

## Rappels sur l'irradiance et quantités physiques :

- \* **Neutrinos** : particules élémentaires de masse pratiquement nulle.
- \* **Positron** : Produit d'une désintégration d'un noyau radioactif.
- \* **Albédo** : Part du rayonnement solaire renvoyés dans l'atmosphère.
- \* **Émittance** : flux émis par unité de surface d'une source.
- \* **Irradiance** : éclairement énergétique : puissance d'un rayonnement électromagnétique frappant par unité de surface  $\perp$  à sa direction.
- \* **Puissance (w)** : quantité d'énergie par unité de temps fournie par un système à un autre  
 $E = P \times \Delta t$
- \* **Energie** : Mesure de la capacité d'un syst. à modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement, un rayonnement électromagnétique ou chaleur.

### Midi Solaire :

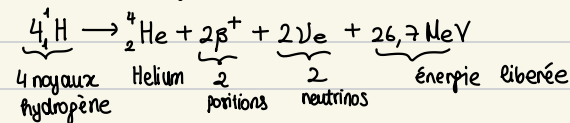
Instant où le soleil passe du méridien du lieu

- Constante solaire  $C^* =$  densité de flux.

$$P^* = 4\pi D^2 C^*$$

↳ Puissance rayonnée par le soleil.      ↳ distance terre-soleil ( $150.10^9 \text{ m}$ )

- Réaction de fusion nucléaire du soleil.



$$H^* = \frac{P^*}{4\pi R^2} = \frac{P^*}{\text{Area}}$$

↳  $4\pi R^2$  surface sphère solaire.

↳ flux solaire moyen à la surface de la photosphère = émittance énergétique.

• Puissance rayonnée du corps noir selon la loi de Stefan

$$P = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot \text{Area}$$

↳ cste de Stefan Boltzman ( $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ )

Rq:  $k =$  constante de Boltzman ( $1,38066 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ )

cste de Planck

$$E = h \times c \rightarrow \text{célérité}$$

↓  
Energie du photon  
 $\text{W} / (\text{m}^2 \mu\text{m})$

↑  
longueur d'onde ( $\mu\text{m}$ )  
du rayonnement  
correspondant au photon.

★ Constante solaire : puissance rayonnée reçue hors atmosphère par un disque de  $1 \text{ m}^2$  ⊥ au soleil à une distance de 1 UA du soleil ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

$$C_1^* = 1353 \text{ W}/\text{m}^2 \quad C_2^* = 1367 \text{ W}/\text{m}^2$$

$$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$\text{Rayon du soleil} = 696 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$T^\circ \text{ du soleil} = 5785 \text{ K}$$

$$\text{Distance terre-soleil} = 150 \cdot 10^9 \text{ m}$$

• Emission monochromatique = qui ne contient qu'une fréquence (ou une)

→ en  $\text{KW}/\text{m}^2 \mu\text{m}$

→ Intensité du rayonnement émis

$$H^* = M = \sigma \epsilon T^4$$

↓  
 $0 < \epsilon < 1$

$$\text{Rq: } H^* = M$$

émission en unité  
que l'irradiance.

• Formules utiles en TP:

$$P = U \times I$$

↓                      ↓  
Puissance            Tension

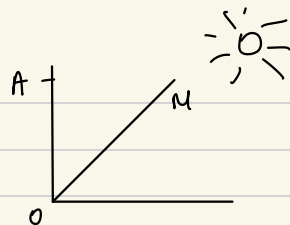
↗ Intensité

$$j = \frac{I}{S}$$

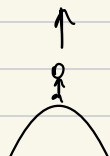
↓  
densité  
de courant

→ surface

- Air mass  $AM = \frac{OM}{OA}$  = rayonnement solaire après avoir traversé une atmosphère de 1 kg sous un angle de  $45^\circ$ .



$R_g$  = des les conditions standard  
 $AM = 1,5$

- Zenith
- 
- méridien de Greenwich (réf)



- Azimut = Angle sur le plan horizontal entre la direction d'un objet et une direction de référence (en général le sud).
- 1 hectare = 10 000 m<sup>2</sup>
- 1 kWh = 3,6 MJ.
- CRE = Commission de Régulation de l'Energie.

