

# Les énergies renouvelables

**1-Définition :** les énergies renouvelables sont celles qui se produisent de manière continue et qui sont inépuisables à une échelle humaine. Dans cette catégorie, on trouve différentes formes d'énergies, à savoir :

- L'énergie solaire الطاقة الشمسية
- L'énergie éolienne طاقة الرياح
- L'énergie hydraulique الطاقة المائية
- L'énergie des océans طاقة المحيطات
- L'énergie géothermique الطاقة الحرارية الجوفية
- L'énergie de biomasse طاقة الفضلات

Les énergies renouvelables participent à la lutte contre l'effet de serre et les rejets de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, elles n'engendrent pas ou peu de déchets ou d'émissions polluantes. Les énergies renouvelables connaissent un développement important depuis les années 1990, qui s'inscrit dans les politiques de lutte contre le réchauffement climatique

## 2 – Les différents types de l'énergie renouvelables :

### 2-1 : L'énergie solaire :

Le soleil (réacteur nucléaire) émet un spectre de rayonnement électromagnétique (E, H) très étendu (rayons cosmiques, gamma, X, UV, IR,  $\mu$ -onde s, ondes radios). Ce rayonnement arrive à la terre à travers l'espace sous forme de quanta d'énergie autrement dit sous forme de photons. Chaque photon (grain d'énergie), porte une énergie donnée par la relation de Planck :

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

ou ( $\lambda=c.T=c/\nu$ ),  $h$  est la constante de Planck,  $\nu$  la fréquence,  $c$  la vitesse de la lumière dans le vide,  $\lambda$  la longueur d'onde de la lumière émise.

Naturellement, ces photons réagissent avec l'atmosphère (par absorption et dispersion) et la surface de la terre.

**La densité surfacique d'énergie** (ou énergie surfacique) est la quantité d'énergie associée à une unité de surface. Cette densité dépend du jour de l'année :

$$E_{\text{Sol}} = 1367 \times (1 + 0,0334 \times \text{Cos}(360 \times (j - 2,7206) / 365,25)), \text{ en W/m}^2$$

La valeur moyenne de cette densité est de  $1361 \text{ W/m}^2$

L'exploitation de l'énergie solaire se fait de façon directe ou indirecte :

- L'énergie solaire photothermique ( الطاقة الشمسية الحرارية ) qui utilise directement la chaleur transmise par le rayonnement.
- L'énergie solaire photovoltaïque ( الطاقة الشمسية الضوئية الكهربائية ) qui utilise le rayonnement lui-même pour le transformer en énergie électrique.

#### - **Energie solaire photothermique :**

Lorsqu'on éclaire la surface d'un corps par un rayonnement solaire, La lumière est totalement absorbée à la surface et on observe l'échauffement de ce corps. L'énergie photonique se transforme en agitation moléculaires et donc en chaleur (se propage dans tous le corps) ce qui se traduit dans la plus part du temps par une augmentation de température de ce corps.

- La conversion se fait un capteur photothermique, qui permet de récupérer l'énergie solaire avant de la transformer en chaleur. Celle-ci peut être utilisée directement ou indirectement.
- L'utilisation directe sert à chauffer les locaux ou de l'eau sanitaire par le moyen des panneaux solaires chauffants et chauffe-eau solaire, ou même pour cuire des aliments (four solaire pour la cuisine)

### Exemple 7 : Utilisation de l'énergie solaire photothermique:

L'eau chaude de certains foyers est ainsi obtenue en utilisant des panneaux thermiques solaires. Le débit du fluide caloporteur circulant à l'intérieur des tuyaux est  $D = 50 \text{ L/h}$ . L'eau entre à la température  $18^\circ\text{C}$  et sort à la température  $54^\circ\text{C}$ .

- Calculer l'énergie reçue par l'eau pendant une durée d'une heure. En déduire la puissance fournie par le panneau.
- Le panneau thermique solaire a pour surface  $S=2,6 \text{ m}^2$ . Calculer le rendement de ce pour une puissance lumineuse reçue de  $1000\text{w/m}^2$ .

**Données :** pour élever de  $1^\circ\text{C}$  la température de  $1\text{kg}$  (donc  $1\text{L}$ ) d'eau, il faut fournir une énergie de  $4,21 \text{ kJ}$  dans les conditions d'utilisation du panneau.

