



Cours N°4: Appareils de mesures de rayonnement solaire

4.1 Mesure de rayonnement solaire

L'utilisation du rayonnement solaire comme source d'énergie pose donc un problème bien particulier. En effet, le rayonnement solaire n'est pas toujours disponible ; en outre, on ne peut l'emmagasiner ni le transporter. Le concepteur d'un système qui emploie le rayonnement solaire comme source d'énergie doit donc déterminer la quantité d'énergie solaire disponible à l'endroit visé et le moment où cette énergie est disponible.

4.2 L'intensité du rayonnement solaire est extrêmement variable suivant

- La localisation géographique du site (spécialement par rapport à sa latitude)
- La saison
- L'heure
- Les conditions météorologiques (nébulosité, poussière, humidité ...),
- L'altitude du lieu.

4.3 L'énergie solaire en Algérie

Elle reçoit annuellement une énergie de l'ordre de 2500 KWh/m²/an. La durée d'insolation sur la quasi totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre les 3900 heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie acquise quotidiennement sur une surface horizontale de 1m² est de l'ordre de 5 KWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700KWh/m²/an au Nord et 2263 kWh/m²/an au Sud du pays.

4.4 Composantes du rayonnement solaire

L'atmosphère ne transmet pas au sol la totalité du rayonnement solaire qu'elle reçoit :

- Le rayonnement direct est celui qui traverse l'atmosphère sans subir de modifications.
- Le rayonnement diffus est la part du rayonnement solaire diffusé par les particules solides ou liquides en suspension dans l'atmosphère. Il n'a pas de direction privilégiée.
- Le rayonnement global est la somme du rayonnement direct et diffus.

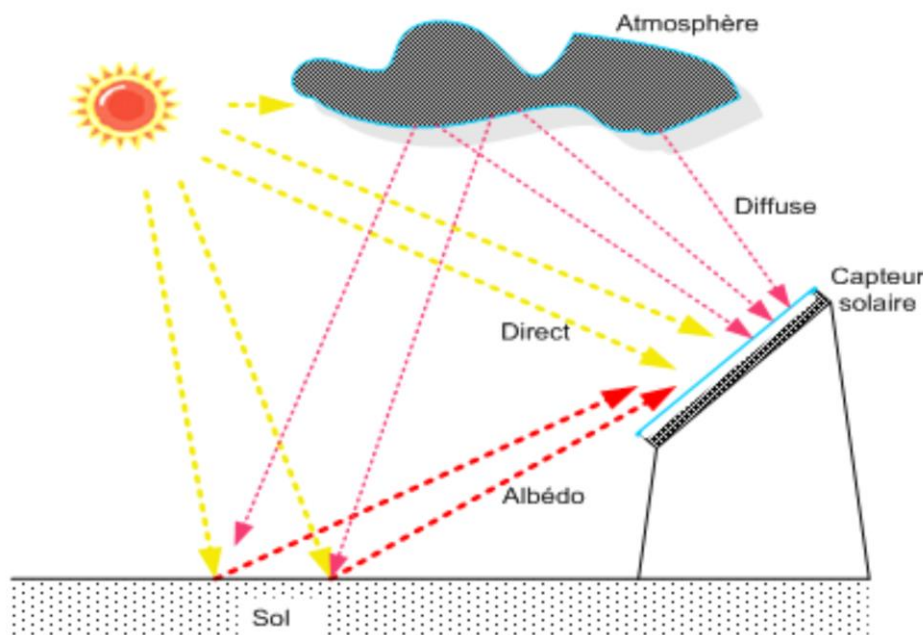


Figure 4.1 – Composantes du rayonnement solaire.

4.5 Estimation du rayonnement solaire

Plusieurs modèles sont développés, précisément, dans ces modèles les composantes du rayonnement diffus solaire et d'horizon ont été prises, on citera :

- Le modèle de Hay et Davies.
- Le modèle Temp et Coulson.
- Le modèle Klucher.
- Le modèle Reindell et al.
- Le modèle Pires et al.
- Le modèle Perrin Brichambeaut
- Le modèle Liu et Jordan.

En fonction des besoins d'énergie, pour estimer le rayonnement solaire, il existe plusieurs méthodes et des instruments classiques de mesure de rayonnement solaire qui le permettent, les plus connus sont :

4.5.1 L'héliographe

L'héliographe est un instrument qui permet de mesurer la durée de l'ensoleillement sur un point de la surface de la planète. Plus précisément, il enregistre la durée pendant laquelle le rayonnement solaire est d'une intensité suffisante pour produire des ombres distinctes.

Un héliographe est constitué d'une boule de cristal de 10 cm de diamètre, qui, exposée au Soleil, fait effet de lentille. Cette lentille concentre le rayonnement de manière à brûler une feuille de papier rigide spécial placée sur un support incurvé (équivalent à la bande équatoriale d'un cadran éponyme).



Figure 4.2 – L'héliographe.

