

Capacités  
exigibles :

- Utiliser un appareil pour déterminer ou mesurer une irradiance (ou éclairement énergétique, en  $W.m^{-2}$ ) : pyranomètre, solarimètre, etc.
- Effectuer expérimentalement le bilan énergétique et déterminer le rendement d'un panneau photovoltaïque

**1** Quelles sont les caractéristiques d'un panneau photovoltaïque ?

Depuis quelques années sur les toits des maisons, à la faveur du développement durable, on peut apercevoir de des panneaux solaires photovoltaïques. Un panneau solaire photovoltaïque est en fait une association de cellules photovoltaïques. Chaque cellule est constituée de semi-conducteurs. Lorsqu'elle est éclairée par de la lumière, la cellule génère un courant électrique continu. Une tension continue apparaît également entre ses bornes.



Comment déterminer le rendement d'un panneau photovoltaïque, c'est-à-dire comment déterminer, sur la quantité totale de puissance solaire reçue, la part convertie en puissance électrique ?

Questions préliminaires :

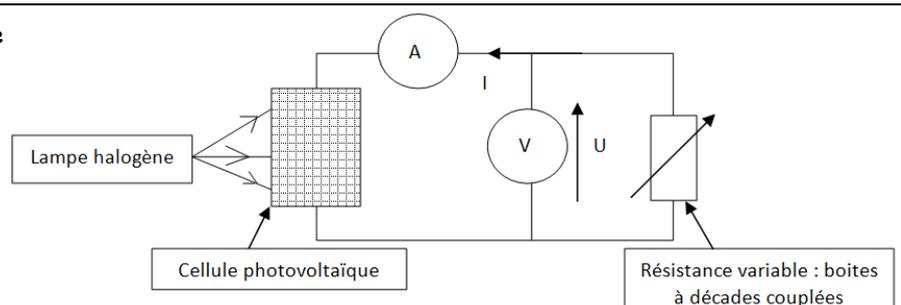
- ☒ Quelle conversion énergétique est effectuée par la cellule photovoltaïque ?
- ☒ Si l'on souhaite raccorder le panneau solaire au réseau électrique domestique, quelle opération est absolument nécessaire ?

**Document 1. Solarimètre et irradiance**

Le **solarimètre** mesure l'**irradiance I** (en  $W.m^{-2}$ ) qui correspond à la puissance reçue par unité de surface lorsque la source est le Soleil. On considérera, ici, que la source lumineuse a un spectre proche de celui du Soleil pour les longueurs d'onde concernées. A partir de la valeur fournie par le solarimètre et connaissant la surface éclairée, on peut donc en déduire la **puissance lumineuse absorbée** par la cellule :  $P_a$  (en W).

**Document 2. Matériel disponible et montage**

- Cellule photovoltaïque (10 cm x 5 cm) sur un support élévateur
- Ampèremètre, voltmètre, solarimètre.
- Fils de connexion + adaptateurs.
- Boîte de résistances à décades x 100  $\Omega$  couplée avec une boîte à décades x 10  $\Omega$ .
- Lampe halogène 40 W modélisant le soleil.



### Document 3. Rendement d'une cellule photovoltaïque

Le rendement d'une cellule photovoltaïque est défini par :  $\eta = \frac{P_{max}}{P_a}$

- avec :
- $\eta$  : le rendement de la cellule  $0 < \eta < 1$  (exprimé généralement en %)
  - $P_{max}$  : la puissance électrique crête (ou puissance maximale) délivrée par la cellule (en W)
  - $P_a$  : la puissance lumineuse reçue par la cellule (en W).

#### Manipulations :

- Réaliser le montage (doc 2) : **placer les bornes V, COM, A et COM sur le schéma (doc 2).**
- Placer la lampe parfaitement en face de la cellule à 15 cm environ. Allumer la lampe.
- Ouvrir le tableur/graphueur *Regressi*. Cliquer sur Fichier > Nouveau > Clavier. Préciser les variables expérimentales que vous allez rentrer : **U** en V et **I** en mA (ne pas remplir les autres colonnes).



#### Appeler le professeur pour vérification

- Faire varier la valeur de la résistance à l'aide des boîtes à décades (de 10 en 10 jusqu'à 120  $\Omega$ , puis de 20 en 20 jusqu'à 200  $\Omega$ , puis au-delà de 100 en 100) et entrer vos valeurs dans le tableau *Regressi* au fur et à mesure.
- Tracer la caractéristique intensité-tension **I = f(U)**.



#### Appeler le professeur avant d'imprimer la courbe

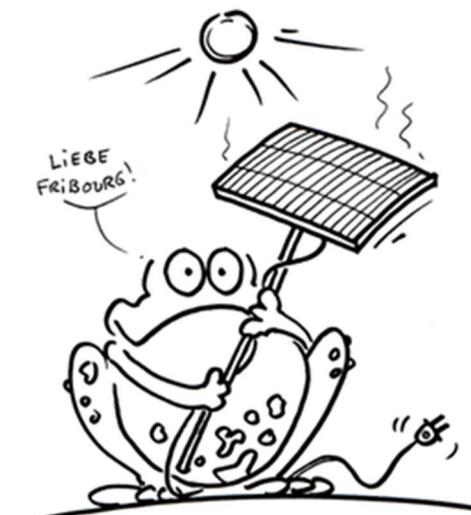
- Sous *Regressi*, ajouter avec « Y+ » une grandeur calculée : la puissance P en mW. On rappelle que **P = U x I**.
- Tracer la courbe représentant la puissance fournie P en fonction de la tension U : **P = f(U)**.