Réponse :

En 1 heure de temps,  $50 \text{ L}$  d'eau circulent dans le circuit sous le panneau, et reçoivent l'énergie du soleil par rayonnement. L'élévation de température de l'eau est :

$$Q = m C_m(T_f - T_i) = 50 \times 4,21 \times 36 = 7,6 \cdot 10^3 \text{ kJ} = 7,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

La puissance fournie par le panneau est

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{7,6 \cdot 10^6}{3600} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ W} = 2,1 \text{ kW}$$

La puissance totale du panneau est :

$$P_{\text{tot}} = 1000 \times 2,6 = 2,6 \cdot 10^3 \text{ W}$$

Le rendement de ce panneau est :

$$R = \frac{P}{P_{\text{tot}}} = \frac{2,1 \cdot 10^3}{2,6 \cdot 10^3} = 0,81 \text{ } 81\%$$

## - **Energie solaire photovoltaïque**

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs comme le silicium. Ces matériaux photosensibles ont la propriété de libérer leurs électrons liés sous l'influence d'une énergie extérieure. C'est l'effet photovoltaïque interne.

L'énergie est apportée par les photons qui heurtent les électrons et les libèrent, induisant un courant électrique sous l'action d'un champ électrique intrinsèque qui règne au niveau de la zone dite de jonction. Ce courant continu de micro-puissance calculé en watt crête peut être transformé en courant alternatif grâce à un onduleur. L'électricité produite est disponible sous forme d'électricité directe ou stockée en batteries ou en électricité injectée dans le réseau de distribution de l'Etat.

Donc, l'énergie photovoltaïque se base sur l'effet **photoélectrique** pour créer un courant électrique continu à partir d'un rayonnement électromagnétique. Cette source de lumière peut être naturelle (soleil) ou-bien artificielle (une ampoule).

L'énergie photovoltaïque est captée par des cellules photovoltaïques, un composant électronique qui produit de l'électricité lorsqu'il est exposé à la lumière. Plusieurs cellules peuvent être reliées pour former un module solaire photovoltaïque ou un panneau photovoltaïque. Une installation photovoltaïque connectée à un réseau d'électricité se compose généralement de plusieurs panneaux photovoltaïques, leur nombre pouvant varier d'une dizaine à plusieurs milliers

**L'effet photoélectrique :** C'est l'émission d'électrons par un matériau soumis à l'action de la lumière. On distinguera alors deux effets : des électrons sont éjectés du matériau (émission photoélectrique) et une modification de la conductivité du matériau (photoconductivité, effet photovoltaïque)

Après l'absorption du photon par l'atome, le photoélectron émis a une énergie

$$E_e = E_{ph} - E_{lia} \quad E_{lia} \text{ c'est l'énergie de liaison de l'électron à l'atome}$$

$$E_{ph} = h \cdot \nu \text{ hypothèse posée par Planck.}$$

$h$  constante de Planck =  $6,62 \times 10^{-34}$  j.s et  $\nu$  fréquence  $s^{-1}$ . =  $c/\lambda$

**Exemple 1 :** On éclaire une plaque de cuivre ( $E_{lia} = 4,7$  eV) avec de la lumière ultraviolette  $\lambda = 200$  nm. On désire déterminer la vitesse maximale des photoélectrons. (La masse de l'électron est  $9,11 \cdot 10^{-31}$  kg).

**Solution :**  $E_e = E_{ph} - E_{lia}$

$$\frac{1}{2} mv^2 = 6,62 \cdot 10^{-34} \times \frac{3 \cdot 10^8}{200 \cdot 10^{-9}} - 4,7 \times 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = 2,425 \cdot 10^{-19}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 2,425 \cdot 10^{-19}}{9,11 \cdot 10^{-31}}} = 7,3 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

**Exemple 2 :** Une pompe a été installée afin de remonter l'eau d'un puits. Le moteur de cette pompe est alimenté lors de son fonctionnement par une batterie d'un panneau solaire photovoltaïque.

Dans la zone concernée, la puissance lumineuse reçue par mètre carré de surface terrestre vaut  $1,4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Le panneau solaire, de surface  $S = 2,0 \text{ m}^2$ , convertit au maximum 15 % de cette puissance lumineuse en puissance électrique. Quelle est la puissance lumineuse reçue par le panneau solaire photovoltaïque. En déduire la puissance électrique maximale fournie par le panneau solaire photovoltaïque.

**Solution :**

La puissance lumineuse reçue par le panneau solaire photovoltaïque est :

$$P_L = 1400 \times 2 = 2800 \text{ W}$$

La puissance électrique maximale fournie par le panneau solaire photovoltaïque est :

$$P_{el} = 2800 \times 0,15 = 420 \text{ W}$$