industriels ou plus grands, vous avez de nombreuses possibilités de définir un profil de charge (compris par une liste de valeurs horaires). [37]

Tableau 15 La consommation énergétique des différents appareils durant la journée

Espace	Equipement électrique	Consommation énergétique	Durées d'utilisation (Heure)
<b>Zone de Confort (chambre 1, CHAMBRE 2, SALON)</b>	6 Lampes	33	6
	1 Tv	100	9
	1 Démodulateur	100	9
	1 Pc	100	4
<b>Cuisine</b>	1 lampe	33	6
	1 Réfrigérateur	70	24
	1 Four à gaz	300	3
<b>salles d'eau</b>	2 Lampes	33	6
	1 Machine à lavé	200	3
<b>Hall</b>	2 Lampes	33	6

**Consommations journalières**

Nombre	Appareil	Puissance	Util. journ.	Distrib. horaire	Daily energy
10	Lampes (LED ou fluo)	33 W/lampe	6.0 h/jour	OK	1980 Wh
2	TV / Démodulateur	100 W/app	9.0 h/jour	OK	1800 Wh
1	PC	100 W/app	4.0 h/jour	OK	400 Wh
1	Réfrigérateur	1.68 kWh/jour	24.0	OK	1680 Wh
1	Machines à laver linge/vaisselle	200.0 W moy.	3.0 h/jour	OK	600 Wh
1	Four à gaz	300 W/app	3.0 h/jour	OK	900 Wh
1	Lampe(LED)	1 W/app	3.0 h/jour	OK	3 Wh
	Consomm. de veille	1 W tot	24 h/jour		24 Wh
<b>Energie journalière totale</b>					<b>7387 Wh/jour</b>
<b>Energie mensuelle</b>					<b>221.6 kWh/mois</b>

**Définition consommation par**

**Années**

Saisons

Mois

**Utilis. Week-end ou semaine**

Utilisation seulement pendant

7 jours dans la semaine

Figure 5. 6 Définition de la consommation énergétique sous PVsyst

### 4.3 Définition de système du stockage et l'installation P.V :

-Il faut choisir le modèle de batterie qui correspond à nos besoins énergétiques et le logiciel va proposer le type de montage nécessaire, le nombre de batterie.

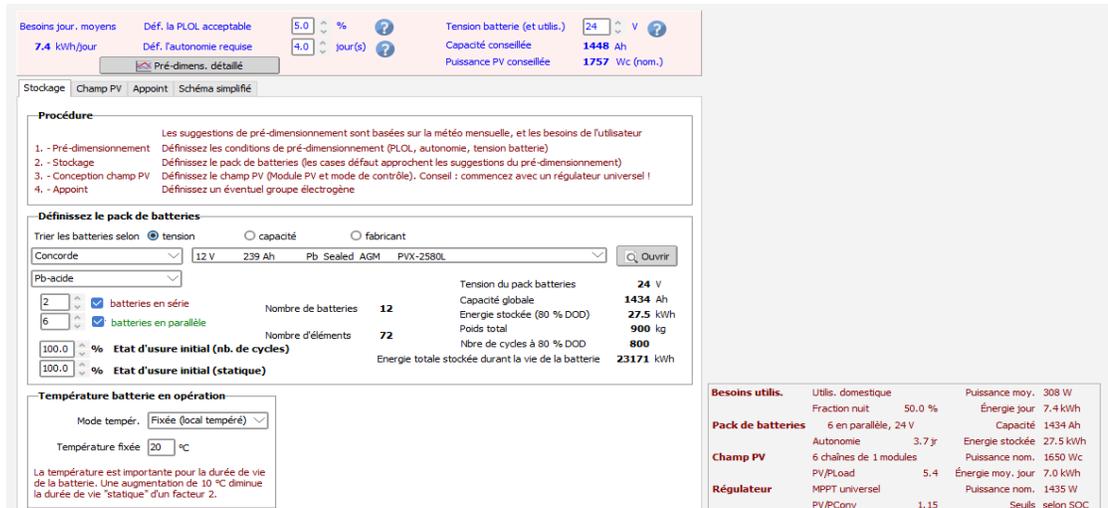


Figure 5. 7 Les caractéristiques des batteries proposées

- Choisir le type de module PV dans la base des données ou dans paramètre d'entré outil système. Le programme détermine le nombre de modules en série ou en parallèle, selon les conditions MPPT de batterie et voltage. et puissance PV nécessaire. [37]

