

TP N°1 MESURE DE RAYONNEMENT SOLAIRE

Nom : Prénom : Groupe :	Nom : Prénom : Groupe :
Date :	Note :

1. But :

Pour la production d'énergie solaire, il est essentiel de déterminer l'ensoleillement en un lieu et un moment donnés, cela signifie de mesurer le rayonnement solaire d'une journée d'ensoleillement.

1. Partie Théorique

• Définition :

Énergie naturelle par excellence, le Soleil, cet astre incandescent dont la température de surface est voisine de 5 500 °C, nous dispense chaleur et lumière. Centre de notre système planétaire, sa place est si grande dans l'activité terrestre sous toutes ses formes qu'il fut bien souvent objet d'adoration. Source indirecte des énergies usuelles de notre temps (sous forme chimique et biochimique en particulier), ce n'est qu'au XVII^e siècle que l'on songea à utiliser directement le Soleil à des fins techniques : Lavoisier a, l'un des premiers, employé une lentille convergente de 1,30 m de diamètre pour obtenir la fusion d'un morceau de fer placé à son foyer. Ce n'est qu'en 1954 que les premières piles solaires produisant de l'électricité firent leur apparition, grâce aux travaux de Bell Laboratoires (États-Unis).

• Rayonnement solaire et atmosphère

La distance de la Terre au Soleil est d'environ 150 millions de kilomètres et la vitesse de la lumière est d'un peu plus de 300 000 km/s ; les rayons du soleil mettent donc environ 8 min à nous parvenir.

La constante solaire est la densité d'énergie solaire qui atteint la frontière externe de l'atmosphère faisant face au Soleil. Sa valeur est communément prise égale à 1 360 W/m² (bien qu'elle varie de quelques % dans l'année à cause des légères variations de la distance Terre-Soleil).

Le watt par m² (W/m²) est l'unité la plus utilisée pour quantifier le rayonnement solaire. C'est un flux, une puissance par unité de surface. 1 W/m² est aussi égal à 1 Joule par seconde et par m² puisque 1 W = 1 J/s. Ici l'énergie est électromagnétique, mais les unités sont les mêmes que pour une énergie électrique.

Lors de la traversée de l'atmosphère, ce rayonnement de 1 360 W/m² subit des déperditions, du fait de son absorption partielle par les gaz atmosphériques et la vapeur d'eau. Ainsi, le flux reçu sur la Terre est inférieur au flux « initial » et dépend de l'angle d'incidence, et donc de l'épaisseur d'atmosphère traversée.

En effet, si l'on fait face au Soleil, on le voit à une certaine hauteur, qu'on appelle hauteur apparente. C'est l'angle h entre le plan horizontal situé sous nos pieds et une droite pointée vers le Soleil.

-On voit bien sur la figure 1 que cet angle h détermine la distance parcourue par le soleil à travers l'atmosphère et donc les pertes engendrées.

-On appelle m (masse atmosphérique), ou Air Mass, cette distance calculée en multiples de la distance parcourue si le soleil était à la verticale du lieu.

Sur notre figure 1, $m = 1$ si le Soleil entre dans l'atmosphère au point A, et $m = 2$ s'il y entre en M, donc :

$$m = 1/\sin(h)$$

Quant aux conditions normalisées de test des panneaux solaires, elles sont caractérisées par un rayonnement instantané de $1\ 000\ \text{W/m}^2$, un spectre solaire AM 1,5 et $25\ ^\circ\text{C}$ de température ambiante. Ces conditions sont appelées STC (Standard Test Conditions).

