



Revue des Matériaux & Energies Renouvelable

Journal home : <https://www.univ-relizane.dz>

ISSN : 2507-7554

E- ISSN : 2661-7595A



Optimisation d'un chauffe- eau solaire.

Open
Access

BOUALAMALLAH Djamel^{1*}, Merdji Ali², GHAZI Abdelkader¹⁻², Miloudi, Abdelkader¹

¹Laboratory of Materials and Reactive Systems LMSR, Mechanical Department of Engineering
University of Sidi Bel Abbès, BP 89, Ben M'hidi City, 22000 Sidi Bel Abbès, Algeria. e-
mail: Djamel.boualamallah@yahoo.com.

²University of Mascara Bp 305 road of Mamounia, 29000 Mascara, Algeria. e-mail:

RESUME

Article history:

Received 24 January 2021 .

Received in revised form. 25 January 2021

Accepted 27 June 2021

Keys word: Energie solaire – rendement
énergétique– capteurs solaires – trnsys – chauffe
eau solaire .

Le Capteur solaire thermique est constitué principalement d'une couverture transparente d'un absorbeur, d'une conduite permettant à l'eau de collecter l'énergie cédée par l'absorbeur et d'un isolant. Le principe est le suivant : le rayonnement solaire, dont le spectre se situe essentiellement dans les longueurs d'onde du visible (courte longueur d'onde), passe à travers la couverture transparente (constituée ici d'un vitrage), et arrive sur l'absorbeur, celui-ci s'échauffe, et transmet de l'énergie thermique par convection à l'eau qui circule dans les conduits, et réémet du rayonnement thermique vers l'extérieure (grande longueur d'onde). L'isolant permet de réduire les pertes thermique du capteurs, et bien les chercheurs veulent comparer l'efficacité en termes de rendement énergétique entre deux capteurs solaires différents et d'atteindre un résultat à travers une simulation par le logiciel trnsys qui est plus connu au niveau du domaine des énergies renouvelables notamment l'énergie solaire.

Copyright © 2022 - All rights reserved

1. Introduction

L'énergie a toujours constitué un enjeu vital pour l'homme et la société humaine, Les comportements humains sont fortement induits par sa disponibilité ou sa non-disponibilité, son abondance ou sa pénurie. De ces comportements vont découler de nouveaux enjeux, en particulier pour l'environnement et les équilibres socio-économiques. La prise de conscience de l'importance de ces enjeux (réchauffement climatique, épuisement des ressources, augmentation des coûts de la santé, ...) devrait, nous l'espérons, permettre de tendre vers une utilisation plus rationnelle de l'énergie, une optimisation des processus énergétiques que nous mettons en œuvre tous les jours [1]. Les énergies renouvelables ont connu une première phase de développement à l'occasion des chocs pétroliers de 1973 et 1978, puis une période de repli après le contre choc de 1986, avant de retrouver un second souffle en 1998 à la suite de la signature du protocole de Kyoto, protocole qui prévoit notamment de 5.2% des émissions de gaz à effet de serre des pays riches sur la période 2002-2003 à 1990 [2].

La branche des composants solaires est un secteur actuellement en plein développement. Ce contexte a amené plusieurs pays à développer l'intégration des énergies renouvelables dans les bâtiments, notamment par le biais des composants solaires, ces technologies sont en effet bien placées par rapport aux autres filières énergétiques vis-à-vis de la plupart des critères de développement durable : ressources renouvelables, réduction des émissions et des déchets générés sur le cycle de la vie des bâtiments. Les dispositifs solaires ayant le plus d'impact sur l'environnement puisqu'ils produisent à partir de sources renouvelables et non polluantes. En d'autres termes, l'intensité du soleil ne diminue pas quand on pose des capteurs solaires, le vent ne s'arrête pas de souffler si on installe des éoliens. En revanche les réserves de pétrole, de charbon, de gaz naturel, et d'uranium diminuent irrémédiablement lorsqu'on les exploite [1].

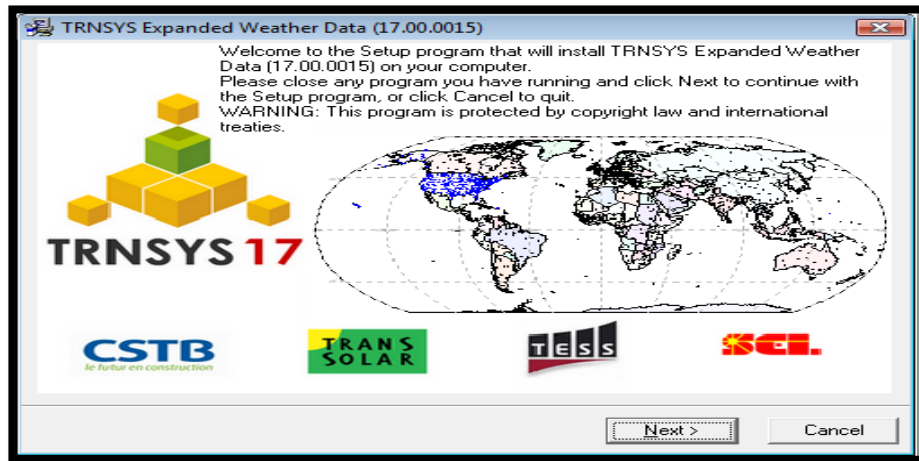
Il est admis que les composants solaires intégrés améliorent le bilan environnemental. Cependant, les concepteurs désirent intégrer de tels composants ont besoin d'outils d'aide à la conception qui permettent d'argumenter des

projets, de comparer des variantes, ou encore, si tel était le cas, de valider la conformité du projet par apport à une existante. A la fin des années 80, deux types d'outil existaient pour étudier la performance thermique des dispositifs solaires : les méthodes simplifiées, et les outils détaillés (**TYRNSYS**, **COMFIE**, **DOE2** , **ESP...**), très peu utilisés car trop coûteux en temps de saisie et d'apprentissage[3], [4].