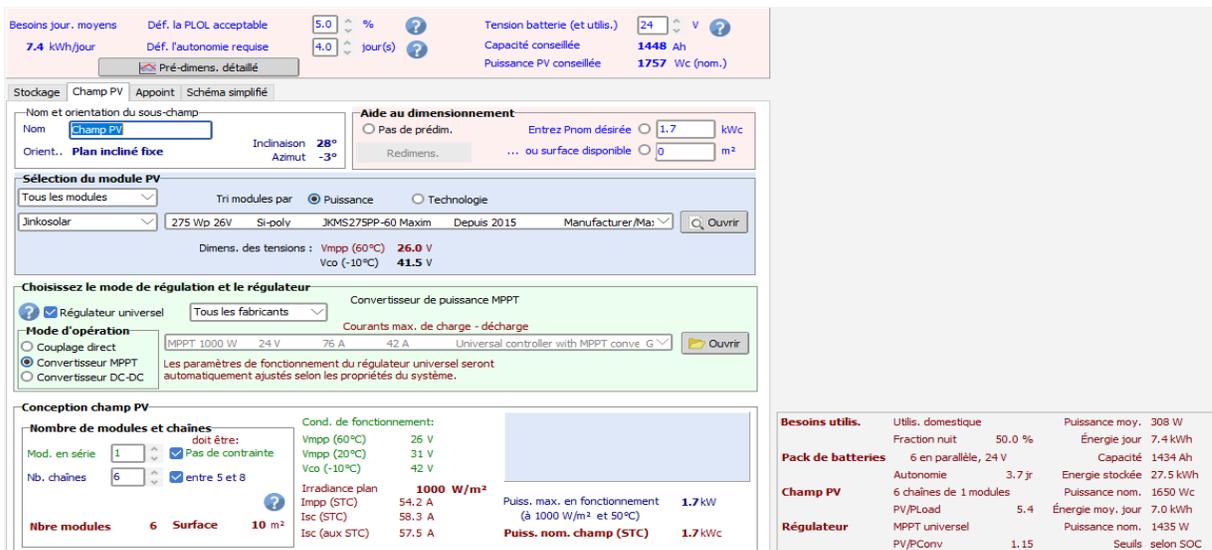


Figure 5. 8 Le choix d'un module P.V et Régulateur préférable

- Nous avons ajouté un système d'appoint en cas de panne ou pas d'ensoleilment.

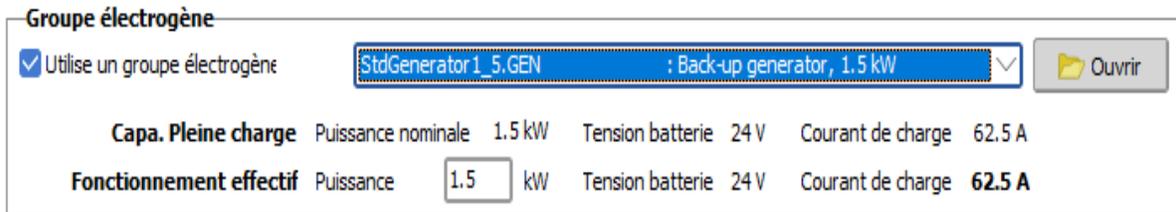


Figure 5. 9 Le choix d'un groupe électrogène

- Le schéma simplifié :