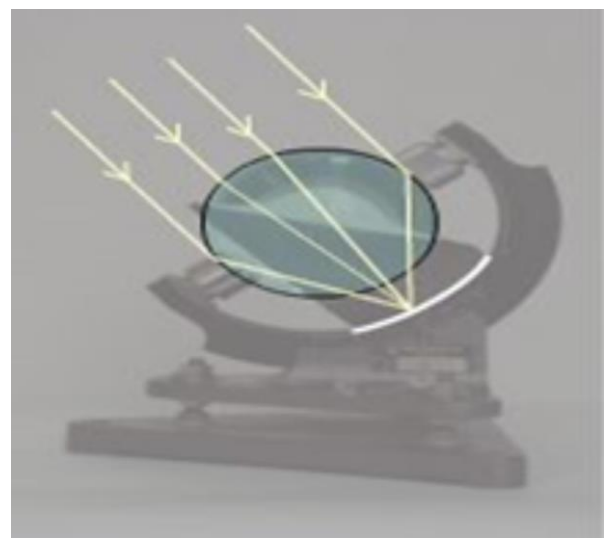


Figure 4.3 – Principe de fonctionnement.

Le papier brûle au fur et à mesure du déplacement du point focal, tant que le Soleil brille. Cette bande de papier (héliogramme) est graduée en heures, ou plus finement, elle permet de déterminer la durée d'ensoleillement.

Le déplacement du soleil fait changer le point de convergence des rayons sur le carton, ce qui produit une ligne brûlée sur celui-ci. Si un nuage cache les rayons du soleil, il y aura sur le carton un endroit, correspondant à cette heure, qui ne sera pas brûlé.

L'emplacement de l'appareil, doit être dégagé de tout obstacle matériel pouvant porter ombre sur l'héliographe.

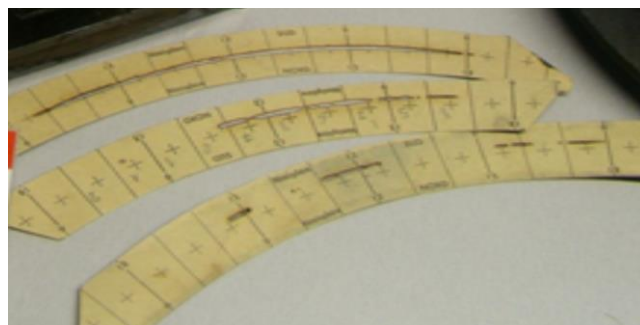


Figure 4.4 – Feuille de papier rigide.

4.5.1.1 Types d'héliographes

Le premier héliographe dit « héliographe Campbell-Stokes » a été fabriqué par Campbell en 1853. Il a été désigné d'après le nom de son inventeur, John Francis Campbell en 1853, et de celui qui l'a modifié plus tard, George Stokes en 1879.

A) Héliographe Campbell : fonctionne à l'aide d'un carton, de couleur et de composition définies, sur lequel l'image du soleil, focalisée par la boule de verre, laisse des traces brunies ou carbonisées.

B) Héliographe Jordan : inventé en 1888 : fonctionne à l'aide de papier photographique ou héliographique.

C) héliographe à fibre optique : le rayonnement solaire est intercepté par une fibre optique, animée d'un mouvement de rotation, qui le conduit vers une photodiode qui sert de détecteur.



Figure 4.5 – Héliographe Campbell-Stokes.

4.5.2 Pyranomètre

Un pyranomètre permet de mesurer le rayonnement solaire, toutes longueurs d'ondes de rayonnement confondues, par la mesure de l'effet thermique, et donc associé à une température. C'est la méthode la plus utilisée, et qui remplace le traditionnel héliographe qui brûlait un papier.

Il permet la mesure de la puissance du rayonnement solaire total en watts par mètre carré. Habituellement un pyranomètre est en station fixe horizontale et est en mesure de prendre le rayonnement dans tous les azimuts du lever au coucher du soleil.

Pyranomètre portable : C'est un appareil qui est utilisé pour la mesure du rayonnement global reçu par une surface plane.



Figure 4.6 – Pyranomètre.



Figure 4.7 – Appareil de mesure de l'énergie solaire : pyranomètre portable.

4.5.3 Pyrhéliomètre

Le pyrhéliomètre mesure les irradiances directes. Il comporte une ouverture réduite et une surface réceptrice qui doit être maintenue normale aux rayons du soleil par un système automatique.

Principe :

L'élément sensible (thermopile) du pyrhéliomètre est constitué de thermocouples montés en série, exposés au rayonnement solaire et dont les soudures froides sont maintenues à la température de l'air par conduction. Il délivre une différence de potentiel proportionnelle au flux incident.

La géométrie de l'appareil limite le rayonnement incident au rayonnement solaire direct et au rayonnement provenant du ciel circumsolaire.



Figure 4.8 – Pyrhéliomètre.