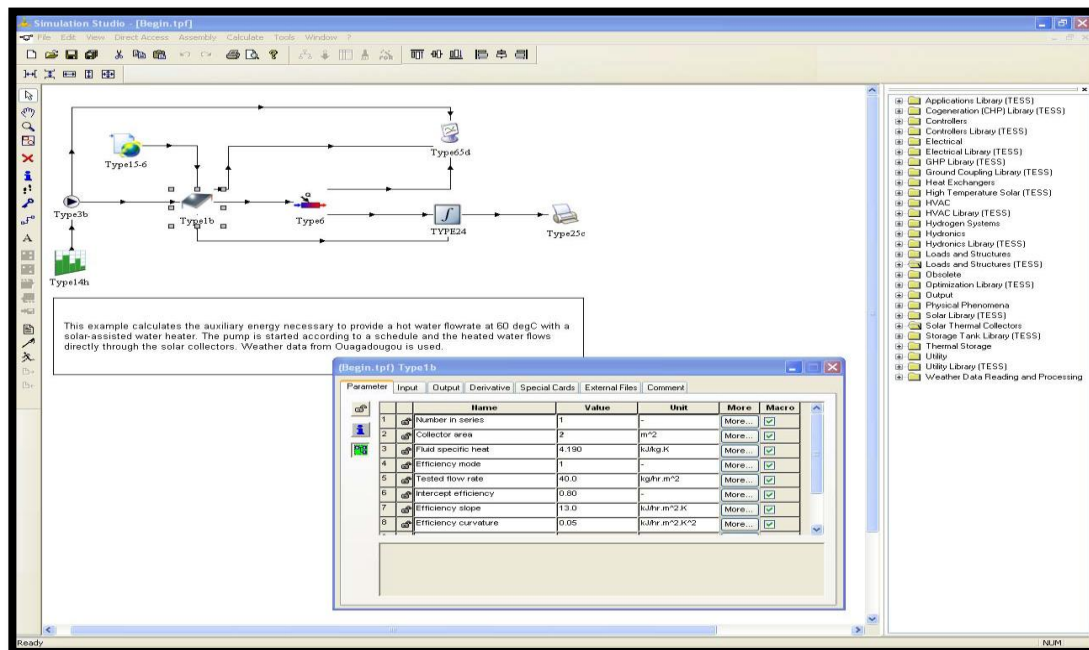
Le travail effectué dans cet article a pour but de comparer en termes de rendement et d'efficacité entre deux types de capteurs solaire, de plus on prévoit l'angle d'inclinaison optimal pour avoir l'effet de l'inclinaison sur la température de sortie pour une installation d'un chauffe eau solaire.

La simulation thermique dynamique permet de faire « vivre virtuellement » la situation sur une longue période, afin d'étudier le comportement prévisionnel pour des résultats proches de la réalité. Pour valider Les solutions retenues, on a choisi pour la simulation le logiciel TRNSYS pour les divers avantages qu'il présente[5]..

2. Interface de TYRNSYS:



La figure1:-interface de l'installation du logiciel (TYRNSYS). [6].



La figure2:-interface du plan du travail (TYRNSYS). [7].

3. Présentation du logiciel TRNSYS:

TRNSYS est un environnement de simulation dynamique permettant de simuler de manière fine le comportement d'un système thermique complexe. TRNSYS est disponible depuis 1975. Il a inspiré de très nombreux développements d'autres Logiciels de simulation, qui utilisent soit son solveur générique, soit certains de ses modèles, Soit les deux (Energy 10, Energy+, CA-SIS, HVACSIM+,...).

TRNSYS est basé sur une approche par schéma-bloc. Cette approche modulaire permet à la fois de décomposer des problèmes complexes en plusieurs problèmes moins complexes et de travailler dans un environnement « ouvert », permettant de rajouter de nouveaux composants et concepts. Un projet de simulation TRNSYS consiste donc à choisir un ensemble de modèles mathématiques de composants physiques (en s'appuyant soit sur des modèles existants dans les bibliothèques de modèles de TRNSYS, soit en les créant) et à décrire les interactions entre ces modèles. L'environnement graphique IISiBat 3 assiste l'utilisateur dans ces deux étapes avec un éditeur de modèles et un éditeur de projets. Chaque icône d'une fenêtre de projet IISiBat représente en effet un sous-programme (traditionnellement écrit en FORTRAN, sachant que la version 17 de TRNSYS permet l'utilisation de n'importe quel langage de programmation capable de générer une DLL Windows - C, C++, ...). Chacune de ces boîtes noires possède un jeu de variables d'entrées et un jeu de variables de sortie. Connecter les icônes revient à créer des connexions entre ces variables. L'utilisateur a la possibilité de rajouter des « boîte », définir de nouveaux algorithmes, pour simuler le comportement de nouveaux types d'objets qui n'existent pas dans la version standard de TRNSYS. Ceci est possible en spécifiant des équations directement (sans passer par un langage de programmation), en assemblant des modèles existants dans des « macro modèles », en dérivant des nouveaux modèles à partir de modèles existants par extension ou en créant des modèles entièrement nouveaux, en utilisant un langage de programmation tel que FORTRAN, C ou C++, voire même des applications externe comme le solveur d'équations générique EES. [8].

Et ensuite TRNSYS 17 contient un grand nombre de modèles standards (Utilitaires, Stockage Et Thermique, Équipement, Charges et Structures, Échangeurs de Chaleur, Hydraulique, Régulateurs, Composants électriques/Photovoltaïque, Capteurs solaires, ...). Il suffit de les Interconnecter dans un éditeur de projet pour définir un projet de simulation. TRNSYS profite Également d'une active communauté d'utilisateurs, qui mettent au point des modèles «freeware », accessibles gratuitement à tout utilisateur.

Plusieurs bibliothèques de modèles TRNSYS existent également en tant que produits commerciaux supplémentaires, développés par des bureaux d'études spécialisés. Il existe plusieurs modèles de bâtiments. Le modèle le plus complet permet de simuler de façon très détaillée les installations des chauffe eau solaire et le comportement thermique d'un bâtiment multi-zones (température ambiante, besoins d'énergie, humidité de l'air pour chaque zone et chaque surface ; gains par infiltration / ventilation, couplage convectif avec d'autres zones ; variation de l'énergie sensible ; besoins d'énergie latente ; énergie solaire rentrant par les fenêtres ; confort ; ...). [9].