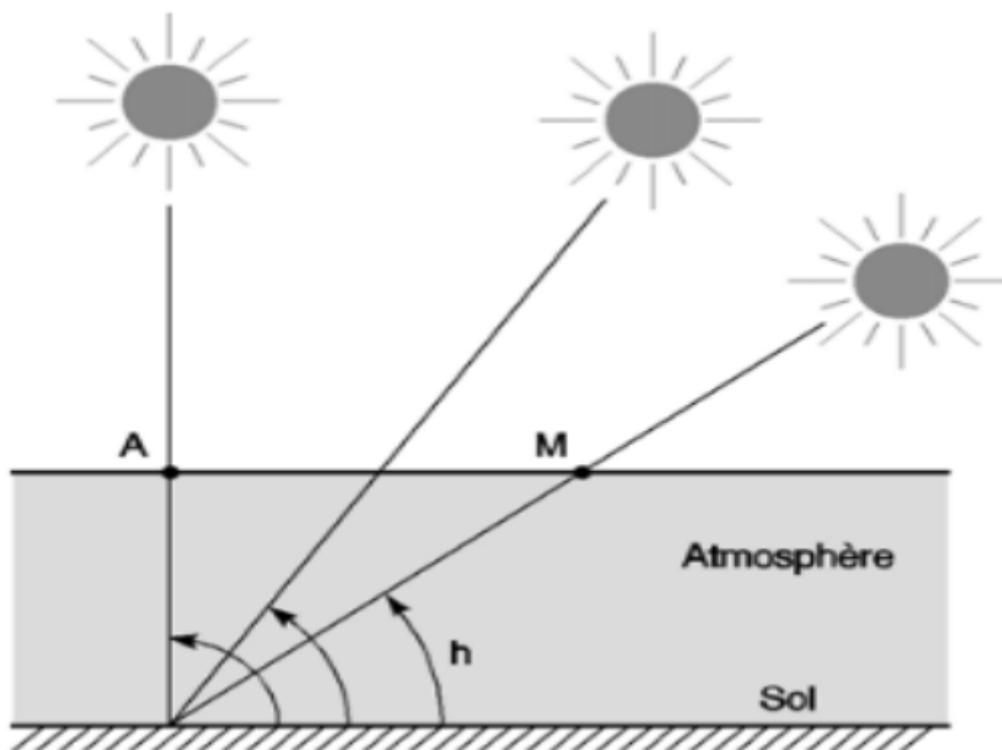


Figure 1 : Définition de l'Air Mass : $m = 1/\sin(h)$

Figure 2, nous montre l'influence de cette couverture nuageuse sur le rayonnement reçu sur la Terre. Notons au passage la différence entre le rayonnement direct, les rayons du soleil qui nous parviennent en ligne droite, et le rayonnement diffus, les rayons qui subissent de multiples

réflexions et nous parviennent alors de toutes les directions à travers les nuages. Le rayonnement solaire est entièrement diffus lorsqu'on ne peut plus voir où se trouve le soleil. Quant au rayonnement global, c'est la somme du rayonnement direct et du rayonnement diffus.

