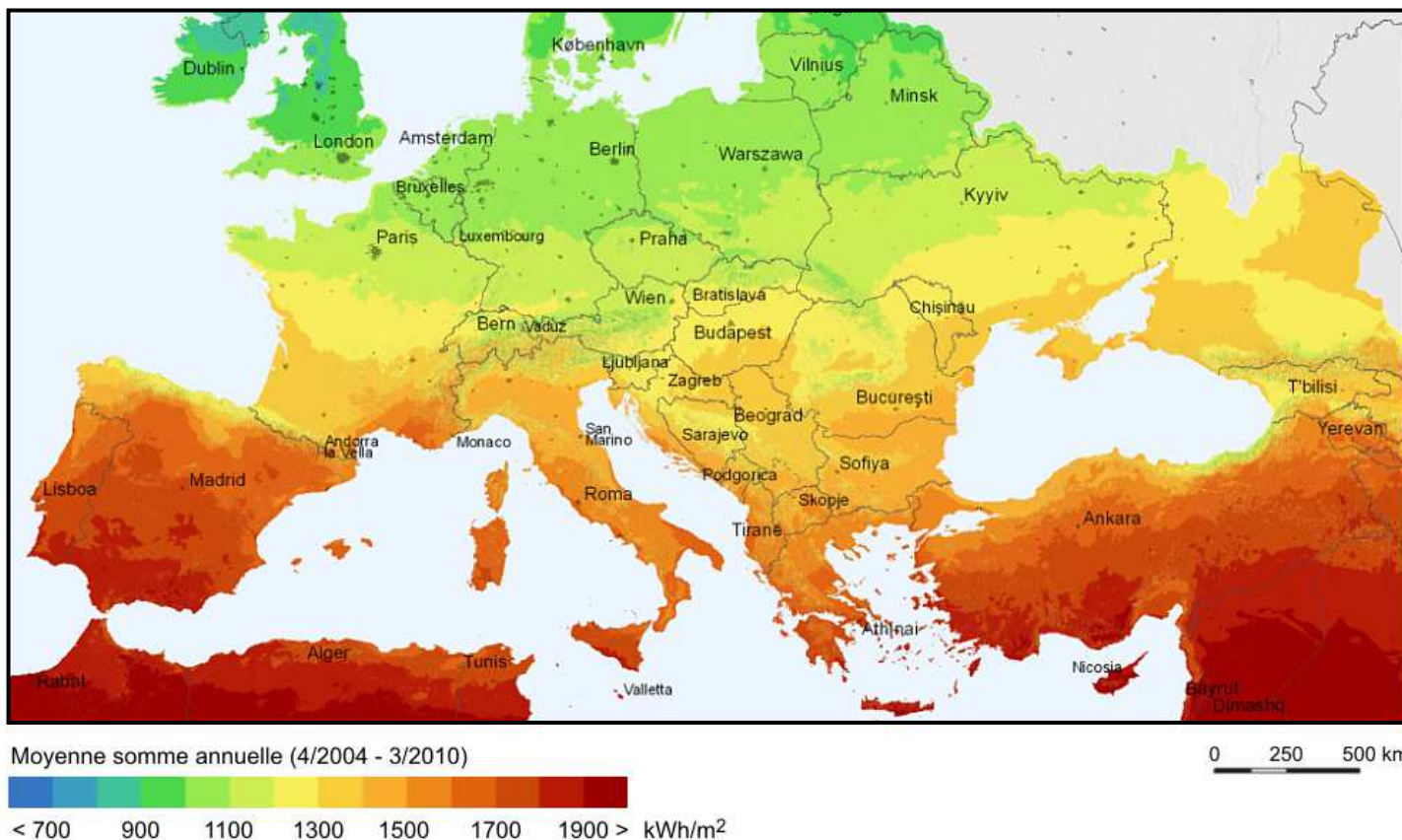


## 1 Radiation solaire moyenne en Europe

Une habitation consomme une énergie électrique de 6 MWh par an. Des panneaux solaires de rendement 8 % sont installés sur le toit pour fournir la moitié de l'énergie consommée (l'autre moitié continuera d'être fournie par le réseau électrique traditionnel).

Grâce à la carte ci-dessous, calculer la surface nécessaire des panneaux à installer pour une habitation située à Bruxelles, à Bordeaux et à Madrid.



## 2 Rendement photovoltaïque

Un module photovoltaïque de tension nominale  $U = 12 \text{ V}$  est composé par la mise en parallèle de 2 fois 18 cellules en série. La technologie utilisée permet d'obtenir des dimensions de  $157 \times 157 \text{ mm}$  pour ce module.