4. Avantages du logiciel TRNSYS :

Les avantages qu'offre le logiciel TRNSYS sont très nombreux:

En effet, en utilisant l'utilitaire simulation studio permet de simuler une installation solaire en plus facile et permet de faire changer les différents paramètres très facilement. D'autre part, TRNSYS se trouve à être un logiciel modulaire auquel on peut y ajouter des modules écrits soit en fortran ou sous Matlab ou EES ce qui laisse la possibilité d'amélioration du modèle en y incluant différents phénomènes thermo-aérauliques et en y incluant aussi un modèle simulant les systèmes de chauffage, climatisation, ventilation et réfrigération. Enfin, et en comparaison avec le CFD, TRNSYS est plus rapide dans les simulations. Certes, ce n'est pas le même concept ni les mêmes équations à résoudre mais dans notre cas on a besoin de trouver les charges thermiques d'un aréna ce que TRNSYS peut à première vue déterminer[10]..

5. les outils de l'environnement TRNSYS :

Toute étude ou application de l'énergie solaire en un site donne nécessite une connaissance complète et la plus détaillée possible de l'ensoleillement du site. Ceci s'effectue par la présence d'une station de mesure météorologique fonctionnant régulièrement depuis plusieurs années et dans le cas où il n'existe pas une station on aura alors recours à certaines méthodes approchées permettant de prédire les caractéristiques du rayonnement solaire[11]..

6. Métronome :

Le logiciel Métronome permet de disposer pour TRNSYS, des données climatiques fiables Chaque heure et durant une année. Si on ne dispose pas d'une station météorologique, METENORM peut calculer par interpolation entre différentes station les conditions climatique d'un lieu[12]..

7. Données:

Un fichier de données a été choisi dans la base de données de notre code numérique. Les Données proviennent de mesures météorologiques quotidiennes effectuées permet d'obtenir un fichier annuel au pas de temps horaire.

Ce fichier est relatif a un lieu donne: il est constitue des informations suivantes:

Le numéro du jour dans chaque mois ou on fait le calcul.

Le pas de calcul.

La latitude du milieu.

L'orientation du capteur par rapport au sud.

Le flux solaire.

Le coefficient d'albédo

Le coefficient de transmission, d'absorption du vitrage.

La capacité calorifique du fluide chauffant.

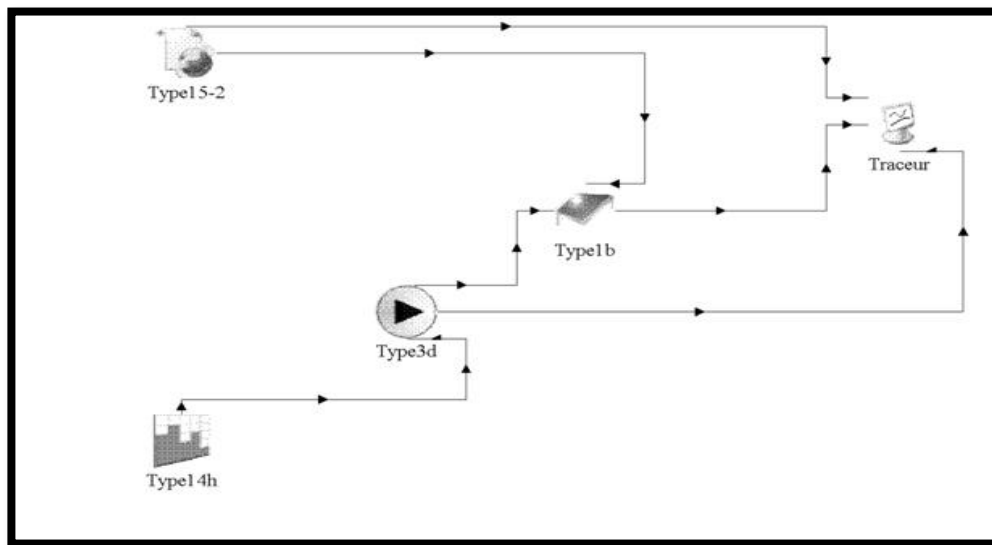
La puissance de la pompe.

Le débit du fluide chauffant dans le capteur.

Le débit d'eau d'utilisation.

La température entourant le stockage, la température ambiante et la température du réseau.

8. Schéma de l'installation d'un chauffe eau solaire:



La figure3- :schéma de l'installation d'un chauffe eau solaire (TYRNSYS).

9. Les différentes composantes de l'installation:

- Les données météorologiques.
- Pompe.
- Capteur solaire plan (à eau +à air).
- Traceur (l'affichage des résultats).
- Une Source d'eau maîtrise le fonctionnement de la pompe (période du travail, 08:00 à 18: 00).

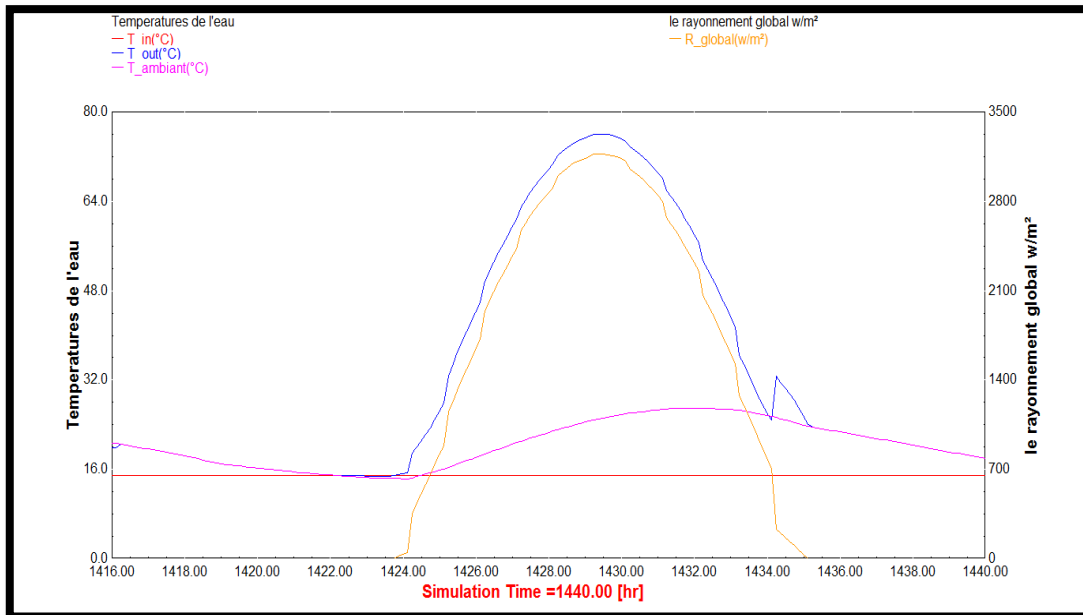
10. l'angle de l'inclinaison optimale au mois du mars(le printemps):

1er cas: l'effet de l'inclinaison sur la température de sortie et on commence de rechercher l'inclinaison optimale pour les deux stations (adrar et Saida): (nous choisissons le capteur à air uniquement).

