

# CHAPITRE 1 : ENERGIE SOLAIRE ET HABITAT

## 1 Conversion thermique de l'énergie solaire

L'énergie solaire reçue par rayonnement peut être convertie en énergie thermique. Cette conversion est mise en œuvre, dans l'habitat, par deux procédés : le mur à accumulation d'énergie et le panneau solaire thermique.

### 1.1 Mur à accumulation (ou mur Trombe)

#### 1.1.1 Principe

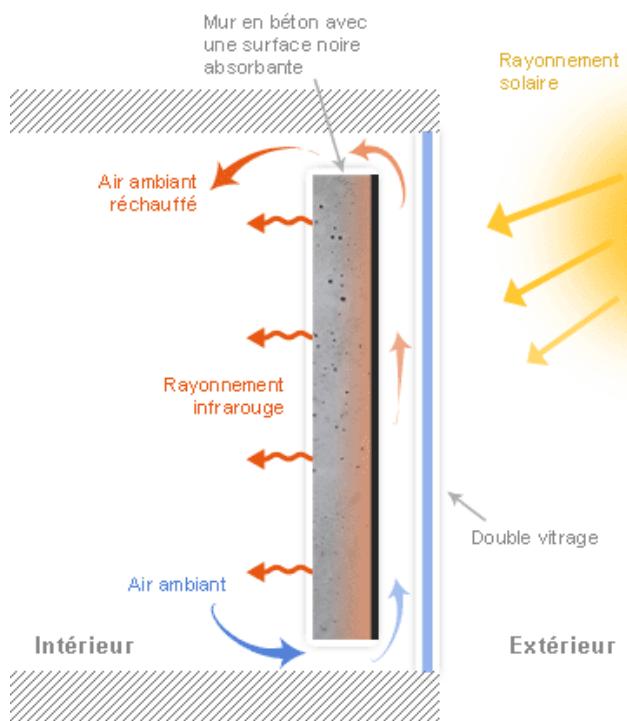
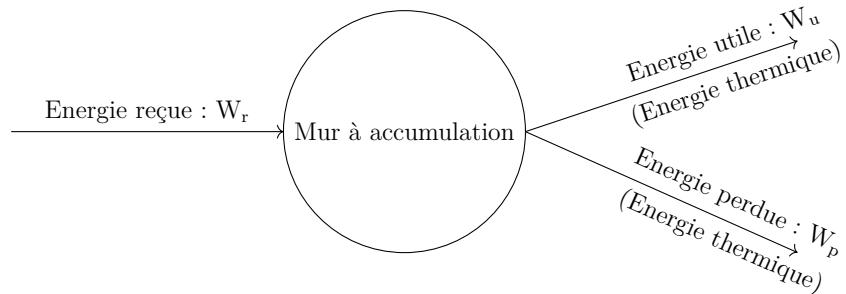


FIGURE 1 – *Mur à accumulation ou mur Trombe*

Le mur avec une surface noire accumule l'énergie solaire sous forme thermique le jour et la restitue la nuit sous forme de rayonnement infrarouge. Plus le mur est épais, plus le pic de restitution maximum de la chaleur se produira tard dans la nuit. Les trous en haut et en bas du mur permettent une convection naturelle. L'air froid arrivant par le bas est réchauffé au contact de la paroi et retourne dans la pièce par l'orifice du haut.

### 1.1.2 Schématisation des transferts énergétiques

On schématise les transferts énergétiques du mur à accumulation par la chaîne énergétique ci-dessous :