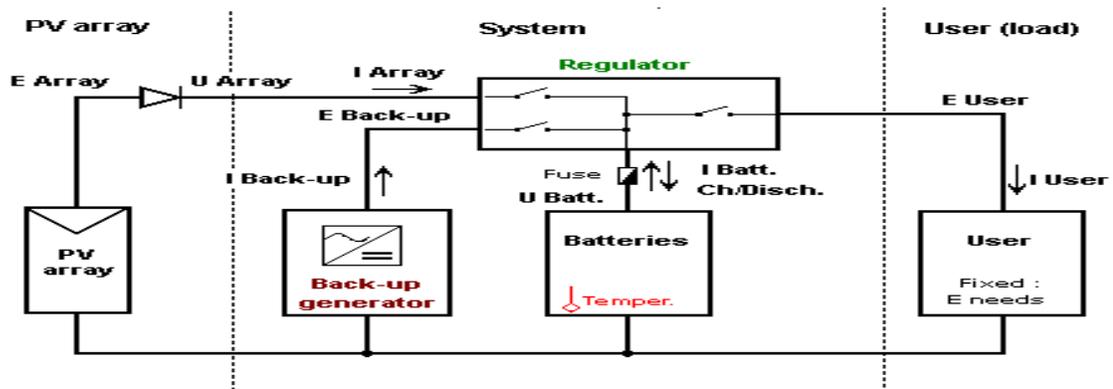


Figure 5. 10 Le schéma simplifié de notre système P.V

#### 4.4 Lancement de la simulation :

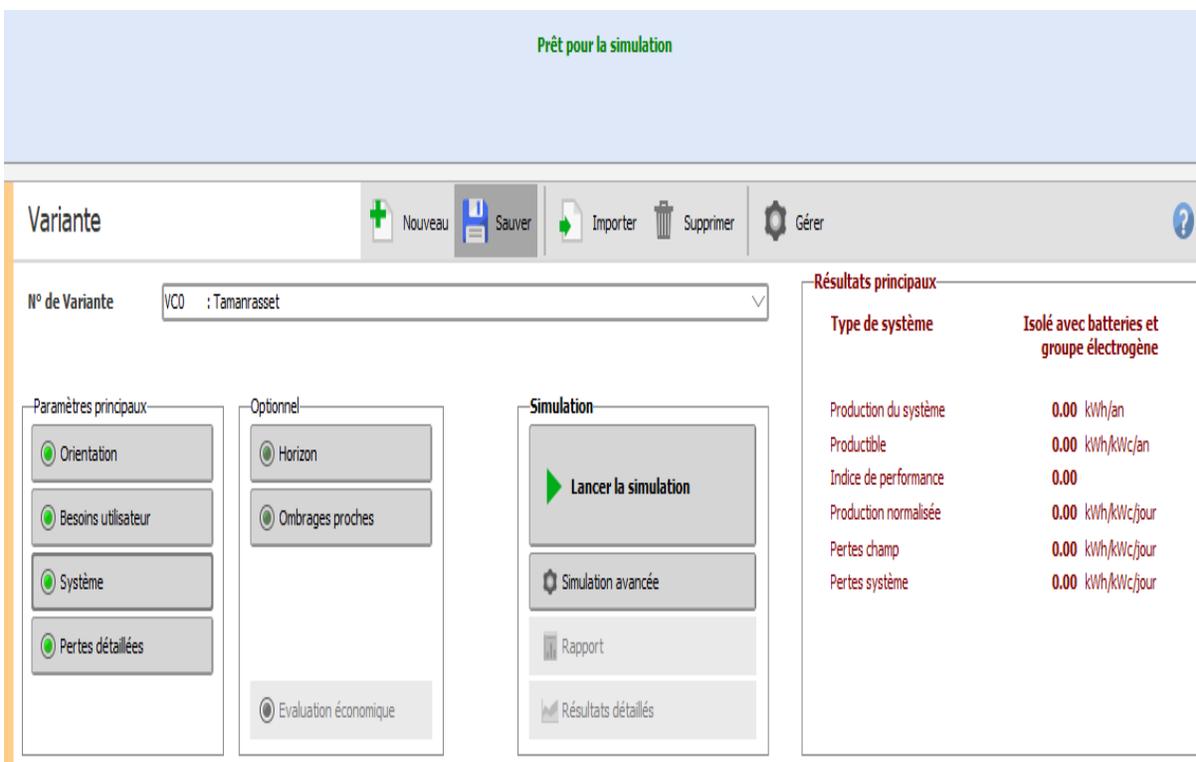


Figure 5. 11 Logiciel prêt pour la simulation

## 5 Résultat et discussion de la simulation :

### 5.1 Orientation plan capteurs :

Tableau 16 L'angle d'inclinaison et l'azimut optimisé de chaque site [41]

Site	Inclinaison	Azimut
Ain Salah	28°	-3°
Timimoun	31°	-3°
El Oued	33°	-2°

### 5.2 Proposition pour l'installation :

-Les onduleurs de chaîne ont l'avantage d'être une solution moins chère à court terme en raison du besoin d'équipement inférieur par rapport aux micro-onduleurs. Un onduleur de chaîne peut gérer l'énergie produite à partir d'une rangée de 5 à 10 panneaux. Par conséquent, vous pouvez

économiser sur le coût initial de l'équipement en achetant un onduleur de chaîne au lieu de 5 à 10 micro-onduleurs. Cependant, les coûts à long terme associés aux onduleurs à chaîne dépassent de loin les avantages.

-Le principe du panneau intégré dans la toiture

Appelé aussi Intégration au Bâti (abrégée IAB), cela consiste à remplacer une partie du toit par des panneaux. Ils ont alors un double rôle : celui de produire de l'électricité, mais aussi d'assurer l'étanchéité de votre maison.

-pendant la mise en place des panneaux solaires pour aborder la performance énergétique nous avons été confrontés à un souci qui est l'emplacement des batteries responsable du stockage de l'énergie électrique dans un endroit sûr et bien sécurisé après l'étude et la recherche d'une éventuelle solution nous avons pensés à construire un sous-sol afin de créer une place isolée en adobe pour éviter tous risques d'explosion de ces dernières.

### 5.3 La caractéristique de module P.V, Batterie, Régulateur, Groupe électrogène :

#### Module PV

Fabricant	Jinkosolar
Modèle	JKMS275PP-60 Maxim
(Base de données PVsyst originale)	
Puissance unitaire	275 Wc
Nombre de modules PV	6 unités
Nominale (STC)	1650 Wc
Modules	6 Chaînes x 1 En série

#### Aux cond. de fonct. (50°C)

Pmpp	1485 Wc
U mpp	27 V
I mpp	55 A

#### Régulateur

Régulateur universel	
Technologie	Convertisseur MPPT
Coeff. de temp.	-5.0 mV/°C/Élém.