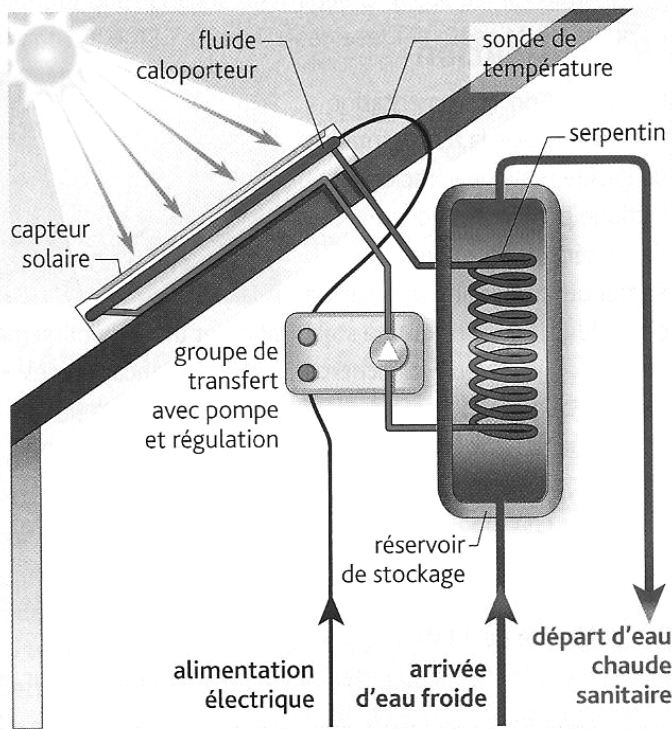
1. Calculer la tension nominale  $U_1$  d'une cellule.
2. Que vaut l'intensité  $I_1$  fournie par chaque cellule lorsque le module débite un courant d'intensité nominale 0,6 A ?
3. Calculer le rendement énergétique du module en fonctionnement nominal lorsqu'il est éclairé par un rayonnement de  $1\,200 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ .
4. Dessiner la chaîne énergétique de ce module photovoltaïque.

## 3 Photovoltaic yield

A solar panel is made up of 6 solar cells mounted in parallel. Each cell, or module, can provide a power of  $P_1 = 12 \text{ W}$  at a rated voltage  $U_1 = 24 \text{ V}$ .

1. Work out the nominal intensity  $I_1$  of the current that can provide a module.
2. What is the rated voltage of this solar panel?
3. What is the value of the nominal intensity  $I_p$  that can be provided by the solar panel?
4. This solar panel has rectangular shape: its width is 40 cm, and its length 60 cm. It is illuminated by a radiation power of  $1\,200 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Work out the power  $P_a$  absorbed by this solar panel.
5. Calculate its yield  $r$  when it is operating under nominal conditions.

## 4 Chauffe-eau solaire



Un capteur solaire thermique comporte une plaque de verre qui piège l'énergie rayonnante du soleil par effet de serre et chauffe un fluide caloporteur (généralement de l'eau avec un antigel).

On distingue deux circuits :

- un circuit fermé dans lequel circule le fluide caloporteur, comportant le capteur et un serpentin placé dans un réservoir de stockage ;
  - un circuit ouvert, comportant le réservoir de stockage, qui fournira l'eau chaude sanitaire.
1. D'où provient l'énergie reçue par le fluide caloporteur ?
  2. Quel est le rôle du serpentin ?
  3. Ce fluide circule avec un débit constant de  $20 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ .  
Une sonde de température mesure la température du fluide à l'entrée du capteur :  $14,9 \text{ }^\circ\text{C}$ , et à la sortie :  $35,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
    - a. Calculer l'énergie reçue par heure par le liquide caloporteur.
    - b. En déduire la puissance thermique fournie au fluide caloporteur et reçue par l'eau du réservoir de stockage.
  4. Au cours de cet essai, la puissance rayonnante reçue par le capteur était de  $830 \text{ W}$ .
    - a. Comparer cette puissance à la puissance thermique. Comment expliquer cet écart ?
    - b. Calculer le rendement de ce capteur solaire.

**Données :** Capacité thermique massique du fluide caloporteur :  $c = 4\,100 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ .  
1 L de fluide caloporteur a une masse de  $1,02 \text{ kg}$ .

## 5 Capacité thermique d'un calorimètre

On introduit dans un calorimètre une masse  $m_{\text{fr}} = 500 \text{ g}$  d'eau. La température d'équilibre s'établit à  $\theta_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ . On introduit ensuite une masse  $m_{\text{ch}} = 100 \text{ g}$  d'eau à la température  $\theta_2 = 43 \text{ }^\circ\text{C}$ . La température d'équilibre s'établit finalement à  $\theta_f = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ .

1. Ecrire l'égalité qui résulte de la conservation de l'énergie.
2. Calculer l'énergie perdue par l'eau chaude.
3. Calculer l'énergie reçue par l'eau froide.
4. En déduire la capacité thermique du calorimètre.

**Données :** capacité thermique massique de l'eau :  
 $c_{\text{eau}} = 4,1 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$

## 6 Photons

Les rayonnements UV et visible (vert et bleu surtout) fournis par le soleil ont une énergie suffisante pour permettre à une cellule photovoltaïque de produire un courant.

1. A partir de quelles longueurs d'onde parle-t-on de rayonnement UV (dans le vide) ?
2. Quelles sont les fréquences des photons associés à une lumière bleue ( $\lambda = 450 \text{ nm}$ ) et à une lumière verte ( $\lambda = 500 \text{ nm}$ ) ?
3. Calculer en J puis en eV les énergies des photons associés aux deux couleurs précédentes.

**Données :**  $c = 3,00\cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ;  $h = 6,62\cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}$   
 $1 \text{ eV} = 1,60\cdot 10^{-19} \text{ J}$

## 7 A spoon in a glass

An empty glass (mass  $100 \text{ g}$ ) contains a silver spoon (mass  $40 \text{ g}$ ). They both are at a temperature of  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .  $15 \text{ cL}$  of water at a temperature of  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  are poured into the glass.

Work out the equilibrium temperature of the whole system (glass + spoon + water). Make the approximation that heat exchanges with the outside are null.

**Data :** mass thermal capacity ( $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ ):  
glass : 840  
silver : 233  
water : 4181