## 1.2 Panneau solaire thermique

### 1.2.1 Principe

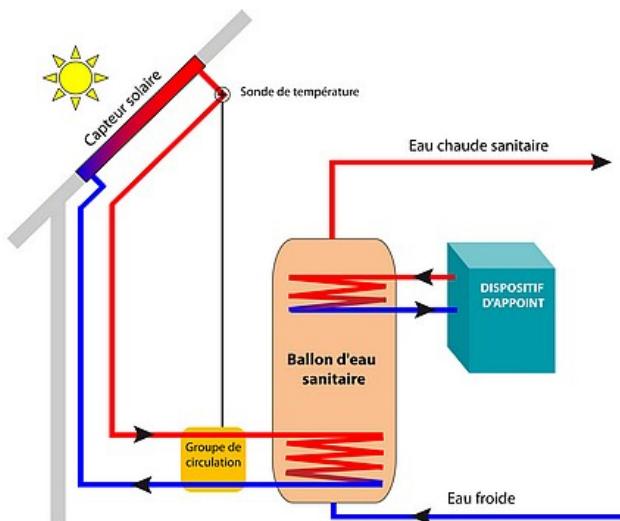
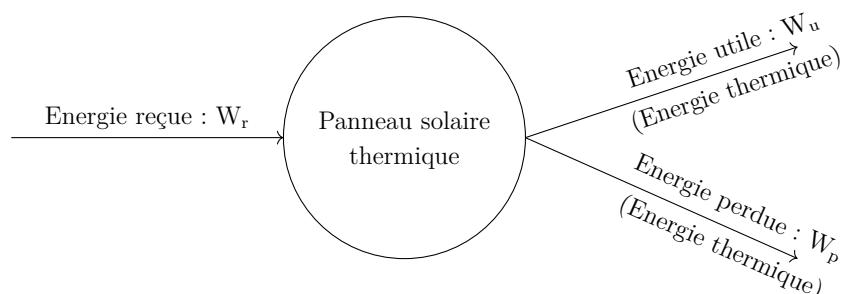


FIGURE 2 – Panneau solaire thermique

Le rayonnement solaire traverse le vitrage et atteint l'absorbeur. Cet absorbeur est peint en noir et contient un fluide (eau glycolée). Ce fluide, sous l'effet du rayonnement solaire, s'échauffe. Il restitue ensuite la chaleur emmagasinée pour le chauffage ou pour l'eau chaude.

### 1.2.2 Schématisation des transferts énergétiques

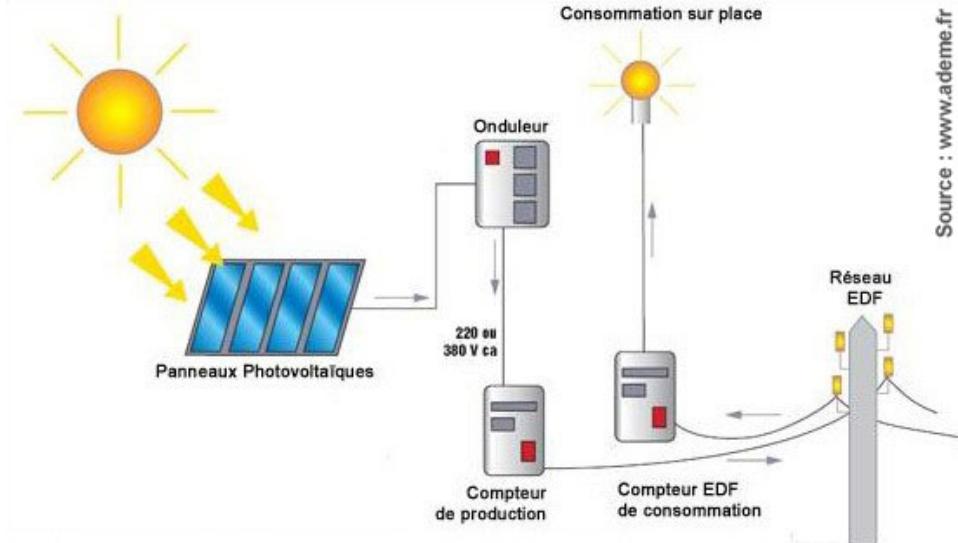
On schématise les transferts énergétiques du panneau solaire thermique par la chaîne énergétique ci-dessous :



## 2 Conversion électrique de l'énergie solaire

La conversion électrique de l'énergie solaire est réalisée dans les cellules photovoltaïques du panneau.

