

Estimation du rayonnement solaire direct en Algérie Cas d'un ciel clair

Mohamed Redha Yaïche¹ and Sidi Mohammed El Amine Bekkouche²

¹ Centre de Développement des Energies Renouvelables, 'CDER'
B.P.62, Route de l'Observatoire- Bouzaréah – Alger – Algérie

² Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, 'URAER'
B.P. 88, ZI, Gara Taam, Ghardaïa, Algérie

(reçu le 10 Juin 2011 – accepté le 25 Septembre 2011)

Résumé - Le rayonnement direct parvient directement de l'angle solide délimité par le disque solaire. Il est mesuré par un pyréliomètre qui suit la course du soleil et s'y trouve toujours perpendiculaire. Dans ce contexte, un programme de calcul du rayonnement direct sous Excel pour les 48 wilayates d'Algérie a été élaboré. Nous avons adopté et choisi deux approches théoriques qui sont valables pour un ciel totalement clair. Pour l'estimation de l'éclairement direct sur un plan horizontal, nous avons utilisé le modèle de Perrin de Brinchambaut, dit 'Capderou'. De ce fait, ces valeurs seront exploitées pour le calcul de l'éclairement direct à incidence normale par le modèle de Liu & Jordan. Il s'ensuit que des exemples de quelques journées de ciel clair pour les sites de Bouzaréah et de Ghardaïa soient utilisés pour la validation et la confrontation des résultats expérimentaux.

Abstract - The direct radiation comes directly from the solid angle defined by the solar disk. It is measured by a pyrliometer following the path of the sun and there is always perpendicular. In this context, a program for calculating the radiation directly to Excel for 48 wilayates in Algeria has been developed. We have adopted and chosen two theoretical approaches that are valid for a totally clear sky. To estimate the direct illumination on a horizontal plane, we used the model of Brinchambaut Perrin says 'Capderou'. As a result, these values, these values will be used to calculate the direct illumination at normal incidence by the model of Liu & Jordan. It follows that examples of a few days of clear skies for the sites of Ghardaïa and Bouzareah are used for validation and comparison of experimental results.

Mots clés: Eclairement direct - Programme de calcul sous Excel - Capderou - Liu & Jordan.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de l'utilisation et de l'exploitation des systèmes de conversion de l'énergie solaire pour de nombreuses applications, la connaissance détaillée aussi bien quantitative que qualitative du gisement solaire disponible est d'une importance capitale.

Les données de rayonnement solaire sont utilisées dans la conception, le développement, ainsi que dans l'évaluation des performances des systèmes solaires.

Or, le rayonnement solaire étant mesuré sur un nombre limité de sites à travers le monde, ces données relatives à cette énergie ne sont pas toujours disponibles.

L'utilisation de modèles de simulation est pratiquement le seul moyen de pallier à ce problème. Au delà, la connaissance de la position du soleil dans le ciel à tout instant et en tout lieu est nécessaire pour le calcul et l'étude de l'énergie interceptée.

2. ECLAIREMENT SOLAIRE DIRECT MODELES NUMERIQUES CHOISIS

Afin d'estimer l'éclairement direct sur un plan horizontal, le modèle de Perrin de Brichambaut, dit 'Capderou' a été utilisé.

Le problème majeur de ce modèle, est de révéler le facteur de trouble atmosphérique pour le calcul des composantes directe et diffusé de l'irradiation reçue sur un plan.

L'absorption et la diffusion causées par les constituants de l'atmosphère peuvent être exprimées par des facteurs de troubles. A partir de ces facteurs, on peut exprimer les irradiances directes et diffusées par ciel clair. Au-delà d'une certaine limite, ces valeurs seront exploitées pour le calcul de l'éclairement direct à incidence normale par le modèle de Liu & Jordan qui est à l'encontre du précédent le plus fréquemment employé.

Les équations mathématiques détaillées qui identifient ces deux modèles choisis peuvent être trouvées dans la littérature [1].

En l'occurrence, l'éclairement direct calculé par ce programme fait objet d'une poursuite solaire aveugle, (Fig. 1). En d'autres termes, le pyrhéliomètre va suivre le soleil même durant des passages nuageux, ce qui signifie qu'il rentre automatiquement en mode de calcul.

