Le 4ème Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables
The 4th International Seminar on New and Renewable Energies
Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, Ghardaïa – Algeria 24 - 25 Octobre 2016

Apport de l'amélioration de l'enveloppe et l'intégration des panneaux photovoltaïque sur le bilan énergétique

OULDZEMIRLI Mohamed Abdelmoumen *1, BENNABAS Moussadek[1],

1 laboratoire de conception et de modélisation des formes et des ambiances architecturales (LACOMOFA)

Département d'architecture, Université Mohamed Kheider Biskra - Algérie

** moumenarchi@gmail.com*

***Résumé*— Aujourd'hui la consommation de l'énergie est considérée comme un facteur déterminant dans la réalisation des projets, le présent travail , en liaison avec les consommations d'énergie dans le bâtiment, se devise en deux parties ; la première traite de quelques nouvelles techniques de construction par l'application de l'isolation à la maison bioclimatique, en intervenant sur trois échelles, par adoption du double vitrage avec argon comme solution pour les fenêtres en premier lieu, pour les murs , on a opté pour un matériau local écologique (l'adobe) comme renforcement de l'Isolation Thermique par l'Extérieur et enfin, l'amélioration de l'isolation de la toiture.**

Ces étapes sont testés dans un logement collectif situé à Laghouat ville (Algérie), à 400 km au sud de la capital, à travers la simulation thermique dynamique par l'usage du logiciel Pléiades + Comfie, pour voir à quelle point sera réduite la consommation énergétique du logement en question, et qui sera à son tour complétée par l'intégration des panneaux photovoltaïque pour la production de l'électricité, là où une simulation du rendement propre de la ville de Laghouat a été effectuée à l'aide du logiciel PV sys.

***Mots clés*— Durabilité des bâtiments, changements climatiques, réhabilitation énergétique, consommation de l'énergie, Pléiades + comfie, PV sys.**

***Abstract*— Today the consumption of energy is a key factor in the design of news houses, this study is to test the adaptability of these news techniques of construction on this factor, especially one of the principal of bioclimatic houses which is insulation, where I stepped in three scales, I adopted for double glazing with argon as a solution to the first step, secondly, for the walls, I choose a local and ecological material which is adobe reinforced by Thermal insulation for Exterior, and at the end I consolidated the roof insulation. These steps are tested in a collective house located in the city of Laghouat, 400 km south of the capital, through the dynamic thermal simulation with the Pleiades + comfie software. And secondly the integration of photovoltaic panels to produce electricity, where I simulated the performance in the city of Laghouat with the PV syst software.**

***Keywords*— consumption of energy, bioclimatic houses, Pleiades + comfie, photovoltaic panels, PV syst software**

I. Introduction

Aujourd'hui le thème des énergies nouvelles et renouvelables devient une grande dispute entre les nations, pour lutter contre les changements climatiques dues principalement à la pollution de l'environnement. A cet effet les règles et les techniques de construction accèdent une nouvelle aire, de nouveaux labels et certifications sont apparues dans la réalisation des habitations ou même pour la réhabilitation énergétique des anciennes constructions.

L'Algérie s'est engagée avec détermination sur la voie des énergies renouvelables afin d'apporter des solutions globales et durables aux défis environnementaux et aux problématiques de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile. Comme il a opté pour les nouvelles technologies de production de l'électricité renouvelable, plusieurs centrales photovoltaïques sont en cour de réalisation par la société nationale SONELGAZ, avec leur filiale SKTM, et Laghouat a eu la chance de bénéficier d'une centrale de 50 MW.

Dans le cadre du Programme National pour la Maîtrise de l'Energie, 'PNME', l'Algérie lance un projet de réalisation des logements à haute performance énergétique sur le territoire national. Le programme Eco-Bat porte sur la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique, couvrant les différentes zones climatiques du pays [1],

II. QU'EST-CE QUE LE BILAN ENERGETIQUE :

Le bilan énergétique reflète la consommation énergétique de bâtiment d'habitation (maisons individuelles et habitat collectifs), bâtiments administratifs et scolaire. Le bilan énergétique permet d'établir le certificat énergétique des bâtiments. Il montre d'une part l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment et d'autre part, la quantité d'énergie nécessaire à un bâtiment utilise de façon standard.

Ceci est valable pour des bâtiments existants mais aussi pour les nouvelles constructions. Le besoin énergétique défini est visualisé sur le classement allant d'A à G (de « très efficace énergétiquement » à « peu efficace énergétiquement ») d'une étiquette énergie., Ainsi en tant que propriétaire, vous pouvez obtenir une évaluation objective de l'état énergétique et de l'efficacité de votre bâtiment. [2]

III. CRITERES D'UNE PERFORMANCE ENERGETIQUES :

A. *Coefficient de transmission thermique d'une paroi U :*

Le coefficient de transmission thermique d'une paroi est la quantité de chaleur traversant cette paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de la paroi.