#### Convertisseur

Efficacité maxi et EURO	97.0 / 95.0 %
-------------------------	---------------

#### Groupe électrogène

Fabricant	Back-up generator
Modèle	1.5 kW
Puissance nominale	1.5 kW

#### Puissance PV totale

Nominale (STC)	2 kWc
Total	6 modules
Surface modules	9.8 m <sup>2</sup>
Surface cellule	8.8 m <sup>2</sup>

#### Batterie

Fabricant	Concorde
Modèle	PVX-2580L
Technologie	Pb-acide, scellée, AGM
Nombre d'unités	6 en parallèle x 2 en série
Décharge : min. SOC	20.0 %
Energie stockée	27.5 kWh

#### Caractéristiques du banc de batteries

Tension	24 V
Capacité nominale	1434 Ah (C10)
Température	Fixée 20 °C

#### Seuils de régulation batterie

Seuils de commande selon	Calcul SOC
Charge	SOC = 0.90 / 0.75
environ	26.4 / 25.1 V
Décharge	SOC = 0.20 / 0.45
environ	23.5 / 24.4 V
Commande groupe électrogène	SOC = 0.25/0.45
environ	23.8 / 24.6 V

Figure 5. 12 La caractéristique des composants du champ de capteur

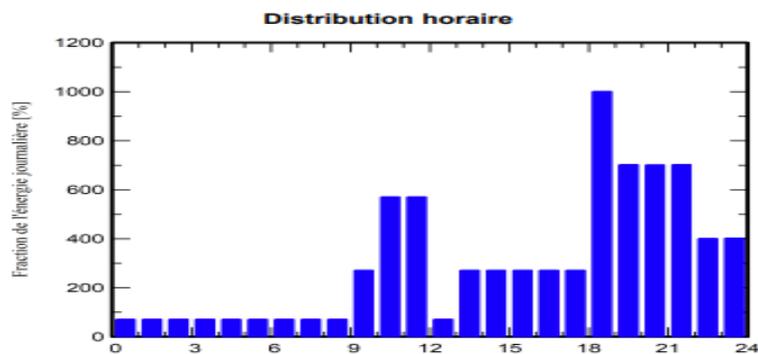


Figure 5. 13 La distribution horaire des besoins énergétique

On voit que la consommation moyenne par les utilisateurs est de **7.39 KWh/jr** et nous remarquons que la consommation d'énergie va atteindre le maximum entre **18.00 à 22.00** avec une consommation égale à **3.1 KWh**.

## 6 Résultats et discussion :

### 6.1 La région de Timimoun :

#### Production du système

Energie disponible	2916 kWh/an
Energie utilisée	2696 kWh/an
En excès (inutilisée)	113 kWh/an
<b>Energie d'appoint du groupe électrogène</b>	
Energie d'appoint	0 kWh/an
Consomm. de carburant	0 litre/an

Productible	1768 kWh/kWc/an
Indice de performance (PR)	72.63 %
Fraction solaire (SF)	100.00 %
<b>Vieillessement batterie (Etat d'usure (SOW))</b>	
SOW cyclage	94.9 %
SOW statique	80.0 %

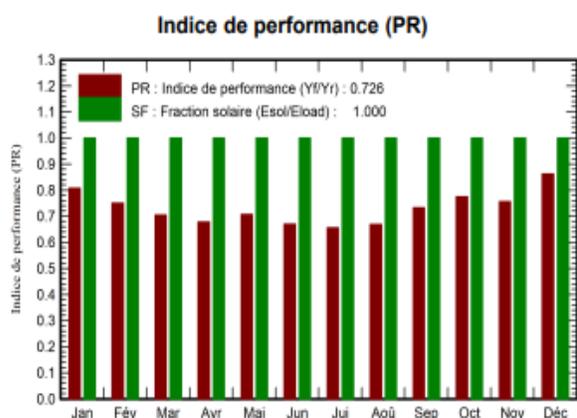
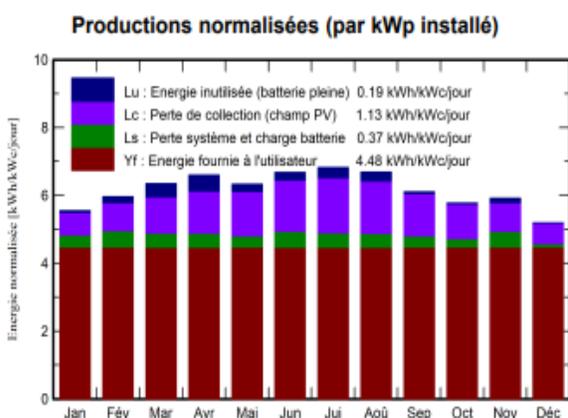