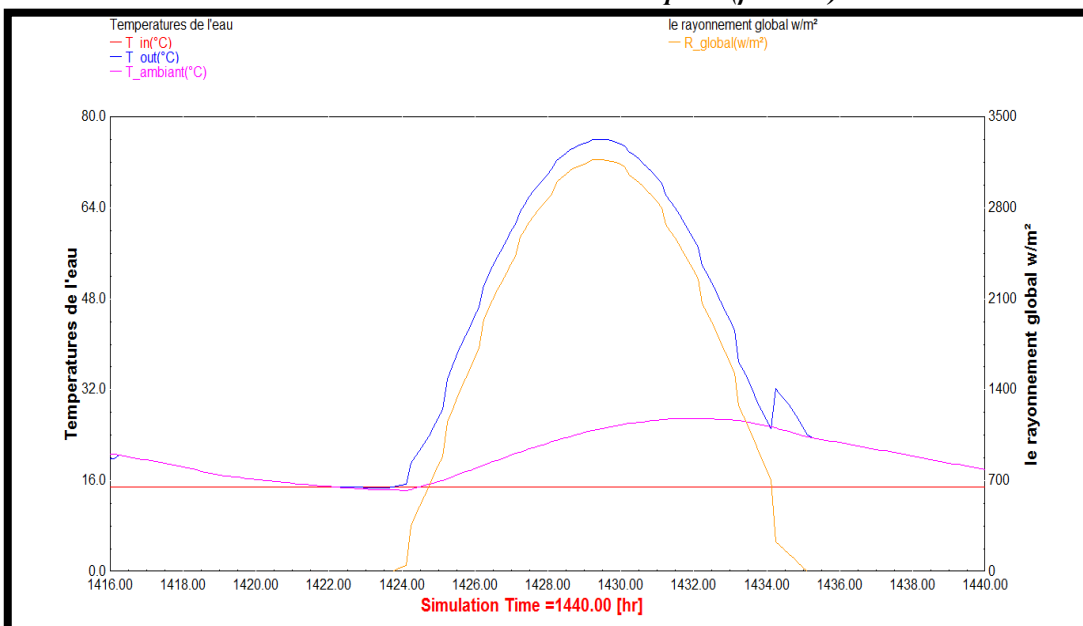
On suppose que tout les facteurs sont constants que la température de sortie elle serait variée en fonction de l'inclinaison, et on suppose que l'orientation en plein sud .l'azimuth($\alpha=0^\circ$). (pour les angle normaliser $\beta=(30^\circ,45^\circ,60^\circ)$).

La première station: adrar.

La figure 4-nous montre que la température maximale pour une inclinaison de 30° est 74.86°C à 14:00h.

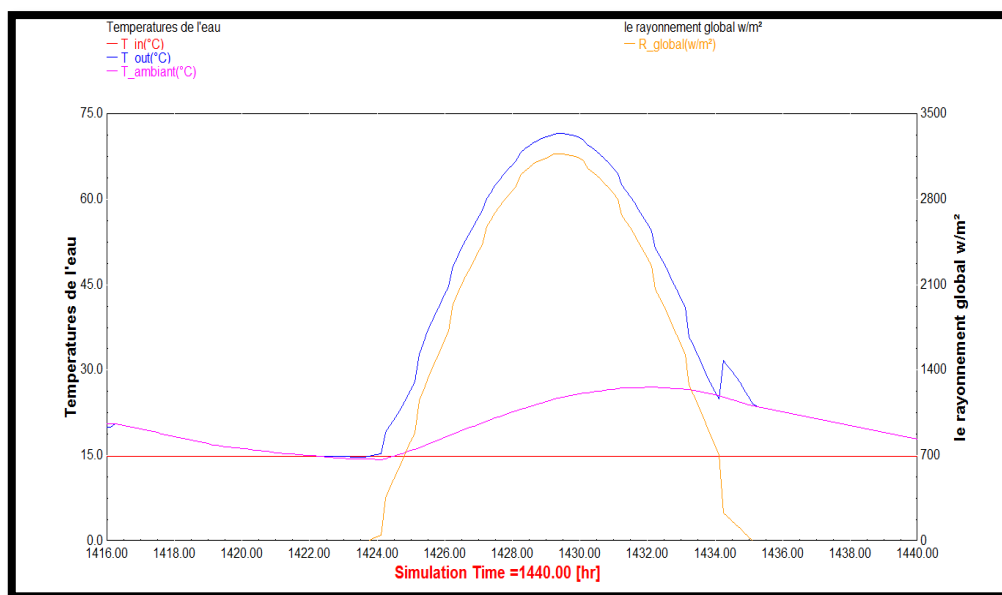


La figure 4- : représente l'évolution de températures de sortie en fonction de du temps avec prendre en considération l'inclinaison du capteur ($\beta = 30^\circ$).