Le coefficient de transmission thermique est l'inverse de la résistance thermique totale (RT) de la paroi. U = 1 / RT, U (ou k) s'exprime en W/m²K

Plus sa valeur est faible et plus la construction sera isolée.

B. *Coefficient de transmission thermique d'un matériau λ :*

Le coefficient de transmission thermique d'un matériau est la quantité de chaleur qui traverse en 1 seconde un matériau d'1 mètre d'épaisseur et d'1 m2 de surface pour une différence de température d'1°C entre ses deux faces. Le coefficient Lambda s'exprime en W/mK. Plus sa valeur est faible et plus le matériau est isolant. Chaque matériau homogène possède son propre λ. Exemples de λ : Acier 50 W/mK Béton caverneux 1,35 W/mK Bois tendre (sapin) 0,12 W/mK Laine minérale 0,040 à 0,032 W/MK

C. *Niveau d'isolation thermique globale K :*

Le coefficient K définit le niveau d'isolation thermique globale d'un bâtiment. Plus il est bas, plus la perte d'énergie d'un bâtiment par les murs extérieurs, toits, sols et fenêtres est faible. Il est déterminé par les caractéristiques d'isolation (U) des surfaces homogènes de déperdition et leur surface propre (m2) et la compacité du bâtiment.

D. *Niveau de consommation annuelle d'énergie :*

La méthode de calcul du niveau E est pour l'instant divisée en deux sous-méthodes : une méthode pour le résidentiel et une autre pour les bâtiments de bureaux et scolaires. Dans ces grandes lignes, le calcul du niveau E intègre conformément aux impositions de la Directive européenne, les éléments suivants :

Le site et l'implantation du bâtiment : (compacité, orientation,) ; Les caractéristiques de l'enveloppe et les subdivisions internes (coefficient U et niveau global d'isolation K) ainsi que l'étanchéité à l'air du bâtiment ;

Les équipements de chauffage, de refroidissement et pour le secteur résidentiel, les équipements d'approvisionnement en eau chaude sanitaire ;

La ventilation ; Le confort intérieur ;

Pour le secteur non résidentiel, l'éclairage naturel et les installations d'éclairage ;

Les systèmes solaires passifs et les protections solaires ;

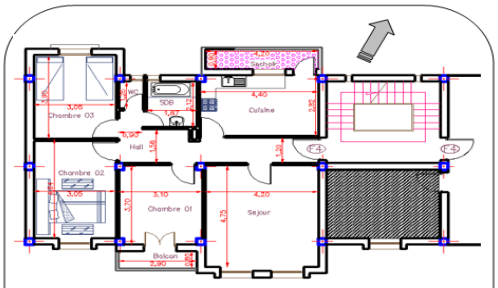
D'autres éléments peuvent être pris en compte :

Les systèmes solaires actifs et les autres systèmes faisant appel aux énergies renouvelables pour le chauffage et la production d'électricité ; Les systèmes de chauffage et de refroidissement collectifs ou urbains ; [3]

IV. DESCRIPTION DU LOGEMENT D'ETUDE:

A. *Plan de la maison à étudiée :*

La maison d'étude est située dans le bloc d'angle -C-, La maison choisie est la plus défavorable parce qu'elle se situe dans le dernier étage et dans le bloc d'angle donc beaucoup de surfaces qui donnent sur l'extérieurs. Et par conséquence beaucoup de déperditions.

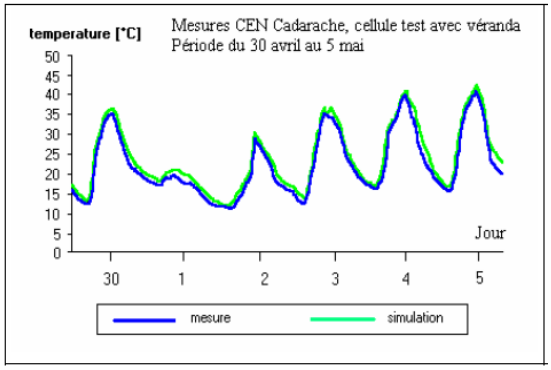


Plan d'étage courant
Source : BET, AURES Laghouat

V. PRESENTATION DES LOGICIELS DE SIMULATION

A. *Pleiades+comfie 2.3*

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



du bâtiment étudié selon un scénario horaire pour une semaine type (occupation, apports internes, températures de consigne de chauffage ou de climatisation, gestion des occultations) [4]

1) Validation du logiciel

Exemple de résultat sur une cellule test du CEN de Cadarache avec une véranda accolée : la comparaison montre que la simulation suit assez bien les mesures, avec une légère surestimation des températures (Peuportier, 1993)

B. PV sys

PV SYST est un logiciel de dimensionnement de panneaux solaires permettant d'obtenir diverse informations telles que la production d'énergie, l'irradiation et le coût de l'installation, la surface nécessaire et la production annuelle d'énergie. Un mode avancé permet d'obtenir beaucoup plus d'informations pour une étude très complète [5]

Figure 01 : désignation du type de projet

Nous devons passer par huit étapes pour arriver à la simulation donc pour les résultats.