#### Appeler le professeur avant d'imprimer la courbe

- Mesurer enfin l'irradiance à l'aide du solarimètre, placé à 15 cm de la lampe : ..... W.m<sup>-2</sup> (ARRONDIR !).
- Sous *Regressi*, à l'aide de l'outil « Réticule libre », déterminer la puissance crête ou puissance maximale :  $P_{max} = \dots\dots\dots$
- Lorsque la puissance maximale est atteinte, noter les valeurs de tension et d'intensité délivrées, dites **nominales (celles données par le fabricant pour une utilisation optimale de la cellule)** :  $I_{nom} = \dots\dots\dots$  ;  $U_{nom} = \dots\dots\dots$
- Faire apparaître sur la caractéristique **I = f(U)** le point correspondant à  $I_{nom}$ ,  $U_{nom}$  (laisser les traits de construction en pointillés).
- Prolonger la caractéristique **I = f(U)** afin de faire apparaître sur le graphique la tension en circuit ouvert notée  $U_{co}$  (qui correspond à la tension lorsque  $I = 0$ ). De même, faire apparaître l'intensité en court-circuit notée  $I_{cc}$  (qui correspond à l'intensité du courant lorsque  $U = 0$ ).

Enfin, à l'aide du document 3, déterminer le rendement  $\eta$  de la cellule photovoltaïque. Commenter.

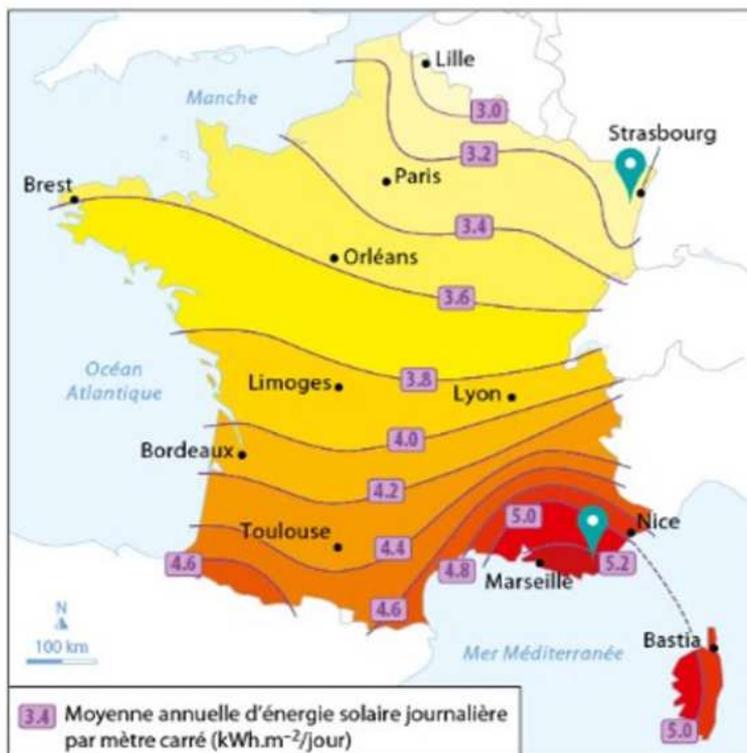


## 2 Optimisation d'une installation photovoltaïque

Julie possède deux maisons, une dans le sud de la France, et une autre en Alsace. Le toit de sa maison dans le sud à une inclinaison de  $45^\circ$  et une orientation est, tandis que sa maison en Alsace a une inclinaison de  $30^\circ$  et une orientation sud-est. Elle souhaite équiper une de ses maisons de panneaux photovoltaïques, mais elle ne sait pas laquelle. Elle cherche donc à savoir laquelle pourrait produire l'énergie électrique par mètre carré par jour la plus importante.

### DOC. 1 Carte d'ensoleillement de la France

Ensoleillement moyen journalier (en  $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}/\text{jour}$ ) reçu par une surface orientée de manière optimale et localisation des deux maisons de Julie



### DOC. 2 Caractéristiques électriques du modèle de panneau photovoltaïque choisi par Julie

Elles sont mesurées dans les conditions standard d'éclairage ( $1\,000\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ) et de température ( $25\text{ }^\circ\text{C}$ )

Puissance max $P_{\text{max}}$	245 W
Tension à la puissance max $U_{\text{ppm}}$	44,3 V
Courant à la puissance max $I_{\text{ppm}}$	5,54 A
Tension en circuit-ouvert $U_{\text{co}}$	53,0 V
Courant de court-circuit $I_{\text{cc}}$	5,86 A
Rendement	19,4 %
Dimensions	798 × 1 580 mm

À l'aide des documents, présenter votre démarche pour aider Julie à faire son choix.

### Outils

- Le calcul de la puissance électrique réellement fournie par un panneau photovoltaïque fait intervenir un facteur de correction  $f$  (compris entre 0 et 1) dépendant de l'orientation et de l'inclinaison du panneau :  $P_{\text{réel}} = f \times P_{\text{max}}$

### DOC. 3 Facteur de correction d'un panneau photovoltaïque

Ils dépendent de l'orientation et de l'inclinaison du panneau photovoltaïque (angle mesuré par rapport à l'horizontale).

		Orientation				
		0	SO	S	SE	E
Inclinaison	0°	93 %	93 %	93 %	93 %	93 %
	30°	90 %	96 %	100 %	96 %	90 %
	45°	84 %	92 %	96 %	92 %	84 %
	60°	78 %	88 %	91 %	88 %	78 %
	90°	55 %	66 %	68 %	66 %	55 %