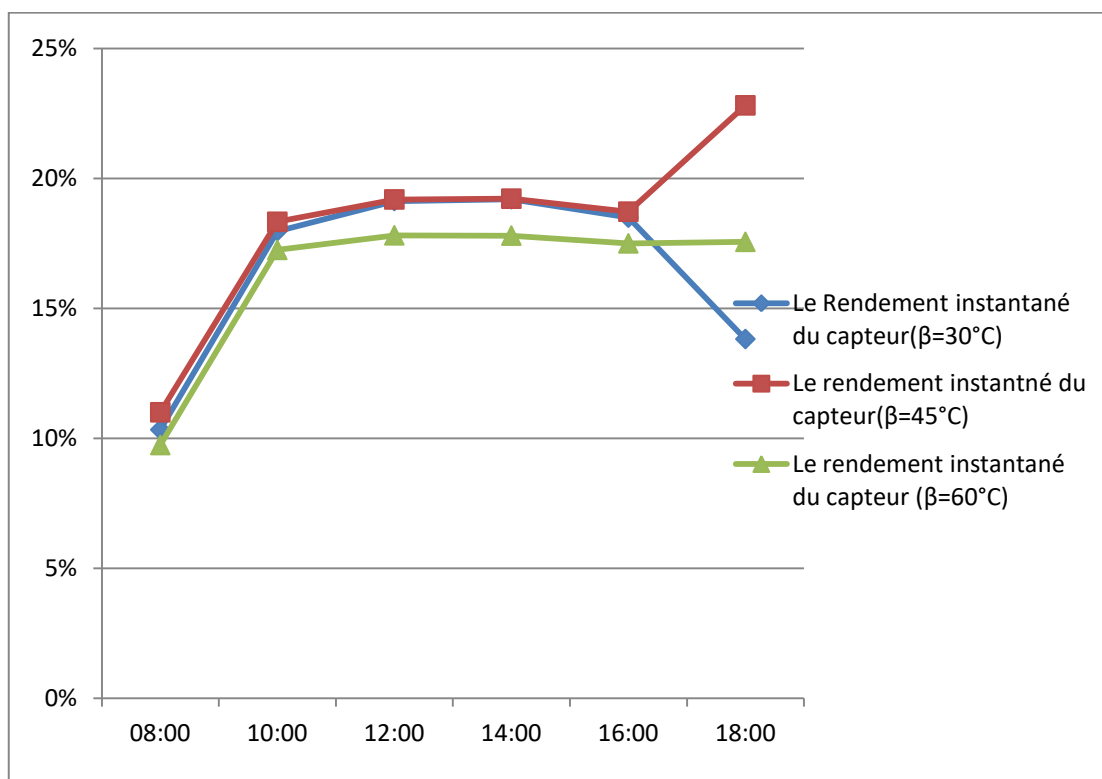
La figure 5- :représente l'évolution de températures de sortie en fonction de du temps avec prendre en considération l'inclinaison du capteur($\beta = 45^\circ$).

- La figure 5:-nous constatons l'augmentation au niveau de température de sortie son maximum est 74.53°C près de 14:00.



La figure 6:-représente l'évolution de températures de sortie en fonction de du temps avec prendre en considération l'inclinaison du capteur ($\beta=60^\circ$).

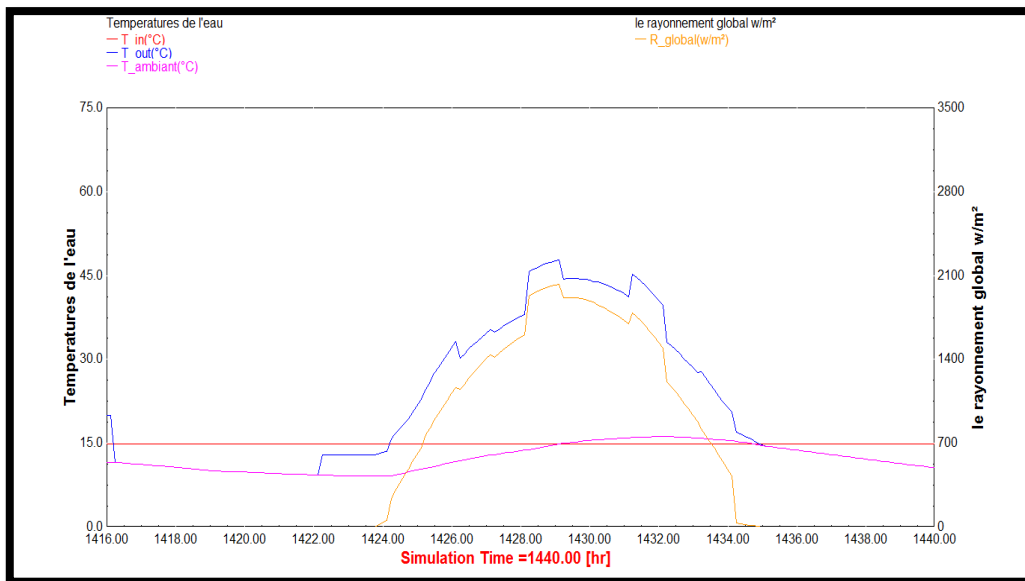
- La figure 6:-montre que la température élevée encore en fonction de l'inclinaison nouvelle son maximum est de 70.49°C près de 14:00.
- Pour avoir l'inclinaison optimale nous devons calculer le rendement instantané du capteur pour nous atteindrons l'angle optimal de l'inclinaison du capteur.



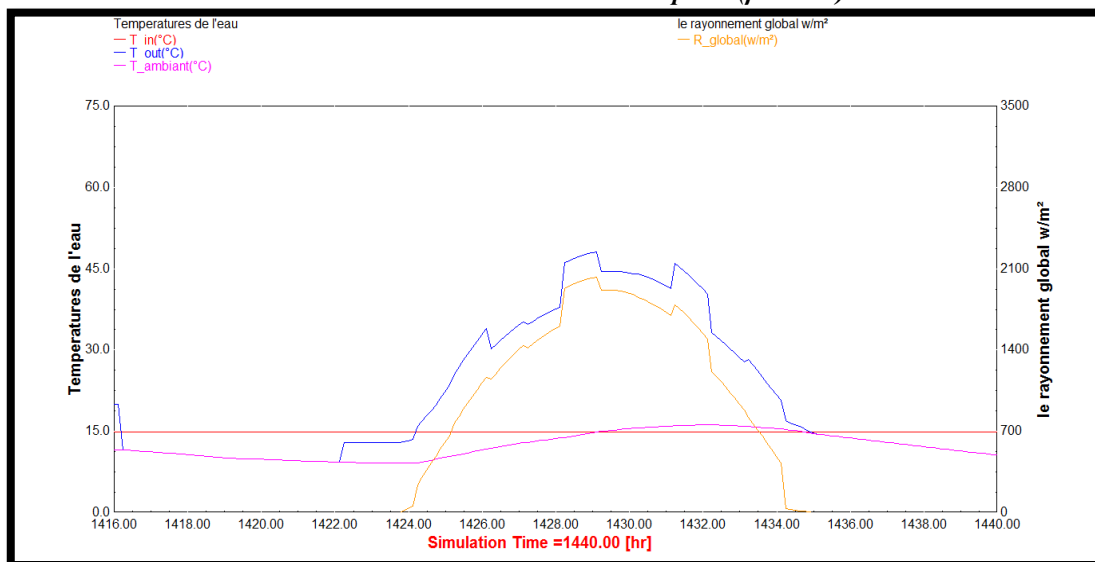
La figure 7:-les courbes du rendement instantané du capteur solaire plan en fonction de l'inclinaison pour la station d'adrar.