Données climatiques

- Orientation des panneaux
- Système
- L'horizon
- Masques solaires
- Besoins d'utilisation
- Les pertes
- Et simulation…

Figure 02 : différentes étapes de la simulation

VI. DEROULEMENT DE LA PREMIERE SIMULATION :

A. Génération des données climatiques « Meteonorm » :

Pour les données climatiques acceptées par le logiciel Pleiades+comfie il faut générer de données de valeurs horaires ; à cet effet j'ai utilisé Meteonorm version 5.1.

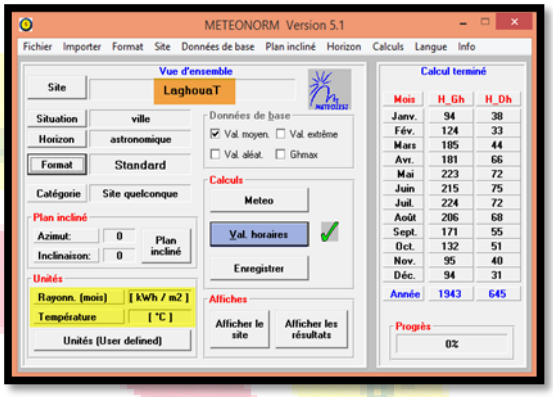
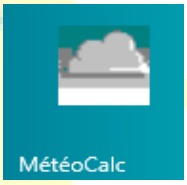


Figure 03 : génération du fichier climatique Laghouat

B. Traitement des données climatiques « MeteoCalc » :

Après meteonorm nous serons obligés de passer par MeteoCalc pour traiter ces données et les rendre en format TRY.



C. Insertion de nouveaux matériaux et nouvelles compositions « Pléiades » :

1) Caractéristique des matériaux utilisés :

Isolants :

Composition	R (m². k) /w	Coeff U W/ (m². K)	Conductivité λ w /. K	M vol Kg/m3	Épaisseur	Ch spé Wh/ (kg. k)
Polystérène extrudé	4.14	0.24	0.029	35	12	0.33
Laine de mouton	3.75	0.25	0.04	20	15	0.33
Lame d'aire	0.15	6.67	0.33	1	5	0.340

Tableau 01 : caractéristiques des isolants utilisés

Matériaux :

Composition	R (m². k) /w	Coeff U W/ (m². K)	Conductivité λ w /. K	M vol Kg/m3	Épaisseur	Ch spé Wh/ (kg. k)
adobe	0.38	2.63	0.530	2000	20	900
Mortier batard	0.03	33.33	1.15	1900	4	1080
Platre courant	0.03	33.33	0.35	800	1	800
Sable de dune	0.1	10	0.4	1700	5	828
Béton lourd	0.02	50	1.750	2300	4	920

Tableau 02 : caractéristiques des matériaux utilisés

Matériaux Composés :

Composition	R (m².k)/w	Coeff U W/ (m². K)	Conductivité λ w /. K	M vol Kg/m3	Épaisseur	Ch spé Wh/(kg.k)
Hourdis de 16 en béton	0.13	7.69	1.23	1300	16	0.180
Brique de 10	0.21	4.76	0.48	690	10	0.250
Brique de 15	0.31	3.23	0.48	690	15	0.250

Tableau 03 : caractéristiques des matériaux composes utilisés

2) *Caractéristique des compositions :*

Murs :

Un mur est de 10 cm en brique de terre cuite creux utilisé dans les séparations à intérieur du logement.

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs

Nom: MUR INT DE 10 cm

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Plâtre courant	M	1.0	8	0.35	0.03
BRIQUE DE 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Plâtre courant	M	1.0	8	0.35	0.03
Total		12.0	85		0.27

Extérieur ↓ Intérieur

Tableau 04 : caractéristique du mur intérieur

Le mur extérieur est composé de double cloison de brique de terre cuite creux avec une lame d'aire de 5 cm.

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs

Nom: MUR EXT DE 30 cm

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01
BRIQUE DE 15 cm	E	15.0	104	0.48	0.31
LAME D'AIRE DE 5 cm	E	5.0	0	0.33	0.15
BRIQUE DE 10 cm	E	10.0	69	0.48	0.21
Plâtre courant	M	1.0	8	0.35	0.03
Total		32.0	198		0.71

Extérieur ↓ Intérieur

Tableau 05 : caractéristique du mur extérieur

Toitures et Plancher intermédiaire

La toiture à étanchéité saharienne est caractérisée par la couche de sable de dune pour constituer la forme de pente qui sert à évacuer les eaux pluviales cette couche est protégé avec du mortier batard.