Figure 5. 14 Le bilan énergétique du site de Timimoun

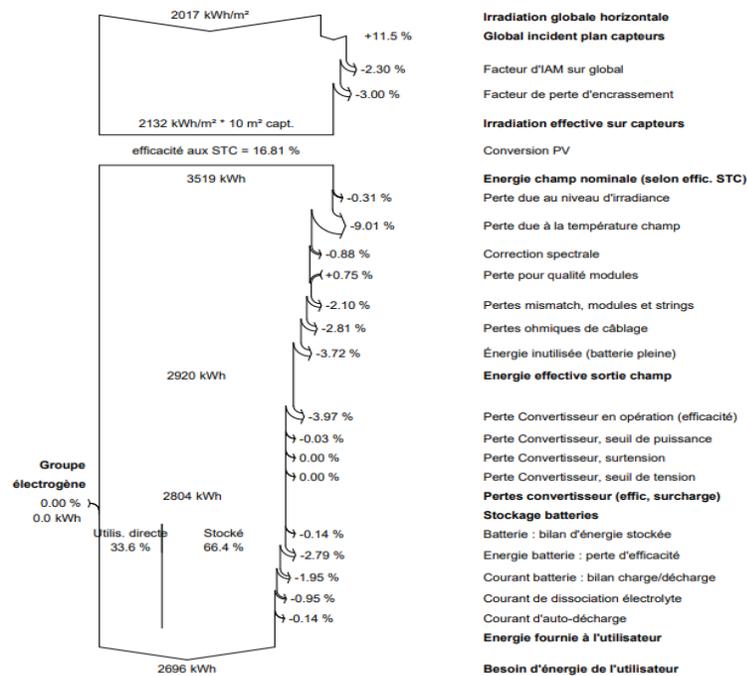


Figure 5. 15 Diagramme des pertes pour le site de Timimoun

## 6.2 El Oued :

### Production du système

Energie disponible	2611 kWh/an
Energie utilisée	2697 kWh/an
En excès (inutilisée)	14 kWh/an
<b>Energie d'appoint du groupe électrogène</b>	
Energie d'appoint	180 kWh/an
Consomm. de carburant	108 litre/an

Productible	1583 kWh/kWc/an
Indice de performance (PR)	77.40 %
Fraction solaire (SF)	93.34 %
<b>Viellissement batterie (Etat d'usure (SOW))</b>	
SOW cyclage	94.7 %
SOW statique	80.0 %
Durée de vie batterie	5.0 ans

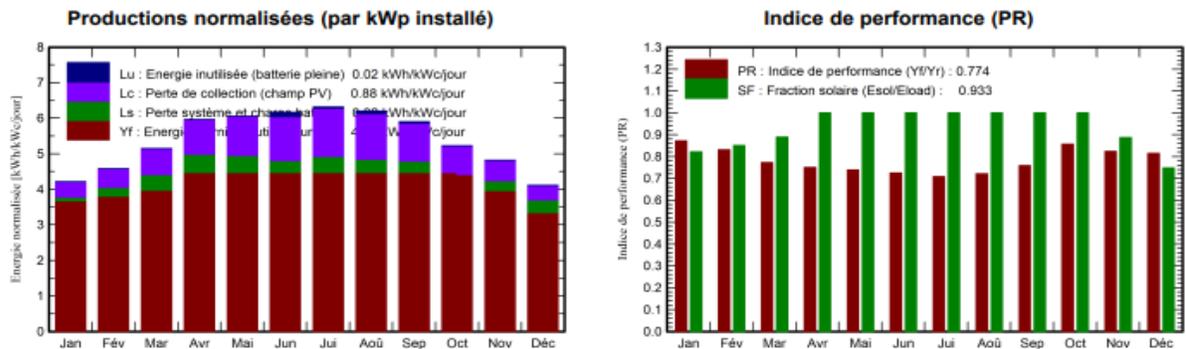


Figure 5. 16 Le bilan énergétique pour le site de l'El Oued

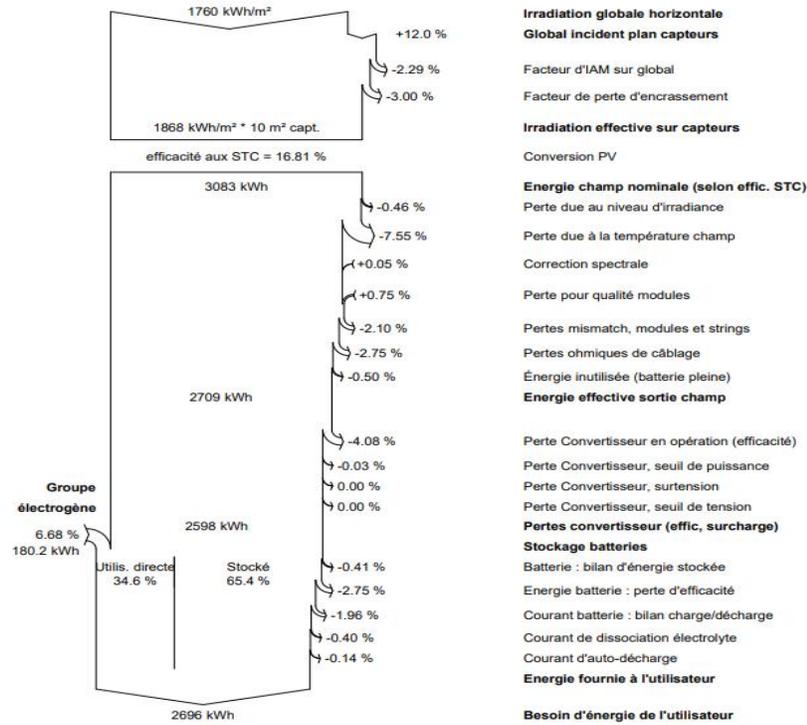


Figure 5. 17 Diagramme des pertes pour le site d'El Oued

### 6.3 In Salah :

#### Production du système

Energie disponible	2843 kWh/an
Energie utilisée	2697 kWh/an
En excès (inutilisée)	104 kWh/an

Productible	1723 kWh/kWc/an
Indice de performance (PR)	72.20 %
Fraction solaire (SF)	97.82 %