- Alors la valeur optimale de l'inclinaison $\beta = 45^\circ$ pour avoir le meilleur rendement instantané du capteur concernant la zone d'adrar pendant une journée du mois de mars(printemps).

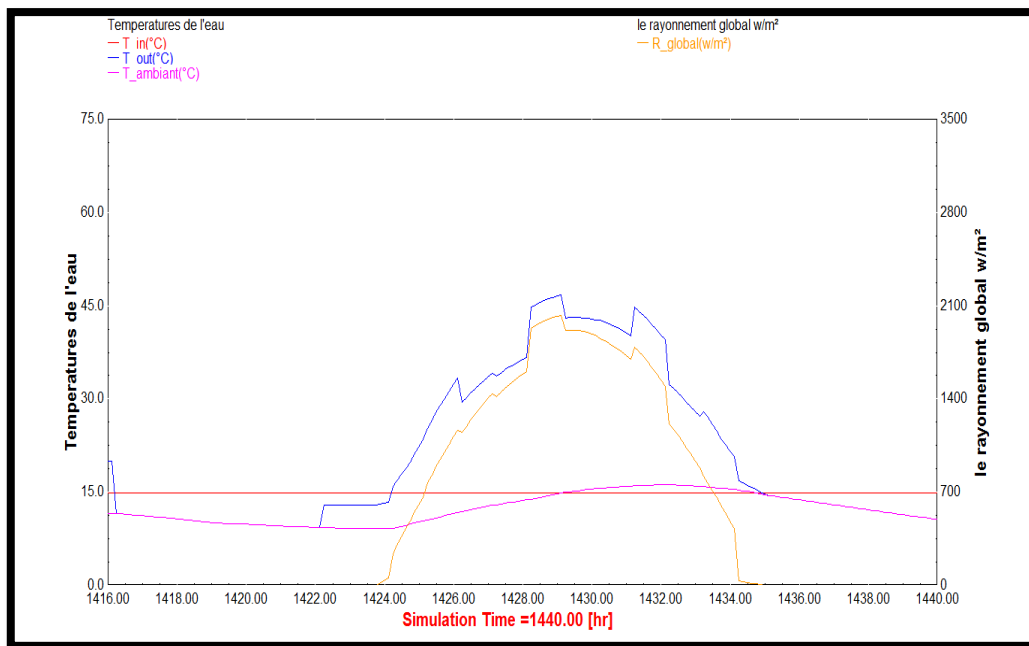
➤ **La deuxième station: Saïda.**



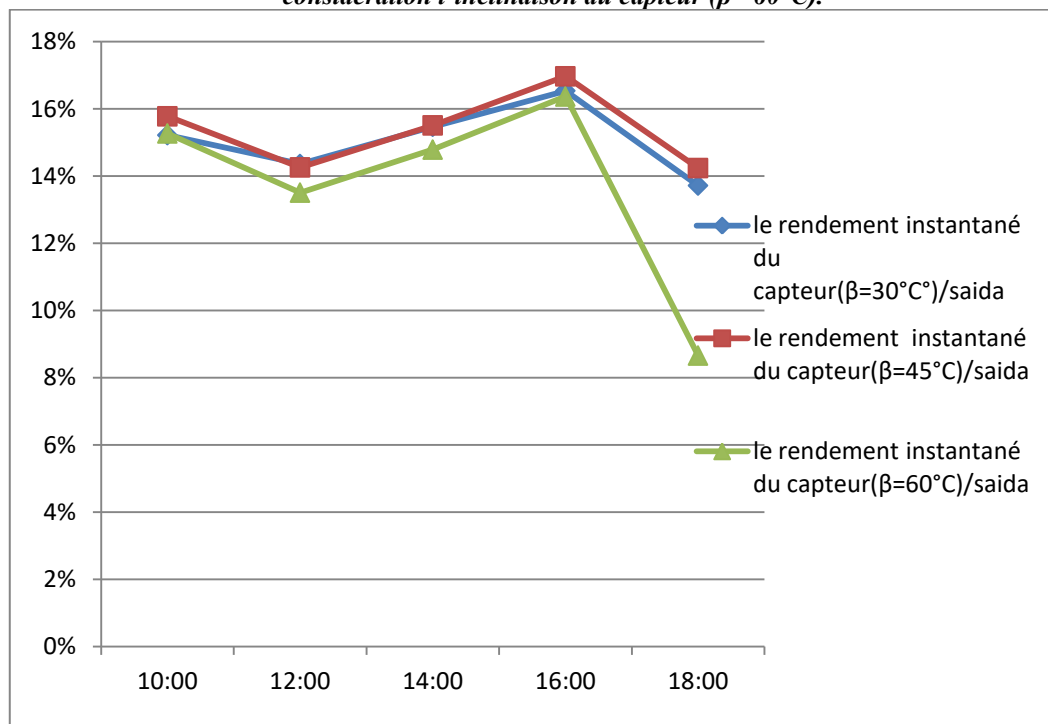
La figure 8- :représente l'évolution de températures de sortie en fonction de du temps avec prendre en considération l'inclinaison du capteur ($\beta = 30^\circ$).



La figure 9- :représente l'évolution de températures de sortie en fonction de du temps avec prendre en considération l'inclinaison du capteur ($\beta = 45^\circ$).