Caractéristiques de la composition

Classe: Toitures

Nom: TOITURE A ETANCHEITE SAHARIENNE

Complément:

Origine:

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
MORTIER BATARD	M	4.0	76	1.15	0.03
SABLE DE DUNE	M	6.0	78	0.60	0.10
MORTIER BATARD	M	4.0	76	1.15	0.03
Béton lourd	M	4.0	92	1.75	0.02
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04
Total		35.3	540		0.35

Extérieur ↓ Intérieur

Tableau 06 : caractéristique la toiture saharienne

Le plancher intermédiaire du bloc « C » est une dalle à corps creux 16+4 cm

Caractéristiques de la composition

Classe: Planchers

Nom: TOITURE INTERMEDIAIRE 16+4

Complément:

Origine: AUTEUR

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Carrelage	M	2.0	46	1.70	0.01
Mortier	M	2.0	40	1.15	0.02
Béton lourd	M	4.0	92	1.75	0.02
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04
Total		25.3	396		0.22

Extérieur ↓ Intérieur

Tableau 07 : caractéristique la toiture intermédiaire

D. 6.4. Plan, données de construction et la 3D « Alcyone » :

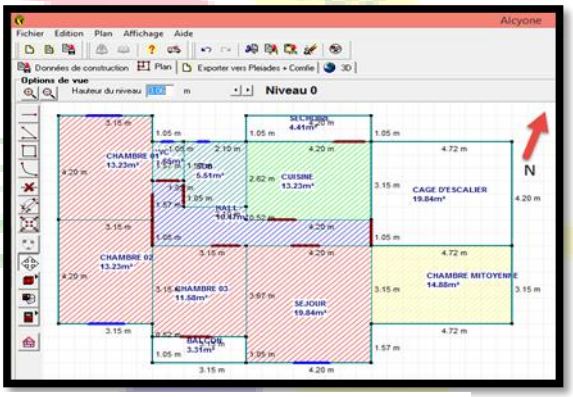


Figure 04 : plan du logement

Le plan représenté ci-dessus est le plan de du dernier étage dans le bloc d'angle « C », nous voyons deux balcons qui sont considéré comme extérieur et en jaune une chambre mitoyenne de l'autre logement considéré comme intérieur.

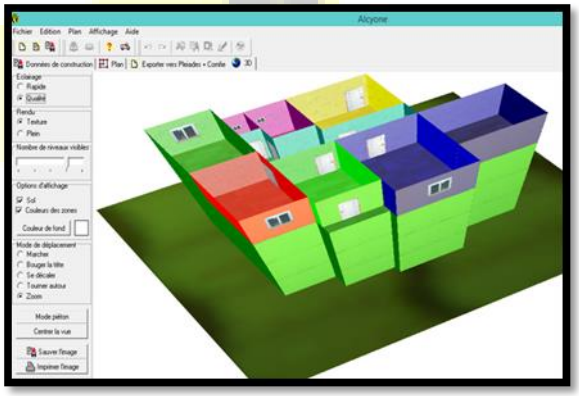


Figure 05 : 3D du logement

E. Principe de la simulation :

Mon travail de simulation se déroule en deux parties ; Simulation du cas initial, Et les améliorations.

Dans le cas initial, je vais faire la simulation du logement tel qu'il est et faire ressortir les besoins du logement en climatisation et en chauffage. Les étapes des améliorations se font comme suit :

1) Amélioration n° 01 :

Je vais intervenir sur la fenêtre là où j'ai modifié le type de la fenêtre, du simple vitrage en bois à double vitrage en bois 4 /12/4 avec argon.

2) Amélioration n° 02 :

Dans cette étape j'applique l'ITE « Isolation Thermique par l'Extérieur ». Le rôle principal de cette isolation est d'obstacler la propagation ou les déperditions à travers les ponts thermiques, et en utilisant un matériau écologique qui a une forte inertie thermique. Le tableau ci-dessous représente la composition de l'isolation par l'extérieure avec l'adobe comme matériau écologique.

Caractéristiques de la composition

Classe: Murs
Nom: MUR ECOLOGIQUE A INERTIE
Complément:
Origine: AUTEUR

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Enduit extérieur	M	1.0	17	1.15	0.01
Laine de mouton	M	15.0	3	0.04	3.75
Adobe	M	20.0	400	0.53	0.38
Plâtre courant	M	1.0	8	0.35	0.03
Total		37.0	428		4.17

Extérieur → Intérieur

Tableau 08 : caractéristique de la composition du mur proposé

3) Amélioration n° 03 :

Le logement d'étude se situe dans le dernier étage, donc les déperditions à travers la toiture sont énormes ; pour cela la dernière étape d'amélioration sera sur le renforcement de l'isolation de la toiture externe