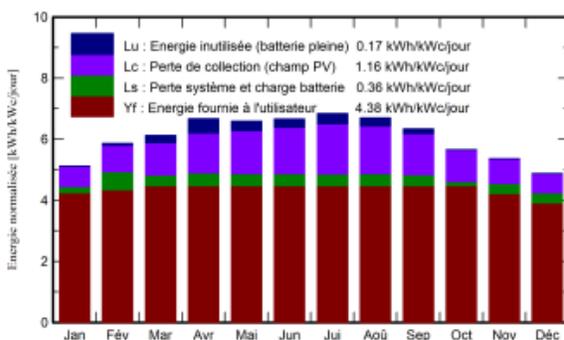
#### Energie d'appoint du groupe électrogène

Energie d'appoint	59 kWh/an
Consomm. de carburant	36 litre/an

#### Vieillessement batterie (Etat d'usure (SOW))

SOW cyclage	92.0 %
SOW statique	80.0 %
Durée de vie batterie	5.0 ans

#### Productions normalisées (par kWp installé)



#### Indice de performance (PR)

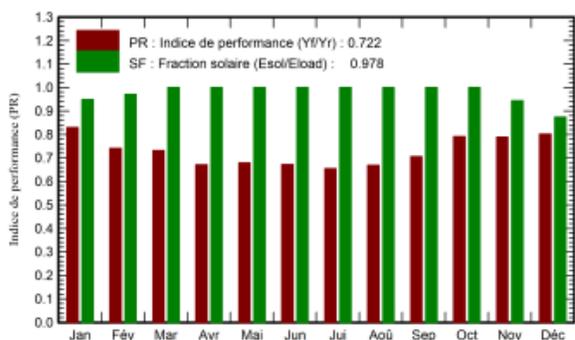


Figure 5. 18 Le bilan énergétique pour le site d'in Salah

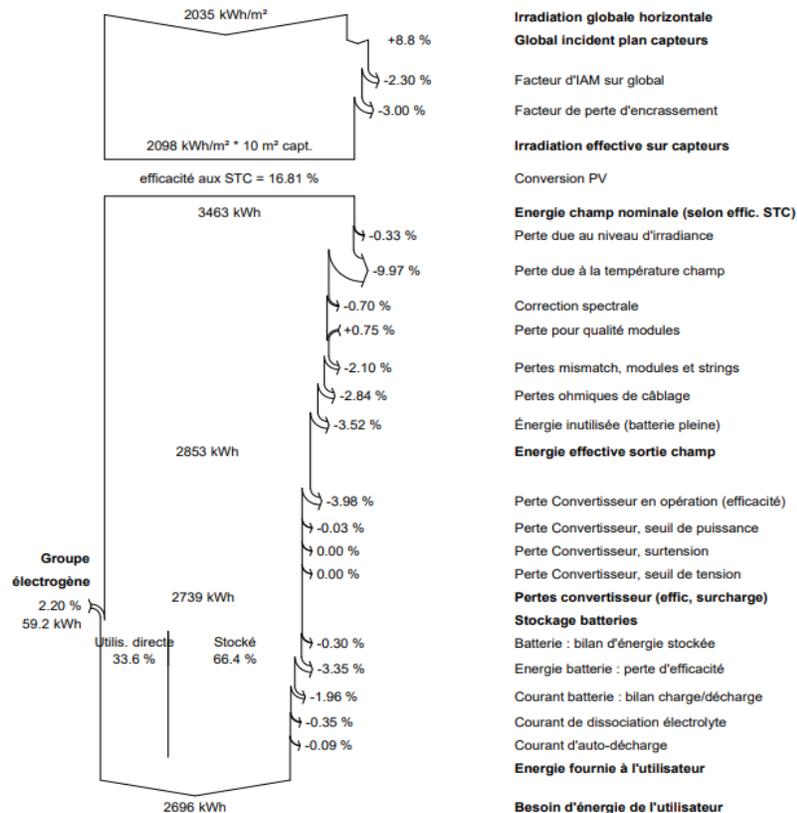


Figure 5. 19 Diagramme des pertes pour le site du Ain Salah

## 7 L'interprétation des résultats :

Nous avons utilisé le même système P.V pour les différentes régions étudiées, le nombre des modules est estimé à 6 modules, et à 12 batteries. D'après la visualisation et l'analyse des résultats que nous avons obtenus on remarque que :

- La fraction solaire annuelle ( $E_{sol}/E_{load}$ ) est toujours  $> 93\%$  et l'indice de performance (rendement) est  $> 72\%$  c'est-à-dire notre système installé fonctionne parfaitement à cause de l'angle d'inclinaison et de l'azimut optimisées afin d'avoir les meilleurs résultats.

- On remarque que dans le site de TIMIMOUN la production énergétique de nos modules P.V est suffisante sans l'utilisation du système d'appoint (groupe électrogène) avec une énergie supplémentaire (énergie inutilisée) qui est supérieure à  $> 113\text{kWh/an}$ .
- L'utilisation de système d'appoint (groupe électrogène) dans le site d'Ain Salah avec une consommation de  $59\text{kWh/an}$  et à  $180\text{ kWh/an}$  pour le site d'EL OUED.
- On voit que la température du site joue un rôle principal dans la production énergétique et le champ P.V et affecte leur rendement.