### Condition Standards :

- ↳ Dans lesquelles sont compris les panneaux
- irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>.
- AM air mass = 1,5
- T° des panneaux 25° ( $\eta$  ↓ de 0,4 % par degré supplémentaire)
- Position panneaux
- ⇒ Leur plan  $\perp$  direction source de rayonnement directe.
- matériaux optimaux

### Remarques :

• taille installation de 1kWc  $\Leftrightarrow$  5 à 10 m<sup>2</sup> de modules en générale.

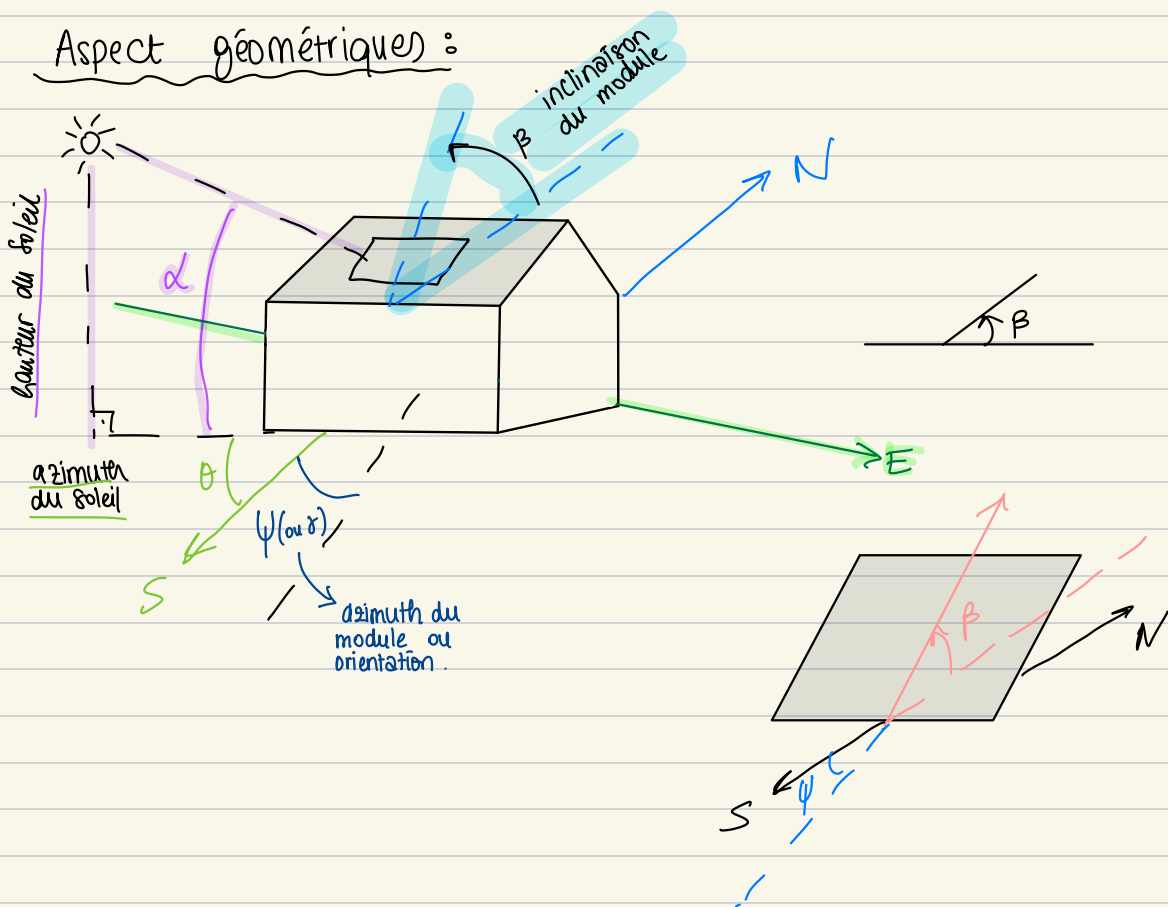
• gisement solaire est également un parametre important

ex = installation de 1kWc

→ à Lille 350 wh/an

→ à Nice 1250 wh/an.