Caractéristiques de la composition

Classe: Toitures
Nom: TOITURE A ISOLATION PERFORMANTE
Complément:
Origine:

Composants	T	cm	kg/m²	λ	R
Mortier	M	4.0	80	1.15	0.03
Polystyrène extrudé	M	12.0	4	0.03	4.14
Béton lourd	M	4.0	92	1.75	0.02
Hourdis de 16 en béton	E	16.0	208	1.23	0.13
Placoplatre BA 13	E	1.3	10	0.32	0.04
Total		37.3	394		4.36

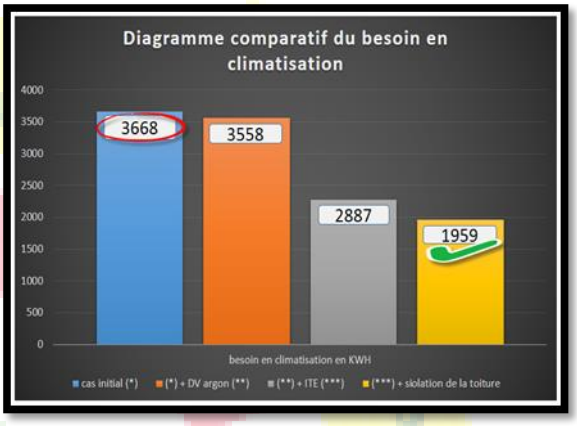
Extérieur → Intérieur

Tableau 09 : caractéristique la toiture isolée proposée.

VII. RESULTATS DE LA 1ere SIMULATION :

A. Besoin en climatisation :

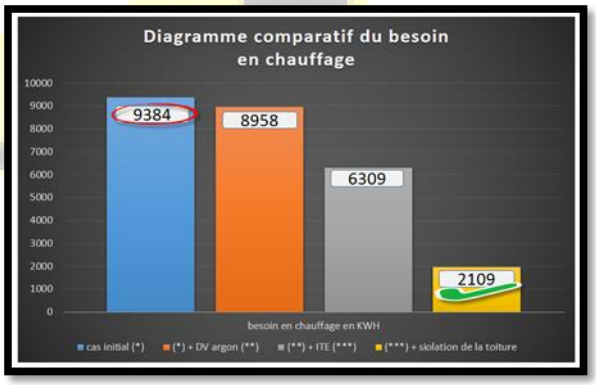
Une faible chute du besoin en climatisation pour la première amélioration, ce qui est intéressant ici c'est l'utilité de l'isolation thermique par l'extérieur, et leur rôle pour conserver la fraicheur à l'intérieur de la maison.



B. Besoin en chauffage :

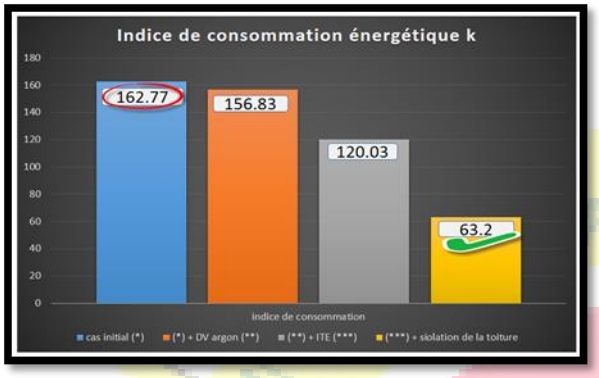
Une diminution très remarquable dans ce cas, ça qui approuve l'utilité de l'isolation et surtout dans la toiture extérieure, une diminution d'environ d'un tiers du cas initial. Ce qui est intéressant c'est que l'isolation par l'extérieur à un effet plus considérable en hiver que l'été,

Une diminution de plus de 7200 KWH en hiver qui présente plus que la moitié de la consommation, et même pour l'été avec une diminution moins importante par rapport à l'hiver de 3668 KWH dans le cas initial à 1859 KWH après les trois améliorations



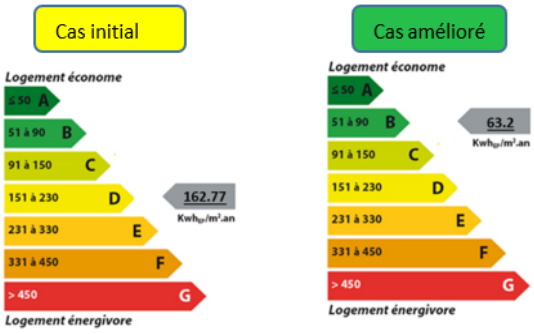
C. Indice de consommation K :

Par rapport au cas initial 162.77 KWH/m²/an une diminution très remarquable jusqu'à 63.2 environ du un tiers. C'est un résultat très intéressant qui est très proche au Bâtiment Basse Consommation « BBC »,



D. Indice de l'étiquette énergétique

Pour l'indice de l'étiquette énergétique nous déplaçons du classe D à la classe B directement et donc nous rapprochons aussi à la case du logement économe.