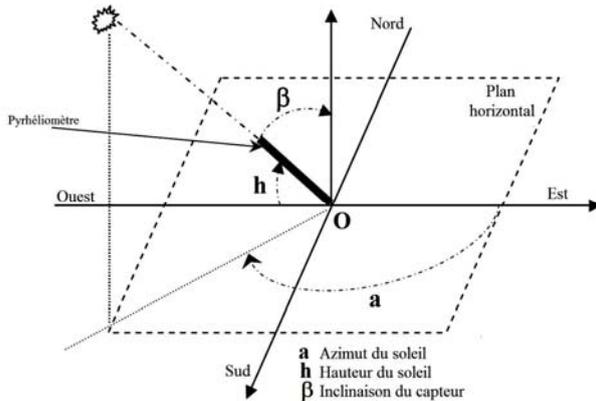


Fig. 1: Repère horizontal et schéma représentatif du système de poursuite solaire

3. PRESENTATION DU PROGRAMME ELABORE DEMONSTRATION DES INTERFACES GRAPHIQUES

Le programme de calcul élaboré possède des interfaces de type graphique et numérique, fonctionnement de manière simple et conviviale.

Il permet à l'utilisateur d'introduire le numéro du jour de l'année, de visualiser la position de la terre par rapport au soleil et de sa déclinaison, de calculer l'équation du temps et la déclinaison du soleil de façon interactive.

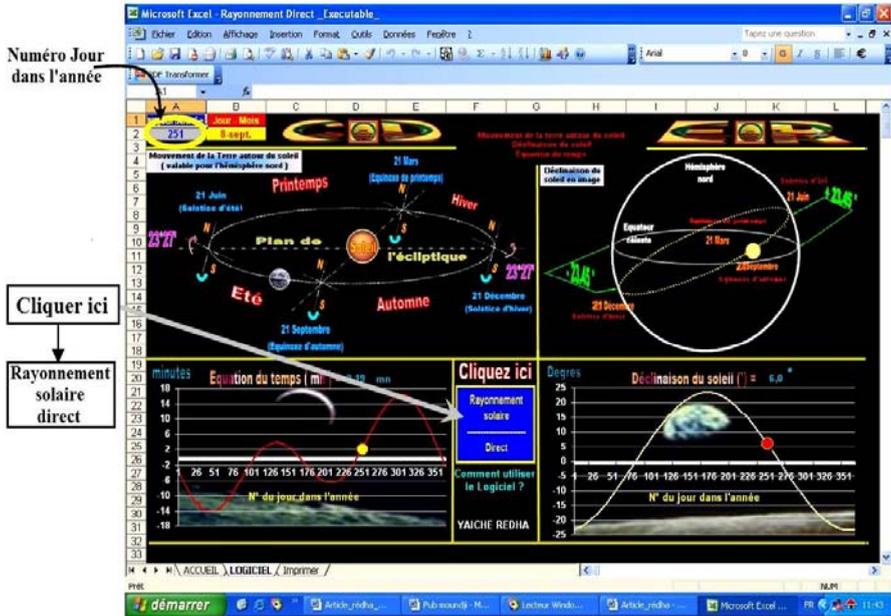


Fig. 2: Interface graphique donnant: la position de la terre par rapport au soleil, la déclinaison du soleil, le numéro du jour et du mois et l'équation du temps appropriée