## **8 Conclusion :**

- L'inclinaison et l'orientation des panneaux a un impact significatif pour avoir une bonne captation des irradiances solaires et pour un meilleur rendement.
- La température est un facteur principal qui affecte la production énergétique et le rendement des modules.

### **Conclusion générale :**

Dans le cadre de ce travail nous avons étudié le comportement thermique d'un logement standard représentatif du logement contemporain Algérien adapté les dans différents sites algériens, El Oued, In Salah et Timimoune où chaque région représente une zone climatique différente  $D_1$  et  $D_2$ .

La détermination des besoins en chauffage et climatisation pour les bâtiments situés dans chaque zone s'est faite sous le logiciel Pléiades 5.22.6.1 en fonction d'un scénario d'occupation prédéfini et en tenant compte de la moyenne nationale, de la taille des ménages pour chaque région et des caractéristiques climatiques de chaque site d'implantation. Des scénarios de ventilation nocturne et de dissipation d'énergie ont été aussi considérés pour les besoins de la simulation.

L'Algérie doit de se tourner vers des solutions naturelles et respectueuses de la santé et de l'environnement comme les isolants végétaux exempts de polluants chimiques. Notre pays heureusement dispose d'une multitude de matériaux végétaux comme le palmier dattier.

Dans ce travail nous avons essayé de valoriser ces matériaux dans la construction étudiée, en proposant le palmier dattier comme isolant propre de grande qualité est disponible au sud du pays, et on a obtenu des résultats satisfaisants, nous avons remarqué une baisse des échanges calorifiques avec l'extérieur, par conséquent une réduction importante en besoins énergétiques et qui sont estimés à 32% pour el oued, 29% pour in Salah et 31% pour Timimoune Aussi, il est important d'avoir recours aux matériaux locaux et à l'héritage architectural au sud du pays. Des économies importantes pourront être faites par rapport à la construction actuelle, le cout de l'isolant polystyrène par exemple, souvent utilisé en plus de ne pas être écologique revient plus cher (cout du transport). Avec la nouvelle composition nous obtenons une stabilisation de profil des températures à l'intérieur du bâtiment malgré les variations des températures extérieures. Cette composition reste néanmoins assez performante par rapport à la composition de base.

L'intégration des matériaux locaux est donc plus que nécessaire pour maîtriser les couts et économiser de l'énergie dans nos constructions. L'enjeu étant principalement économique

## *Conclusion générale*

---

limitant ainsi le recours aux matériaux importés et renforçant l'entrepreneuriat local et la création d'emplois non délocalisables.

Les résultats obtenus montrent clairement que la performance énergétique est atteinte en hiver puisque les besoins en chauffage sont presque nuls pour les zones étudiées.

Par contre l'enveloppe des bâtiments n'assure pas le confort de l'occupant en été, surtout pour les zones arides où les températures à l'extérieur peuvent atteindre 49°C. Ceci a exigé l'intégration d'un système de climatisation avec des consommations énergétiques qui ont dépassé le seuil de la performance énergétique (50 KWh/m<sup>2</sup>) ou les besoins en climatisation ont été estimés à **136 KWh/m<sup>2</sup>**, **212 KWh/m<sup>2</sup>** et **186 KWh/m<sup>2</sup>** pour El oued, In Salah et Timimoune respectivement. C'est pour cette raison nous avons confirmé les techniques passives sont pas suffisantes pour atteindre le confort thermique optimale, donc il faut l'intégration d'un système actif de rafraîchissement.

Nous avons fini notre étude avec intégration un système photovoltaïque isolée avec batteries pour aborder notre performance énergétique et la production de l'électricité pour notre habitat et nous avons supportés notre système avec un groupe électrogène comme un système d'appoint en cas de panne ou pas d'ensoleillement, les résultats obtenus de l'indice de performance 72.63% pour la région de Timimoun, 77.40% pour la région d'el oued, 72.20% pour la région de in Salah donc notre système photovoltaïque performant dans les trois région.