VIII. DEROULEMENT DE LA DEUXIEME SIMULATION :

Dans la partie précédente de simulation, nous sommes arrivés à diminuer le besoin en électricité, d'environ le un tiers de 162.77 à 63.2 KWH/m² .an.

	Nombre	Puissance	Utilisation	Energie
Lamps (LED or fluo)	10	40 W/lampe	4 h/jour	1600 Wh/jour
TV / PC / Mobile	1	100 W/app	4 h/jour	400 Wh/jour
Fridge / Deep-freeze	1		24 Wh/jour	600 Wh/jour
Stand-by consumers			24 h/jour	24 Wh/jour
Energie journalière totale				2624 Wh/jour

Tableau 10 : besoin journalier constant

La prochaine étape de simulation nous permettra de ressortir la surface, le nombre des panneaux et la puissance de champ photovoltaïque nécessaire pour rendre le logement un bâtiment basse consommation BBC « 50 KWH/M².an ». Sachant que la surface du logement est d'environ de 90 m², Alors nous allons faire le calcul du dimensionnement des panneaux selon la différence entre : 63.2 KWH/m² .an et 50 KWH/M².an. (Tableau 10)

Nous proposons ce tableau ci-dessus qui concerne le scénario d'utilisation journalier qui est considéré comme constant

Et le besoin total journalier constant est d'environ de 2.624 KWH

A. Etape de la simulation

1) Les données climatiques

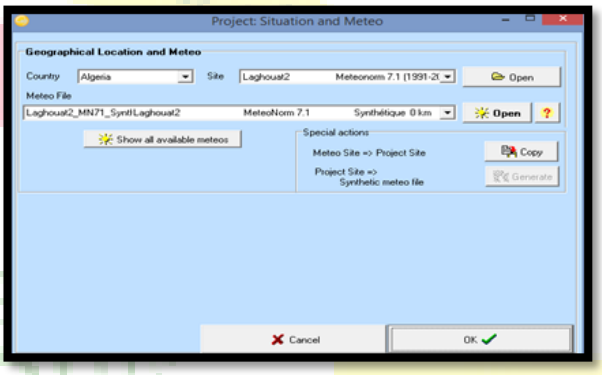


Figure 06 : génération des données climatiques de la ville de Laghouat

Le Meteonorm 7.1 est le générateur intégré des données climatiques pour le PVsys. Il fonctionne avec internet et avec interpolation de plusieurs station météorologique, pour le cas de Laghouat le Meteonorm 7.1 engendre ces données avec l'interpolation de six station, Djelfa, Ghardaïa, Tiaret, El Bayadh, Ain safra et Biskra. (Figure 06)

2) L'orientation optimale

Le logiciel et selon les données climatiques et géographique de la zone d'étude « Laghouat » nous propose des orientations optimales cela dépend à la période ; hivernale, estivale ou annuelle, et une moyenne de 36°. (Figure 07)

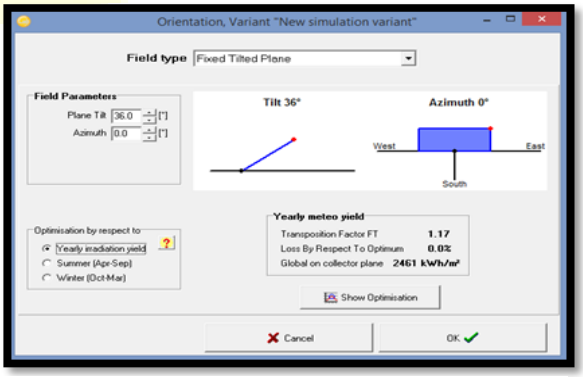


Figure 07 : orientation optimale des panneaux

3) Utilisation journalière de l'électricité

PVsys nous propose des équipements pour faciliter la détermination de la consommation de différents équipements, les lampes, TV, réfrigérateur, machine à laver … etc. et on peut même ajouter d'autre équipements. ***(Figure 08)***

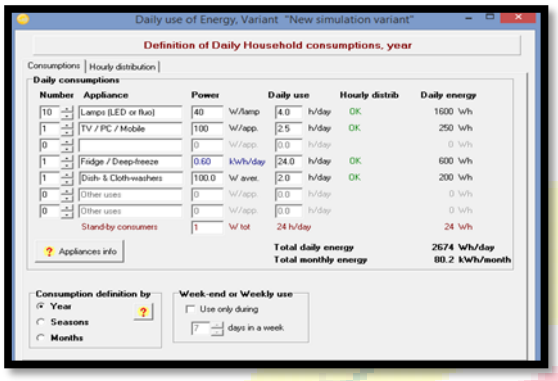


Figure 08 : scénario de consommation journalière

L'affectation de l'équipement sera à travers des scénarios d'utilisation ; le nombre, la puissance, l'utilisation journalière et même la distribution horaire journalière