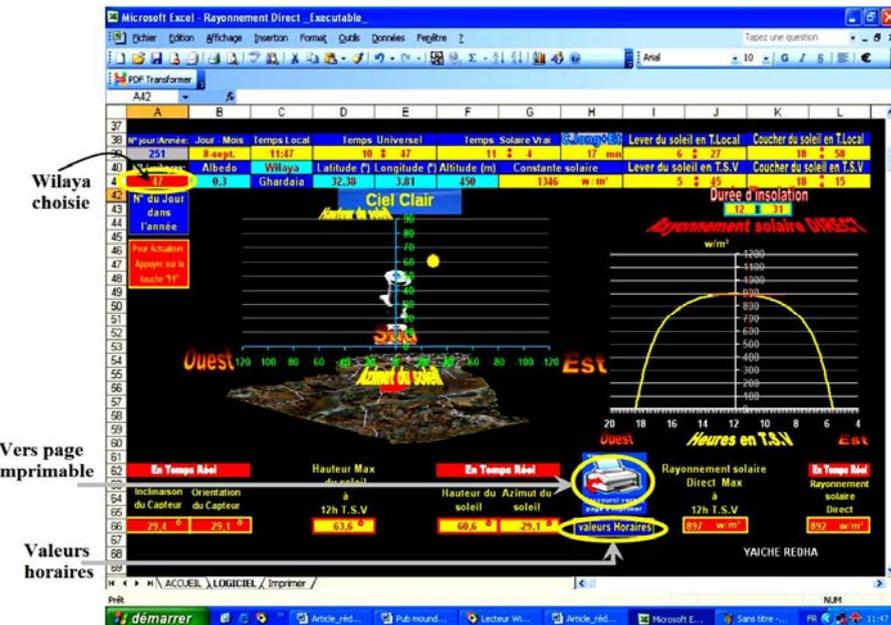


Fig. 3: Interface graphique donnant: par ciel clair, la hauteur du soleil, la durée d'insolation, le numéro de la wilaya, et les valeurs horaires du rayonnement solaire direct

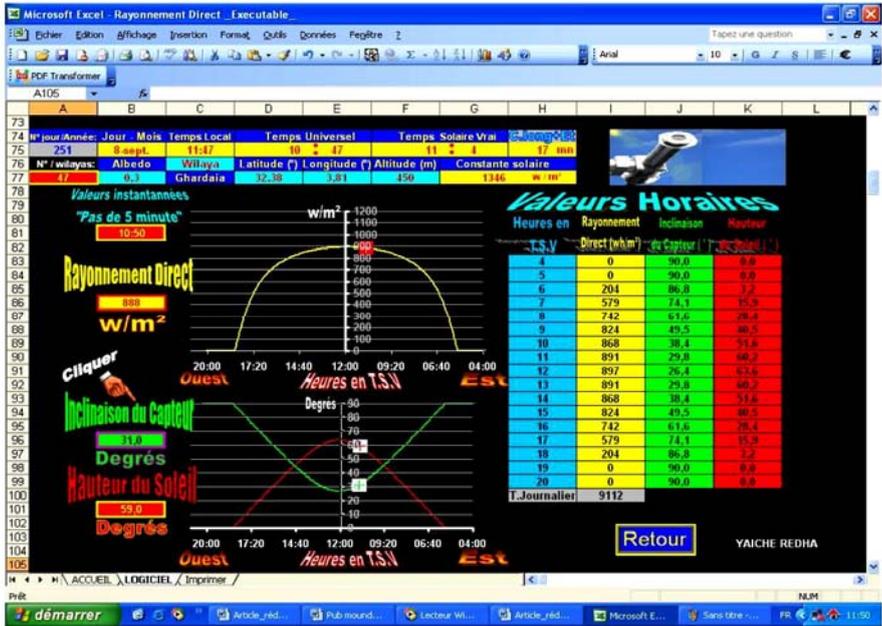


Fig. 4: Interface graphique donnant: pour un ciel clair, les valeurs horaires du rayonnement direct, l'inclinaison du capteur et la hauteur du soleil, pour obtenir le rayonnement solaire direct comme résultats

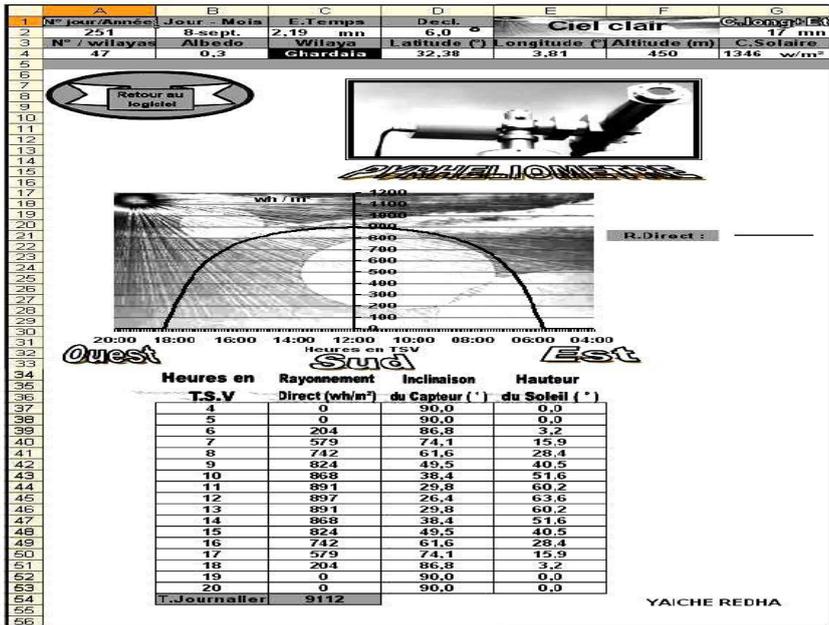


Fig. 5: Interface graphique donnant: une récapitulation de valeurs du rayonnement direct et de ses principaux paramètres d'étude

4. CONFRONTATION DES RESULTATS ET EXEMPLES D'APPLICATION

Cette partie est consacrée à l'aspect théorique et expérimental. Nous avons confronté quelques valeurs du rayonnement solaire direct fournies par les deux stations radiométriques de Ghardaïa et de Bouzaréah avec des valeurs délivrées par le programme élaboré.