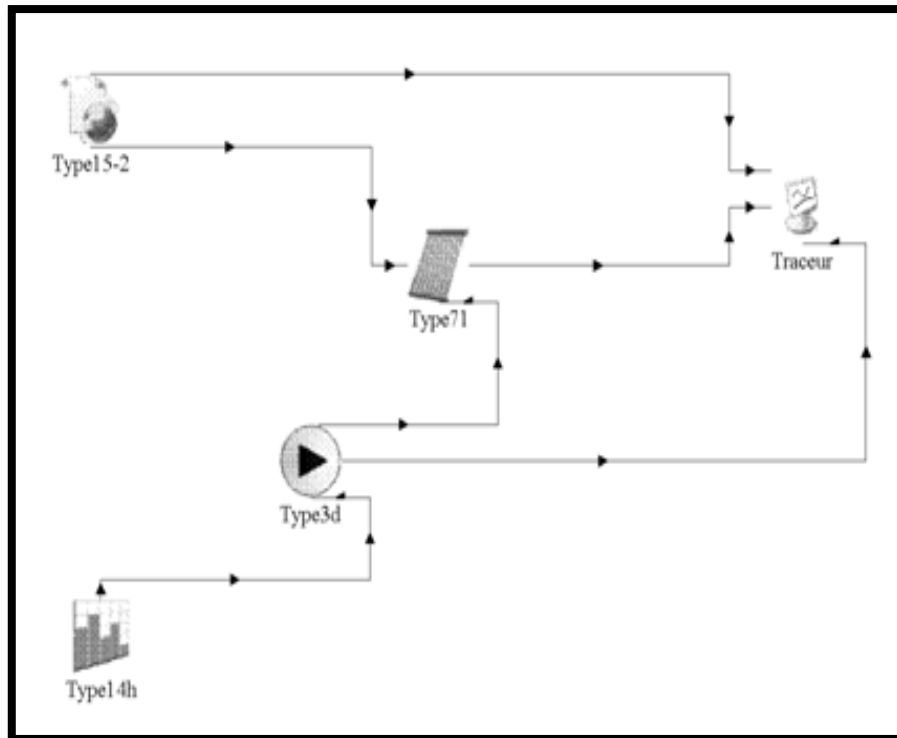
La figure 9- :représente l'évolution de températures de sortie en fonction de du temps avec prendre en considération l'inclinaison du capteur ($\beta = 60^\circ$).



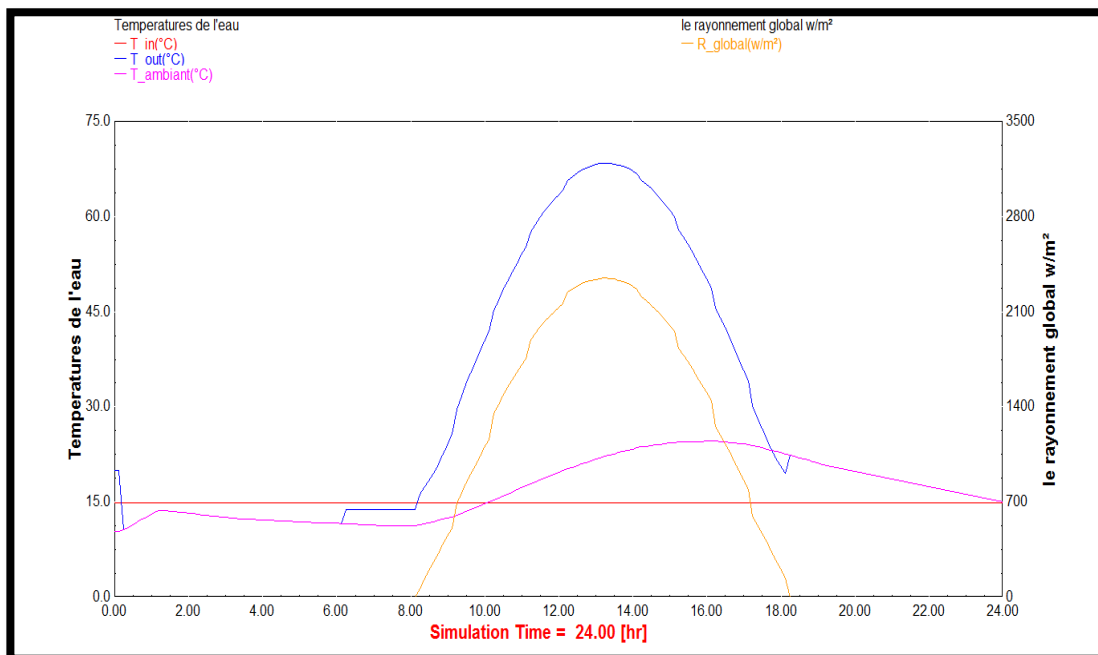
La figure 10- :les courbes du rendement instantané du capteur solaire plan en fonction de l'inclinaison pour la station de saida

- Alors la valeur optimale de l'inclinaison $\beta = 45^\circ$ pour avoir le maximum de rendement instantané concernant la zone de saida pendant une journée du mois de mars.

11. Comparaison entre un capteur solaire plan et un capteur solaire a tube sous vide.

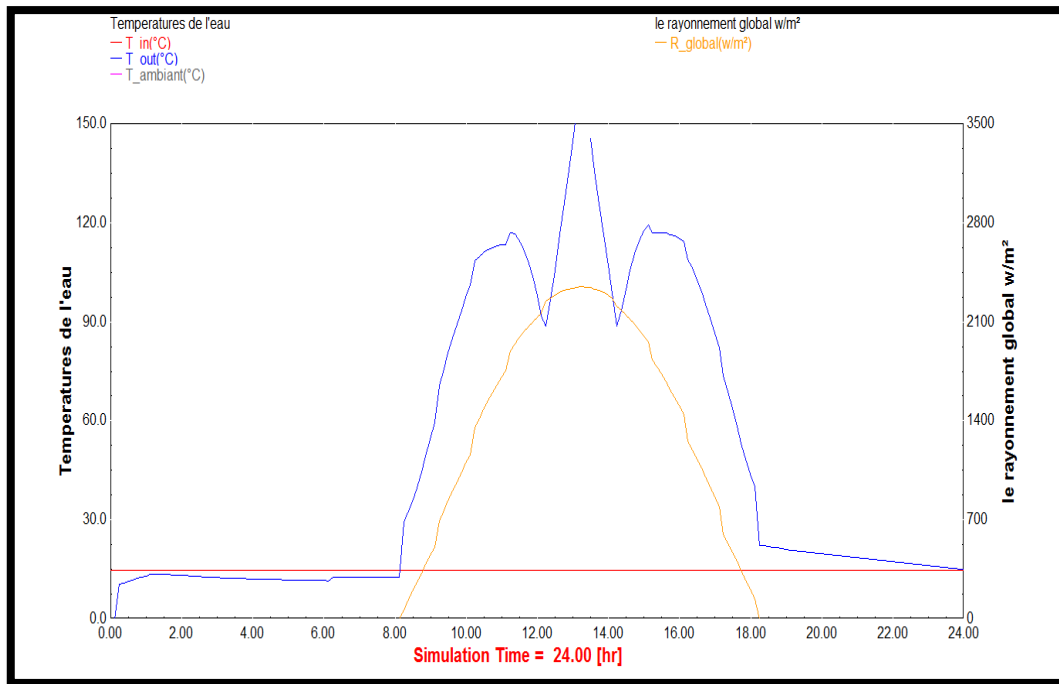


La figure11- :schéma de l'installation d'un chauffe eau solaire capteur sous vide (TYRNSYS). *1 janvier*