### 2.1 Principe



Source : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

FIGURE 3 – Panneau solaire photovoltaïque

Les panneaux photovoltaïques permettent la production d'électricité. Ils produisent un courant continu.

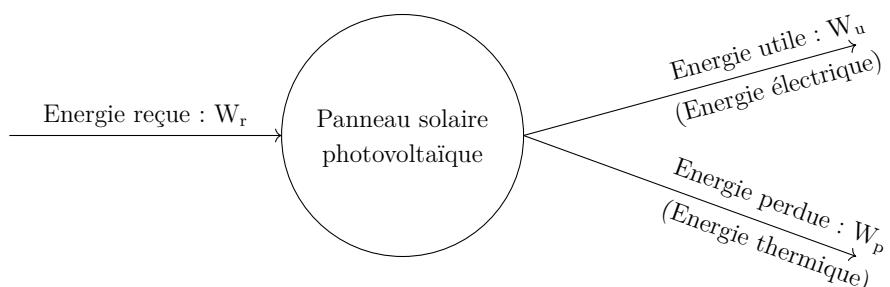
L'onduleur permet de transformer le courant continu en courant alternatif pour pouvoir être utilisé sur le réseau.

Le compteur de production permet de contrôler et de comptabiliser la production d'électricité transférée sur le réseau.

Le compteur EDF de consommation permet de connaître la quantité d'électricité consommée dans la maison.

### 2.2 Schématisation des transferts énergétiques

On schématisé les transferts énergétiques du panneau solaire photovoltaïque par la chaîne énergétique ci-dessous :



## 2.3 Rendement d'une cellule photovoltaïque

On définit le rendement à l'aide de la relation suivante :

$$\eta = \frac{P_{utile}}{P_{recue}} = \frac{P_{electrique}}{P_{lumineuse}}$$

avec  $P_{electrique}$  et  $P_{lumineuse}$  puissance ( $W$ ) et  $\eta$  le rendement sans unité

On sait que  $P_{lumineuse} = E \times S$  avec  $E$  éclairement ( $W.m^{-2}$ ) et  $S$  surface ( $m^2$ ) donc

$$\eta = \frac{P_{electrique}}{E \times S}$$

De plus,

$$\eta = \frac{E_{utile}}{E_{recue}} = \frac{E_{electrique}}{E_{lumineuse}}$$

avec  $E_{electrique}$  et  $E_{lumineuse}$  énergie ( $J$ ) et  $\eta$  le rendement sans unité

## 2.4 Caractéristique intensité-tension d'une cellule photovoltaïque

La caractéristique intensité-tension est la courbe représentant les variations de l'intensité en fonction de la tension. Dans le cas d'une cellule photovoltaïque l'allure est la suivante :

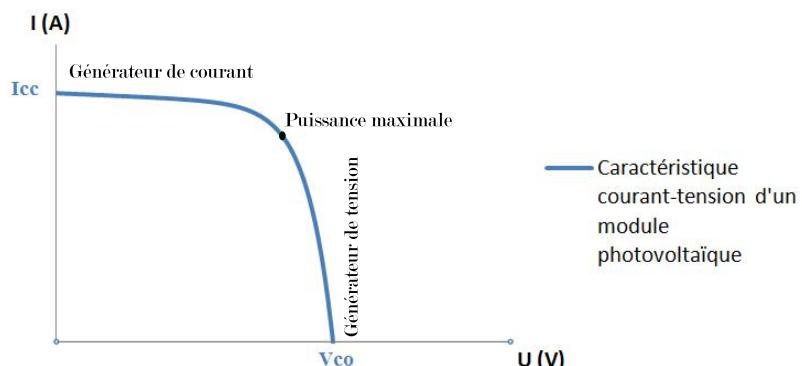


FIGURE 4 – Caractéristique intensité-tension d'un panneau solaire photovoltaïque

Sur un large domaine, la cellule photovoltaïque se comporte comme un générateur de courant (partie horizontale de la caractéristique).