Cette étape incontournable sera suivie par un calcul d'erreur relative instantanée sur le rayonnement direct. L'expression de ce dernier est donnée par l'équation suivante:

$$Err = \frac{|\Delta G|}{G_{\text{mesuré}}}$$

Les figures 6 et 8 représentent des confrontations des données expérimentales et calculées du site de Ghardaïa. Les journées du 12/4/2005 et du 29/5/2008 ont sélectionnées pour cette étude. Il a été effectué des calculs d'erreurs relatives (Fig. 7 et Fig. 9) pour apprécier et voir l'efficacité du programme réalisé. Les mesures sont enregistrées toutes les cinq minutes.

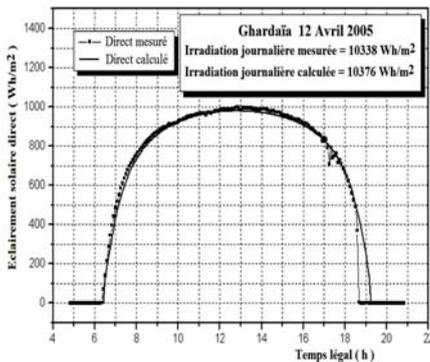


Fig. 6: Rayonnement direct à incidence normale. Ghardaïa 12/4/2005

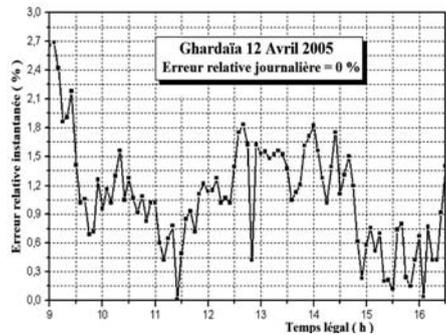


Fig. 7: Erreur relative instantanée sur le rayonnement direct. Ghardaïa 12/4/2005

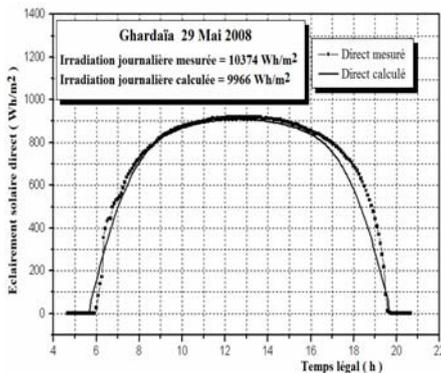


Fig. 8: Rayonnement direct à incidence normale. Ghardaïa 29/5/2008

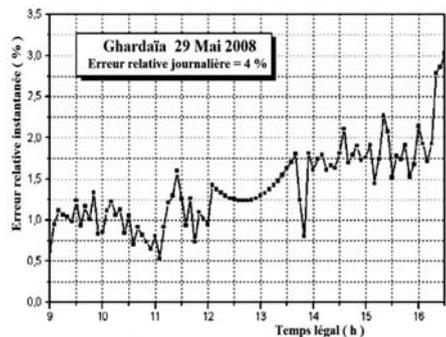


Fig. 9: Erreur relative instantanée sur le rayonnement direct. Ghardaïa 29/5/2008

La même démarche précédente a été suivie pour le site de Bouzaréah. Les figures 10 et 12 représentent respectivement l'éclairement direct mesuré et calculé à incidence normale pour les journées du 27/8/1988 et du 27/10/1988. Tandis que les figures 11 et 13 représentent l'évolution des erreurs relatives du rayonnement direct pour un pas d'une heure.