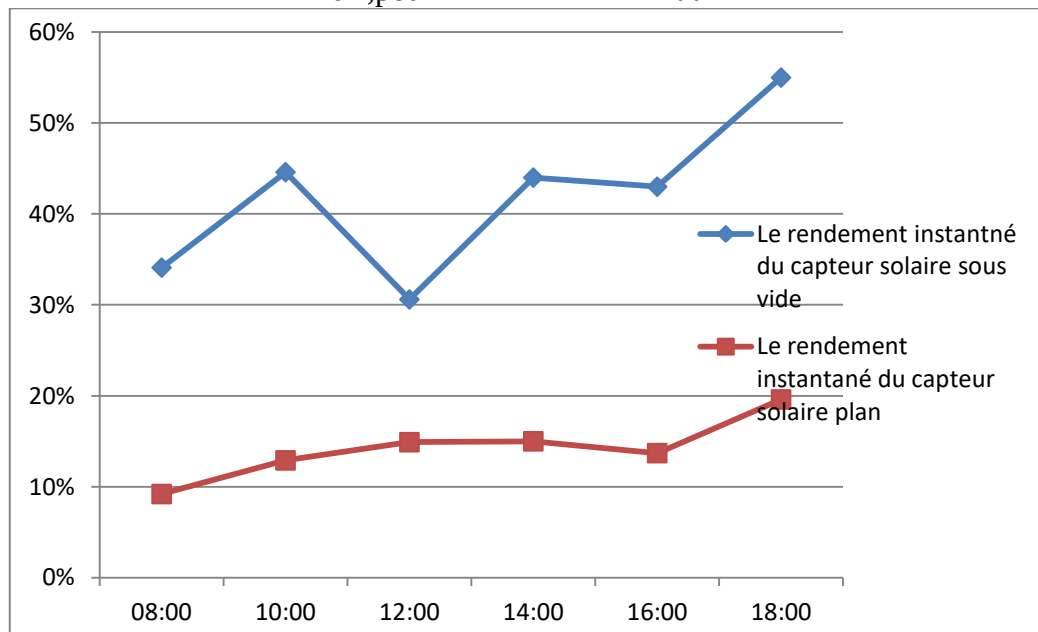
La figure12- :évolution de température de sortie et d'entrée et ambiante avec le rayonnement global pour un capteur plan*adrar*

- Pour la figure12- :lors de l'utilisation un capteur plan vitré nous atteindrons une température de 70°, pour l'irradiation de plus de 2100W/m². *1janvier*



La figure13- :évolution de température de sortie et d'entrée et ambiante avec le rayonnement global pour un capteur plan a tube sous vide*adrar* .

Pour la figure13- : lors de l'utilisation un capteur a tubes sous vide nous atteindrons une température de 70° ,pour l'irradiation de $2100w/m^2$.



La figure14- :comparaison en terme d'optimisation les deux rendements instantané du capteur plan vitré et sous vide en fonction du temps.

12. Conclusion:

Nous remarquons dans l'ensemble que le rendement d'un capteur plan vitré est très faible mais surtout se dégrade avec la montée de température, Pour améliorer le rendement du capteur, il faudrait diminuer le pouvoir réfléchissant des surfaces vitrées par l'emploi de verre sélectif, diminuer la convection autour de l'absorbeur par l'emploi de capteur sous vide d'air dans le cas de hautes températures et diminuer la température du fluide caloporteur par un bon calcul de l'installation, et ensuite Nous remarquons que le rendement du capteur sous vide est nettement supérieur au capteur plan vitré, De plus, le rendement ne chute pas aussi vite lors de la montée en température. C'est l'une des raisons pour la quelle le capteur sous vide est utilisé pour des hautes températures. et puis les capteurs tubes ont leurs surfaces d'entrées

(les absorbeurs à l'intérieur des tubes) très petites mais très protégées, très isolées par les tubes sous vide, tandis que les capteurs plans ont une grande surface d'entrée d'absorbeurs , mais l'isolement se fait juste au fond et aux cotés .

REFERENCES.

- [1]- ARCHAD. P, 1986, Etude European Passive Solar Handbook Basic principales and Concepts for Passive Solar Architecture, Commission of European communities.
- [2]- Centre Scientifique et technique du bâtiment,29/11/2000M Réglementation Thermique 2000 :Décrit N 2000 1153.
- [3]- Balcomb.D ,Jones .R.W ,Kosiewicz .C.E, Lazarus,G,S, Farland .R.D , Wray.W.O,1986, Passive solar hand book, Volume 3, American Solar Energy Society.
- [4]- BLAIR N.,Mitchell,W,A ,Beckman .W.A,Deonstration of trnsys use in building simulations, solar energy laboratory ,university on Wisconsin .
- [5]- Bekkerouche .S.M.A, 2008,Modélisation du comportement thermique de quelques dispositifs solaires, thèse de doctorat, Université de tlemcen.
- [6]- WWW.aes-tunisie.com/fr/services/logiciels/trnsys/.
- [7]- <http://sel.me.wisc.edu/trnsys/>.
- [8]- <http://boutique.cstb.fr/energies-environnement/272-trnsys.html>.
- [9]- Amoés ,Tutoriel pour la simulation thermique dynamique sous trnsys.Formation Trnsys .
- [10]- Sidi Mohamed Karim EL hassar ,1992 ,Conception d'un environnement de simulation intelligent .A application à la thermique du bâtiment .Science de la terre , Ecole Nationale des ponts et chaussées .Français .
- [11]- Solar Energy Laboratory, univ, of Wisconsin-Madison, 2018,[http:// sel.me.wisc.edu./trnsys](http://sel.me.wisc.edu/trnsys) .
- [12]- [http //:m.actu-environnement.com/maéteriels-services/logiciel-meteorologie-cstb-prevision—simulation-meteorologiques-energie-solaire-2471.php](http://m.actu-environnement.com/materiels-services/logiciel-meteorologie-cstb-prevision-simulation-meteorologiques-energie-solaire-2471.php).