La cellule photovoltaïque se comporte également comme un générateur de tension (partie verticale de la caractéristique).

La puissance maximale fournie est donnée par le point de la courbe qui se situe dans la partie courbe de la caractéristique.

$I_{CC}$  correspond à l'intensité de court-circuit c'est-à-dire la valeur de l'intensité lorsque la tension est nulle.

$V_{CO}$  correspond à la tension en circuit ouvert c'est-à-dire lorsque l'intensité est nulle.

La caractéristique dépend de l'éclairement reçu par la cellule photovoltaïque. L'éclairement s'exprime en  $W.m^{-2}$ .

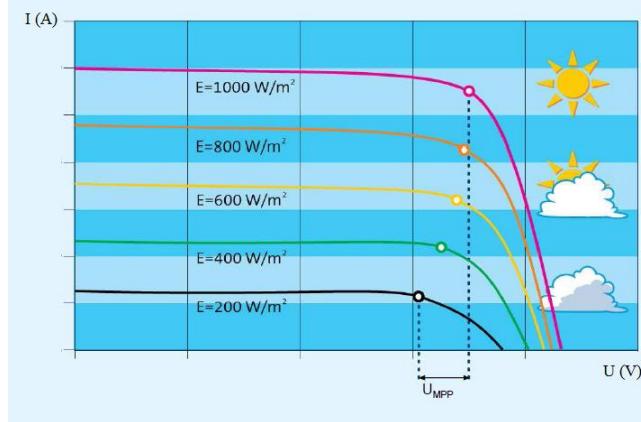


FIGURE 5 – Caractéristique intensité-tension d'un panneau solaire photovoltaïque en fonction de l'éclairement

### 3 Qu'est-ce que la lumière ?

La lumière présente un double aspect : ondulatoire et corpusculaire.

#### 3.1 Aspect ondulatoire de la lumière

La lumière est une onde électromagnétique comme les ondes hertziennes, les rayonnements infrarouges, UV.

##### 3.1.1 Célérité de la lumière

La lumière se propage dans le vide et dans l'air à la vitesse de 300 000 km/s. La célérité, notée  $c$ , est la vitesse de propagation de la lumière (onde électromagnétique) dans le vide ou dans l'air.

$$c = 3 \times 10^8 m.s^{-1}$$

##### 3.1.2 Longueur d'onde et fréquence

Une onde lumineuse est caractérisée par sa longueur d'onde  $\lambda$  et par sa fréquence  $\nu$  (ou sa période  $T$ ).

Ces grandeurs sont liées par les relations suivantes :

$$\lambda = c \times T$$

avec  $\lambda$  la longueur d'onde ( $m$ ),  $c$  la célérité ( $m.s^{-1}$ ) et  $T$  la période en ( $s$ )

or,  $T = \frac{1}{\nu}$  On obtient donc une autre relation en remplaçant l'expression de  $T$  dans l'équation (1)

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

Les différentes fréquences et longueurs d'onde sont décrites avec le spectre électromagnétique. Les différents domaines du spectre électromagnétiques sont donnés ci-dessous :

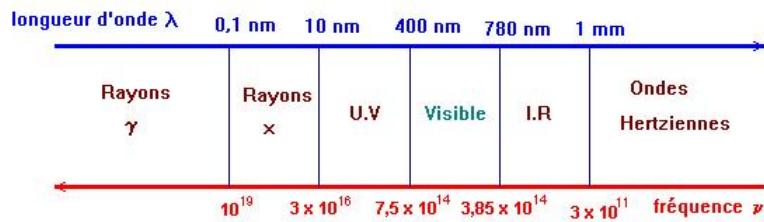


FIGURE 6 – Spectre électromagnétique

### 3.2 Aspect corpusculaire de la lumière

La lumière se comporte également comme un flux de particules infiniment petites de masse nulle et de charge nulle appelées photons. Il existe une relation entre la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde lumineuse et l'énergie  $E$  des photons qui lui correspondent.