4) Choix de différents composants du système solaire photovoltaïque

Cette étape concerne tout le détail de fonctionnement et surtout un détail technique ; Panneaux « PVarray » puissance, marque et conception ; Controller mode et type,

L'autonomie du système selon le choix des batteries « Daily needs » dans notre cas on a choisis une autonomie de quatre jours. (Figure 09)

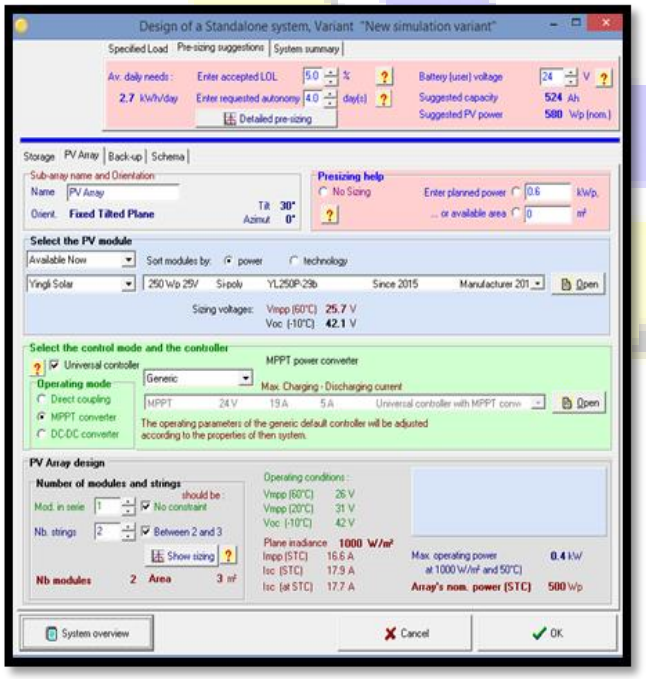
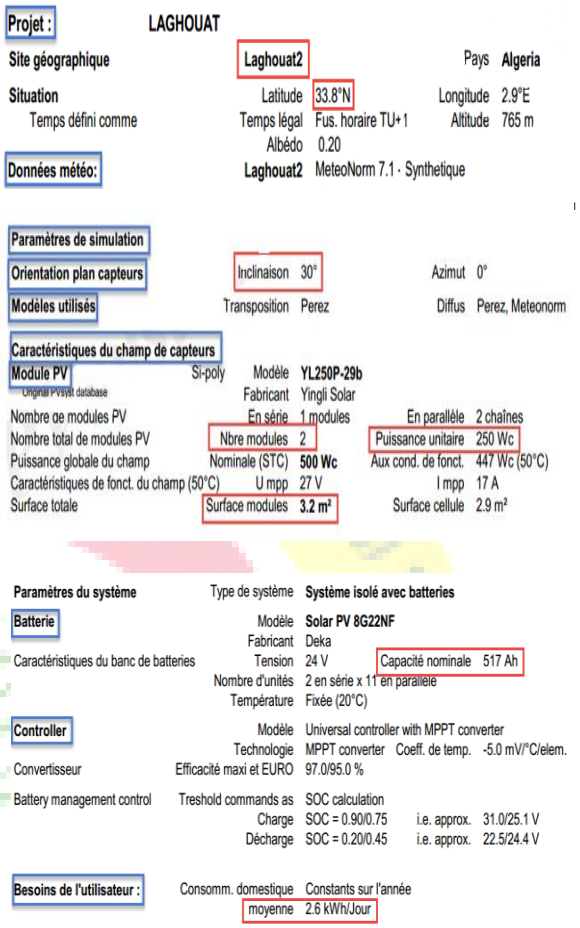


Figure 09 : configuration de différents composants du système.

B. Résultats :



1) Bilan général des résultats de la deuxième simulation

New simulation variant

Bilans et résultats principaux

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E Avail kWh	EUnused kWh	E Miss kWh	E User kWh	E Load kWh	SolFrac
Janvier	109.6	173.8	75.30	0.000	5.56	75.78	81.34	0.932
Février	120.2	164.3	70.07	0.000	12.38	61.09	73.47	0.831
Mars	183.4	218.9	89.56	0.005	0.00	81.34	81.34	1.000
Avril	206.6	213.2	86.95	2.435	0.00	78.72	78.72	1.000
Mai	236.4	218.9	87.32	0.565	0.00	81.34	81.34	1.000
Juin	244.6	216.2	83.72	1.170	0.00	78.72	78.72	1.000
Juillet	250.5	228.2	85.73	0.000	0.00	81.34	81.34	1.000
Août	225.2	224.9	85.25	0.005	0.00	81.34	81.34	1.000
Septembre	174.8	195.5	77.34	0.003	2.79	75.93	78.72	0.965
Octobre	147.9	194.9	78.65	0.000	5.88	75.46	81.34	0.928
Novembre	114.1	173.6	73.44	0.002	11.63	67.09	78.72	0.852
Décembre	98.2	161.8	70.32	0.000	16.82	64.52	81.34	0.793
Année	2111.4	2384.3	963.64	4.184	55.07	902.69	957.76	0.943