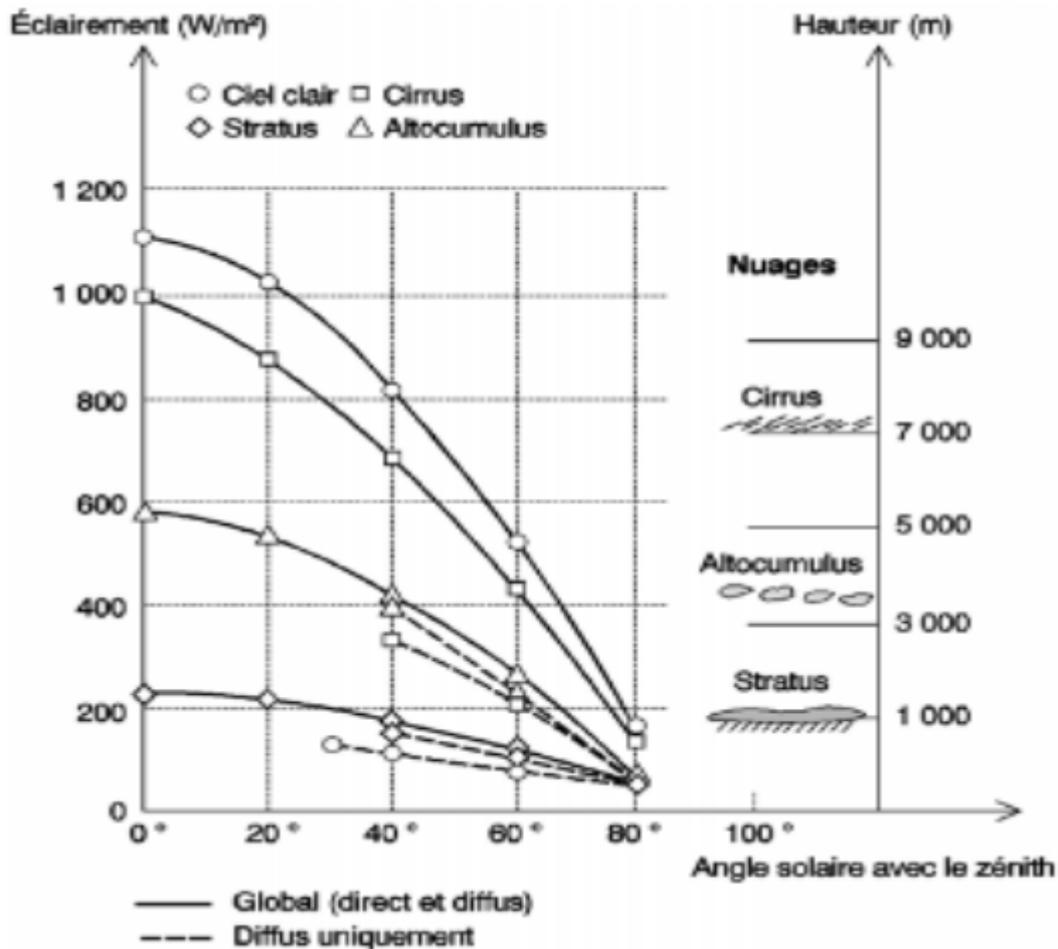


Figure 2: Influence des nuages sur le rayonnement solaire

Pour résumer, le soleil dispense typiquement à un instant t sur la terre (en rayonnement global) :

- $1\,000\text{ W/m}^2$ avec un soleil au zénith et un ciel parfaitement dégagé ;
- $100\text{-}500\text{ W/m}^2$ sous un ciel nuageux ;
- moins de 50 W/m^2 sous un ciel vraiment couvert.

Lieu géographique, orientation, saison, heure de la journée, etc. jouent directement sur le rayonnement instantané. C'est ce qui déroute bien souvent les utilisateurs pour définir leurs systèmes solaires. L'énergie délivrée par un panneau solaire est hautement variable ! L'éclairement instantané n'est d'ailleurs pas très utile, il faut bien distinguer le rayonnement instantané (en W/m^2),

appelé aussi éclairement, qui est un flux lumineux reçu à un moment donné, et le rayonnement intégré (ou cumulé) (en Wh/m^2 ou kWh/m^2), qui est l'énergie totale disponible pendant un certain temps. En général, cette période de base est de 24 h : on parle alors de $Wh/m^2 \cdot jour$ (watts-heure par m^2 et par jour). On obtient cette énergie globale en multipliant le rayonnement instantané par le temps. Pour un rayonnement variable, c'est l'intégrale du rayonnement sur le temps considéré.

2. Exploitation des résultats

1. Remplir le tableau suivant, on reporte la décomposition dans le temps et le total en Wh/m^2 sur cette journée.

Horaire	W/m^2	Durée (h)	Résultat (Wh/m^2)
H à h			
Total par jour			

2. Tracer un schéma d'une journée d'ensoleillement, qui représente éclairement instantané (W/m^2) en fonction de l'heure dans la journée ?

3. Donner une interprétation brève (en quelques lignes) du schéma obtenu.

4. Comment placer les panneaux solaires pour récupérer un maximum de rayonnement solaire et comment savoir quelle énergie on va récupérer ?

5. Comment associer les cellules entre elles (dérivation ou série) ? Calculer le nombre de cellules nécessaires ? Pour alimenter un petit moteur électrique : Tension minimale 1,6 V et Intensité du courant : inférieur à 10 mA.

Groupement en série

$I_{sc} = I_{cc}$: le courant de court-circuit.

$V_{sco} = n \cdot V_{co}$: la tension de circuit ouvert.

Groupement en parallèle

$I_{pcc} = n \cdot I_{cc}$: le courant de court-circuit.

$V_{pco} = V_{co}$: la tension de circuit ouvert.