$$E = h \times \nu = \frac{h \times c}{\lambda}$$

avec  $E$  l'énergie ( $J$ ),  $\nu$  la fréquence ( $Hz$ ),  $\lambda$  la longueur d'onde ( $m$ ) et  $h$  la constante de Planck ( $J.s$ )

$$h = 6,63 \times 10^{-34} J.s$$

Remarque : Le joule est unité d'énergie bien trop grande à l'échelle microscopique. On préfère donc utiliser une autre unité d'énergie, adaptée à l'infiniment petit : l'électron-volt ( $eV$ )

$$1eV = 1,6 \times 10^{-19} J$$

### 3.3 Interprétation des échanges d'énergie entre lumière et matière

#### 3.3.1 Niveaux d'énergie

Les électrons de la couche externe d'un atome, moins bien retenus par le noyau peuvent passer d'une couche à une autre non ou partiellement occupée. A chaque « position » de l'électron correspond un niveau d'énergie, pour l'atome, bien déterminé.

L'énergie d'un atome ne peut prendre que certaines valeurs bien déterminées. L'énergie est quantifiée. Les états correspondants à ces valeurs particulières sont appelées niveaux d'énergie de l'atome et sont notés  $E_0, E_1, E_2, \dots, E_n$

Il existe une valeur minimale de l'énergie de l'atome, l'état correspondant est appelé état fondamental : c'est l'état stable de l'atome. Elle est notée  $E_0$ .

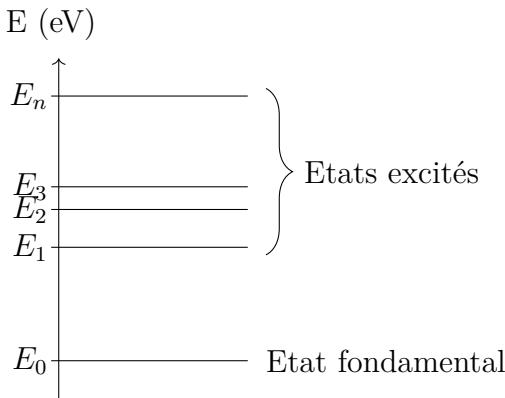


FIGURE 7 – Diagramme énergétique de l'atome

Le passage d'un niveau d'énergie à un autre est appelé transition. Cela peut se faire par absorption ou émission.

### 3.3.2 Absorption

Un atome initialement au niveau d'énergie  $E_1$  peut passer à un niveau d'énergie supérieur  $E_2$  en absorbant un photon d'énergie  $\Delta E$  correspond à la différence d'énergie entre les deux niveaux  $E_2$  et  $E_1$ .

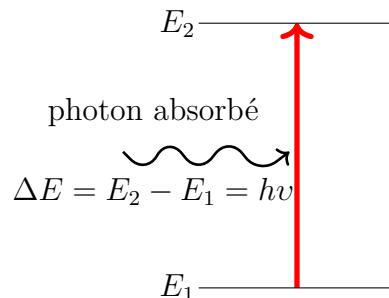


FIGURE 8 – Absorption d'un photon par l'atome

### 3.3.3 Emission spontanée

Un atome se trouvant dans un état excité  $E_2$  peut revenir à un niveau d'énergie inférieur  $E_1$  en émettant un photon d'énergie  $\Delta E$  correspond à la différence d'énergie entre les deux niveaux  $E_2$  et  $E_1$ .

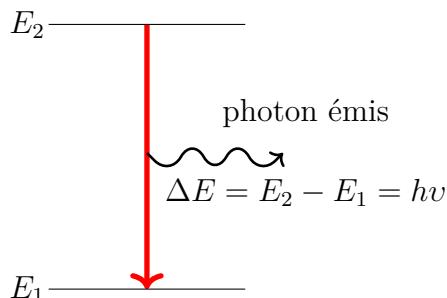


FIGURE 9 – Emission d'un photon par l'atome