Légendes:

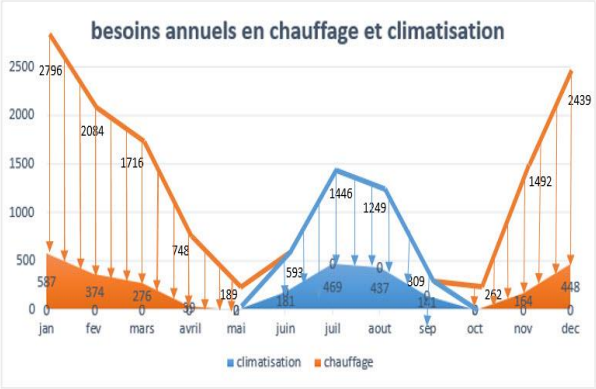
GlobHor	Irradiation globale horizontale	E Miss	Energie manquante
GlobEff	Global "effectif", corr. pour IAM et ombrages	E User	Energie fournie à l'utilisateur
E Avail	Energie solaire disponible	E Load	Besoin d'énergie de l'utilisateur
EUnused	Energie inutilisée (batterie chargée)	SolFrac	Fraction solaire (Eutile / Ebesoin)

tableau 11 : récapitulatif des résultats

Nous constatons à travers ce tableau que notre système est autonome dans la majorité des mois sauf, les mois janvier, février, novembre et décembre, à cause du type du ciel **(E Miss).**

On peut même classer notre champ comme efficace, parce qu'on a un excellent taux de rendement d'environ de **94,3 %,** sauf quelques anomalies pour la batterie en période estivale **;(EUnused).**

Si on compare entre l'énergie solaire disponible **« E Avail »** et l'énergie fournie à l'utilisateur **« E User »,** nous remarquons qu'il y'a une surproduction en période hivernal plus que pour la période estivale, qui se traduit par l'impact négatif de la température élevée sur le rendement des panneaux ; sauf le mois de Janvier là où on vécut une petite desatisfaction du besoin des utilisateur, cela peut se traduit par le mois le plus froid et le plus nuageux à Laghouat, par exemple si on compare entre le mois de Janvier **– 0.48 kWh** par rapport à Avril une surproduction de **8,23 KWH.**



Nous voyons ici une chute de consommation entre les deux cas, et la rationalisation du besoin en chauffage est plus importante que le besoin en climatisation, et ça revient au rôle de l'isolation par l'extérieure ;

IX. CONCLUSION :

La conception de l'habitat en général et des logements en particulier a un rôle très important dans la consommation énergétique. Par ce biais, on peut y intervenir pour minimiser la consommation d'énergie. Plusieurs solutions sont possibles, adoptées dans certains cas, peuvent jouer un rôle important dans l'amélioration du comportement thermique et les performances énergétiques du bâtiment, en particulier, l'application les principes passifs « conception bioclimatique », comme **l'ITE** isolation thermique par l'extérieur, l'orientation, la ventilation naturelle, favorisation des gains de lumière…etc.

Le présent travail traite la problématique de la consommation énergétique spécialement dans le logement collectif dans le climat de la ville de Laghouat, climat saharienne chaud et sec, à travers cette étude j'ai testé l'impact de l'un des principes de l'architecture bioclimatique, qui est l'isolation, ce principe est connu comme le principe le plus influent pour minimiser les déperditions, et par conséquence protéger la maison contre la chaleur extérieure en été et la fraicheur en hiver, et donc minimiser la consommation de l'énergie qui concerne le besoin de la maison pour le chauffage et la climatisation.

REMERCIEMENTS :

Je remercie infiniment **Pr CHAKNANE Ali**, doyen de la faculté de technologie, Université Ammar THELIDJI de Laghouat, et aussi **Pr. SEMMAR Djaafer** Université, SAAD Dahleb Blida du laboratoire énergétique du bâtiment, de leurs aides pour la réussite du présent travail …!

BIBLIOGRAPHIES

[1] Mr : L. Houidaf, 'Le Programme Eco-Bat, Réalisation de 600 Logements à Haute Performance Energétique', APRUE, Novembre 2009.
[2] Site internet batitherm: http://www.batitherm.ch/bilan-energetique.html
[3] " Energie+, Architecture et Climat, Faculté d'architecture, d'ingénierie
[4] Manuel Pleiades+comfie.
[5] Manuel PVsys.