### Aspect géométriques :



## Rendement d'une cellule :

$$\eta = \frac{\text{Prestation}}{\text{fourniture}} \rightarrow \begin{array}{l} \text{on récupère} \\ \text{on donne} \end{array} = \frac{\text{puissance max produite}}{\text{puissance reçue (lumière soleil)}}$$

$$P_{\max} = I_{\max} \times V_{\max} \rightarrow \text{tension}$$

$$P_{\text{reçue}} = \underbrace{\text{éclairageement}}_{\substack{\text{irradiation} \\ \text{dans les} \\ \text{conditions} \\ \text{standards (1000 W/m}^2\text{)}}} \times \text{Surface}$$

$$\eta = \frac{I_{\max} \times V_{\max}}{1000 \text{ W/m}^2 \times \text{Surface}}$$

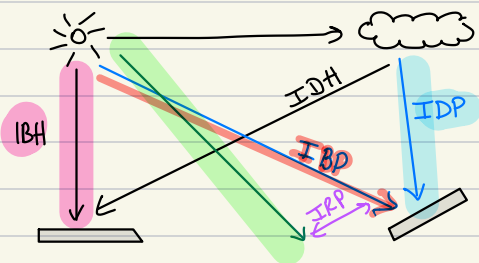
Facteur de Forme :  $FF = \frac{P_{\max}}{I \cdot u.}$

$I \cdot u.$   $\rightarrow$  tension réelle  
puissance réelle.

$\rightarrow$  degré d'idéalité.

Remarque : Le soleil est une source radiative isotrope.

## Types de rayonnements :



IGH = Rayonnement global dans le plan horizontal.

IBH = Rayonnement direct ds le plan horizontal.

IDH = Ray. diffus ds le plan horizontal.

IGP = Ray. global ds le plan incliné.

IBP = Ray. direct ds le plan incliné.

IDP = // diffus // // // //

IRP = // réfléchis // // // (Albédo).

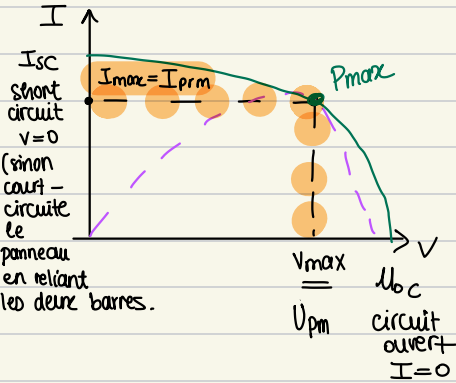
$$IGH = IBH + IDH$$

$$IGP = IBP + IDP + IRP$$

Sans atmosphère (extraterrestre)

- \* Flux lumineux normal à la surface du plan  $I_0(n)$
- \* Flux lumineux ds le plan horizontal  $I_{0(h)}$  ( $I_{G0}$  ds le logiciel CalSol)
- \* Flux // // // // incliné  $I_{0p(n)}$ .

### Courbe caractéristique d'une cellule PV :



$I_{pm}$  et  $V_{pm}$  ( $I_{max}$  &  $V_{max}$ ) correspondent aux valeurs d'intensité et tension lorsque la puissance est max pas lorsque l'intensité ou la tension est max (appeler  $i_{sc}$  et  $U_{oc}$  dans ce cas)

- \*  $U$  ne dépend pas de la surface, dépend du matériau (band gap matériel)
- \*  $I$  dépend de la surface et du nombre des photons (intensité).

Remarque :

+ la  $T^\circ \uparrow \rightarrow \eta \downarrow$       + la radiation solaire  $\uparrow \rightarrow \eta \uparrow$

### Panneaux Branchés en série :

- $U_s = n \cdot U_c$   
 $\downarrow$   
 nombre  $\rightarrow$  tension fournie par une cellule ( $\varphi$ )
  - $\uparrow$  la tension de sortie
  - $I$  est
- 
- 

### Panneaux branchés en parallèle :

- $I_s = n \cdot I_c \rightarrow$  courant pr une  $\varphi$
- $\uparrow$  du courant en sortie
- $V$  cste.