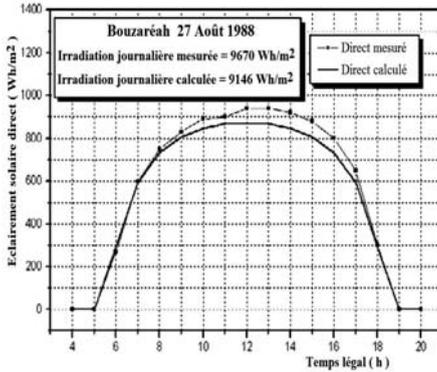


Fig. 10: Rayonnement direct à incidence normale. Bouzaréah 27/8/88

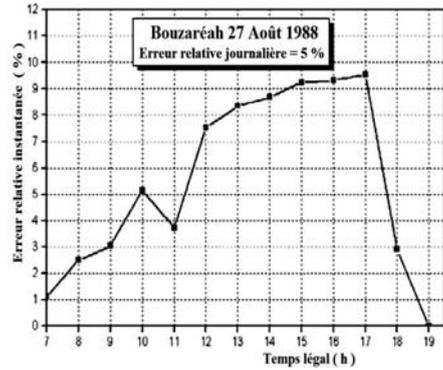


Fig. 11: Erreur relative instantanée sur le rayonnement direct. Bouzaréah 27/8/88

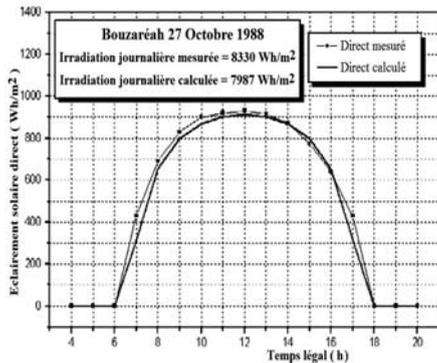


Fig. 12: Rayonnement direct à incidence normale. Bouzaréah 27/10/88

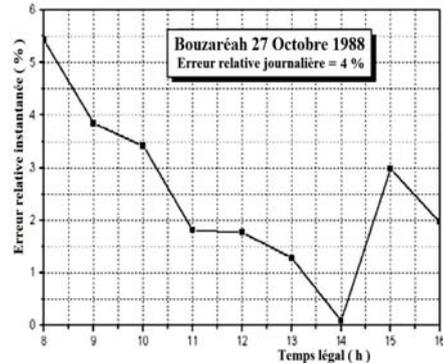


Fig. 13: Erreur relative instantanée sur le rayonnement direct. Bouzaréah 27/10/88

5. CONCLUSION

Le travail effectué durant cette contribution a eu pour but, d'une part, d'identifier deux modèles de connaissance (modèle de Liu & Jordan et modèle dit 'Capderou'), et d'autre part, de participer à la création de l'outil de simulation correspondant.

Cet outil de simulation (logiciel conçu) a pour finalité d'être ensuite couplé à une interface professionnelle, qui soit manipulable de manière conviviale par les chercheurs, les architectes, les bureaux d'étude, les maîtres d'ouvrage, ou même les enseignants.

Le programme de calcul réalisé montre qu'il est possible de persuader les évolutions instantanées de l'éclairement direct à incidence normale qui peut faire objet d'une poursuite solaire aveugle.

Dans l'ensemble, la comparaison s'avère acceptable, les erreurs commises sont dues aux modèles eux-mêmes.

REFERENCES

- [1] M.R. Yaïche et S.M.A Bekkouche, '*Conception et Validation d'un Programme sous Excel pour l'Estimation du Rayonnement Solaire Incident en Algérie. Cas d'un ciel Totalelement Clair*', Revue des Energies Renouvelables, Vol. 11, N°3, pp. 423 – 436, 2008.
- [2] M.R. Yaïche, '*Logiciel de Calcul des Paramètres Astronomiques à l'Usage des Installations Solaires*', Revue des Energies Renouvelables. Numéro Spécial. Congrès International sur les Energies Renouvelables et le Développement Durable, ICRESO 07, Tlemcen, Algérie 21 – 24 Mai 2007.
- [3] M. Capderou, '*Atlas Solaire de l'Algérie*', Tome 1, Vol. 1 et 2, Modèles Théoriques et Expérimentaux, Office des Publications Universitaires, Algérie, 1987.
- [4] A. Moumami, N. Hamani, N. Moumami et Z. Moukhtari, '*Estimation du Rayonnement Solaire par Deux Approches Semi Empiriques dans le Site de Biskra*', 8^{ème} Séminaire International sur la Physique Energétique. Centre Universitaire de Béchar, Algérie, 11 et 12 Novembre 2006.