**REFERENCES**

- [1] **FEZZAI, S., AHRIZ, A., & Alkama, D.** (2012). *Evaluation des performances Énergétiques de l'habitat traditionnel dans la région de SOUF.*
- [2] **Moujalled, B.** (2007). *Modélisation dynamique du confort thermique dans les bâtiments naturellement ventilés. Institut National des Sciences Appliquées, Lyon, France.*
- [3] **Nemer, H., Ghougal, M., & Khanchouche, M.** (2016). *Mémoire « L'intégration de La conception bioclimatique dans l'habitat collectif. »*
- [4] **Belkebir, A., & Boukadoum, A.** (2017). *Mémoire « Les procédés de La conception bioclimatique aux équipements scolaires sous un climat semi-aride. »*
- [5] **Zaouia, K., Kaoud, H., & Mazouz, S.** (2015). *Mémoire « Logement individuel et conception bioclimatique. »*
- [6] **Bouali, N., Haridi, M. A., & Kaghouche, M.** (2020). *Mémoire « L'impact de la coupole sur le confort thermique dans les milieux chauds et arides. »*
- [7] **BOULERBAH, Taleb.** *L'amélioration du confort thermique de l'habitat traditionnel par l'adaptation d'un matériau de haute performance et le traitement de l'espace patio. Cas d'étude secteur sauvegardé de la ville de Laghouat. 2019. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider-Biskra.*
- [8] *Evaluation des performances énergétiques de l'habitat traditionnel dans la région de SOUF*
- [9] **A. Mokhtari, K. B.** (2008). *Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar.*
- [10] *« Étude du confort thermique dans l'habitat par des procédés géo héliothermiques » mémoire doctorat 2017*
- [11] **Bendjaouane, S., Lemherzi, N., & OUDRANE, A.** (2020). *Evaluation du confort thermique dans les anciennes bâtisses de la région d'Adrar (Doctoral dissertation, université Ahmed Draia-ADRAR).*
- [12] **Mansouri, Z.** (2018). *Cohabitation entre l'architecture traditionnelle et moderne pour un modèle d'habitat adapté à l'aspect climatique et social des villes sahariennes Cas d'étude la ville de Bechar (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider–Biskra).*
- [13] **Nefidi, H.** (2019). *Évaluation thermique de l'habitat traditionnel en Algérie : Cas de la région de Souf.*
- [14] **FERCHA, N., & BENBOUAZIZ, A.** *La conception bioclimatique des écoles : un mécanisme efficace pour la protection de l'environnement et la santé de l'enfant.*

- [15] M.Haj Hussein, *Investigation sur la qualité des ambiances hygrothermiques et lumineuses des Habitats palestiniens, La cour : contribution environnementale et socioculturelle, école doctorale des sciences physiques et de l'ingénieur, université Bordeaux 1, Thèse de doctorat, 2012*
- [16] Bouteraa, G., & Lehchili, A. (2017). *L'efficacité énergétique dans un éco village touristique.*
- [17] ZAIDI Lydia (2020). *Analyse et prédiction des consommations d'énergie dans des foyers algériens cas de l'étude des maisons individuelles le site de Bouira*
- [18] APRUE (l'Agence de la promotion et de rationalisation de l'utilisation de l'énergie),.
- [19] MEKIDECHE, Z., & LACHACHE, M. (2021). *Etude de l'effet de l'humidité sur le confort thermique dans les bâtiments (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).*
- [20] Benharra, H. (2016). *Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment.-Cas des zones arides et chaudes- (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).*
- [21] Meziane, S. E., & Hamoudi, A. (2021). *La Stratégie de protection solaire en façade d'un équipement administratif dans un milieu aride.*
- [22] Melle BENHARRA Houda, (2016). *Impact de l'orientation sur la consommation énergétique dans le bâtiment. -Cas des zones arides et chaudes-.*
- [23] <https://revue.cder.dz/index.php/rer/article/view/80>
- [24] <https://revue.cder.dz/index.php/rer/article/download/326/299>
- [25] [https://www.academia.edu/download/47321056/Evaluation\\_des\\_performances\\_nergtiques\\_d20160718-26930-zkjfb5.pdf](https://www.academia.edu/download/47321056/Evaluation_des_performances_nergtiques_d20160718-26930-zkjfb5.pdf)
- [26] <https://revue.cder.dz/index.php/rer/article/download/400/371>
- [27] *DTR (document technique réglementaire) C3.4 : Climatisation : Règles de calcul des apports calorifiques des bâtiments. CNERIB 2007.*
- [28] *Meteonorm 7.2*
- [29] <https://www.latlong.net/>

## **Références**

---

[30] [31] Samir Semahi, Noureddine Zemmouri, Manoj Kumar Singh, Shady Attia. *Comparative bioclimatic approach for comfort and passive heating and cooling strategies in Algeria. Building and Environment. Volume 161, 2019.*

[32] SAMI Sabrina. *Contribution A L'intégration de Composants Solaires dans La Structure Bâtie Application Aux Sites Algériens. Thèse de doctorat. Université Saad Dahlab Blida-1, 2018.*

[33] [34] [35] [36] <https://www.izuba.fr/>

[37] <https://meteonorm.com/meteonorm-zeitreihen>

[38]

[https://docs.izuba.fr/v4/fr/index.php/Sc%C3%A9narios\\_\(Biblioth%C3%A8que\)?fbclid=IwAR3KxhPUIWgxEX1y-aVNXHYGiDcNgjr4UvfI0lhxyb8sYebRfSPcX78dWtQ](https://docs.izuba.fr/v4/fr/index.php/Sc%C3%A9narios_(Biblioth%C3%A8que)?fbclid=IwAR3KxhPUIWgxEX1y-aVNXHYGiDcNgjr4UvfI0lhxyb8sYebRfSPcX78dWtQ)

[39] *Dimensionnement d'une installation photovoltaïque (application entreprise ENAVA) :*  
par : AMEUR ALI ELHABIB et DAOUDI MUSTAPHA

[40] Logiciel PVsys 7.2

[41] *Etude de faisabilité d'une installation solaire photovoltaïque autonome par PVSystem pour établissement scolaire.*