

# Puissance et énergie

## I. Puissance : P

C'est l'énergie que consomme/produit un appareil électrique pendant 1 seconde de fonctionnement.

L'unité de la puissance est le Watt (W) : 1 W correspond à 1J consommé/produit par l'appareil chaque seconde ;  $1W = 1 J/s$

Remarque :  $1 kW = 1000 W = 10^3 W$

$1 MW = 1000 kW = 1\ 000\ 000 W = 10^6 W$

$1 GW = 1000 MW = 1\ \text{milliard } W = 10^9 W$

Exemple :

Appareil	Puissance W
Four	800 W
Four micro-onde	1500W
Plaque de cuisson	2x1200W ; 1x1700W ; 1x2100W
Frigo	300W
Grille pain	1000W
Lave linge	1kWh (pour 1 cycle)
Radiateur électrique	2000W
Télévision	100W
Ordinateur	50W
Box	17W
Décodeur TV	20W
Eclairage (lampe actuelle)	30W

## II. Energie consommée/produite par un appareil électrique : $E = P \times \Delta t$

P : puissance consommée/produite

$\Delta t$  : durée de fonctionnement

Unités :

Pour calculer une énergie en Joules :

$$E = P \times \Delta t$$

J
W
s

Pour calculer une énergie en W.h :

$$E = P \times \Delta t$$

Wh
W
h

Pour calculer une énergie en kW.h :

$$E = P \times \Delta t$$

kWh
kW
h

### III. Application :

#### A. Consommation électrique d'un abonné

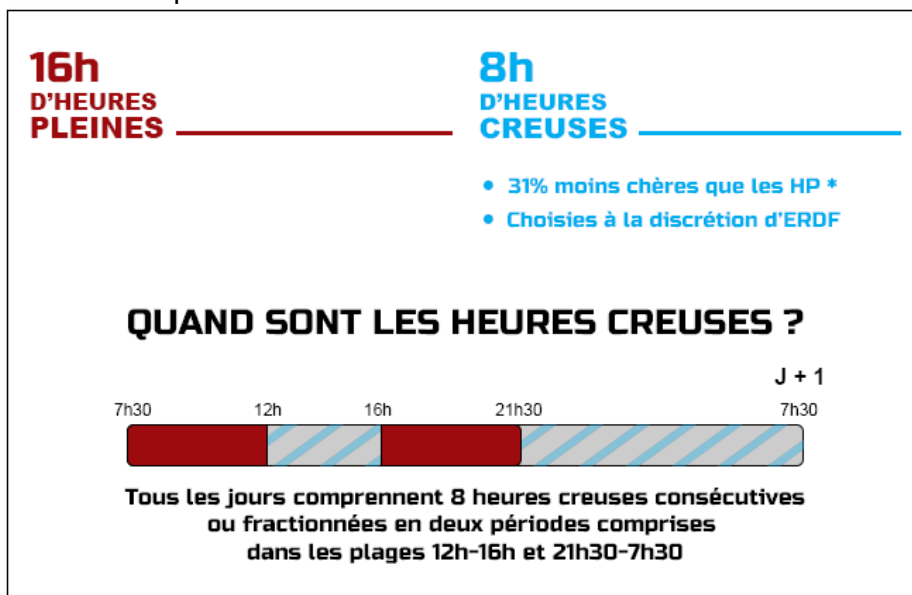
Document 1 : extrait de la facture de l'abonné :

##### historique de consommation

*en italique : valeurs estimées*

kWh	avr 16	juin 16	août 16	oct 16	déc 16	févr 17
Hc	105	77	53	14	90	93
Hp	1 156	412	285	-109	500	516
<b>Total</b>	<b>1 261</b>	<b>489</b>	<b>338</b>	<b>-95</b>	<b>590</b>	<b>609</b>

Document 2 : prix du kWh



Tarifs :

- Heures creuses : 0,0738 €/kWh
- Heures pleines : 0,0979 €/kWh

■ Heures Pleines    ■ Plages horaires possibles pour les Heures Creuses

\* au 01/01/2014, prix du kWh TTC des tarifs réglementés de vente

Document 3 : Utilisation de l'équipement électrique de l'abonné entre 16h et 21h30 le mardi 7 février 2017

Appareil	Puissance W	Durée d'utilisation
Four	800 W	30 min
Radiateur électrique	2000W	2,5 heures
Ordinateur	50W	4 heures
Eclairage	200W	5 heures

a. Calculer le prix de la consommation électrique au mois de février 2017.

$$E = 93 \times 0,0738 + 516 \times 0,0979 = 57,4 \text{ €}$$

b. Calculer le prix de la consommation électrique au cours de la soirée du 7 février 2017.

Calcul de la consommation en Wh puis kWh :  $E = P \times \Delta t$

$$E = 800 \times 0,5 + 2000 \times 2,5 + 50 \times 4 + 200 \times 5 = 400 + 5000 + 200 + 1000 = 6600 \text{ W} = 6,6 \text{ kWh}$$

$$\text{Calcul de la consommation en euros : } 6,6 \times 0,0979 = 0,65 \text{ €}$$

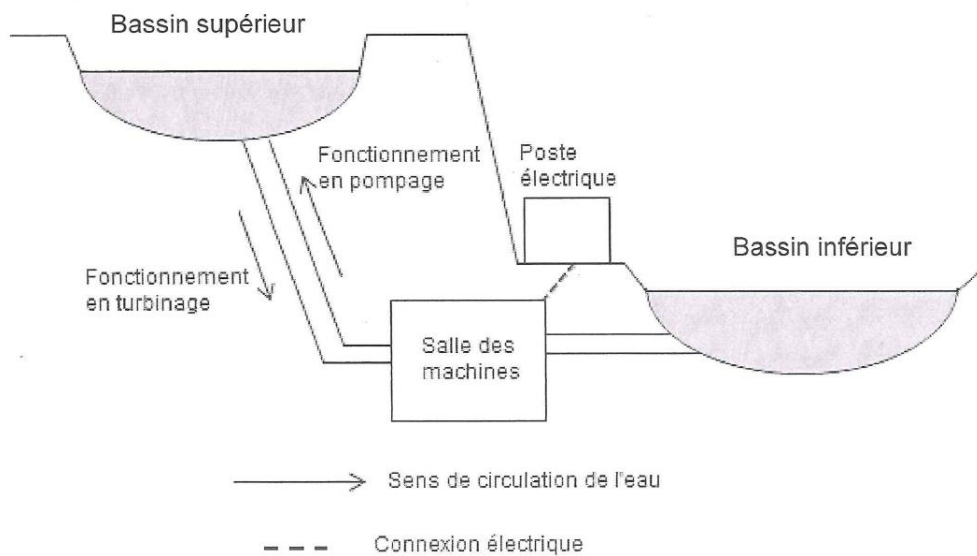
## B. Centrale hydroélectrique

Le 27 juin 2014, a eu lieu l'inauguration de la centrale hydro-éolienne de l'île d'El Hierro, petite île espagnole dans l'archipel des Canaries. Elle s'apprête à devenir la première île au monde totalement autonome en électricité grâce aux ressources d'énergie renouvelables.

En effet, la centrale associe des éoliennes ayant chacune une puissance moyenne de 2 MW et une Station de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP), constituée de deux bassins, l'un à 700 m au-dessus du niveau de la mer, l'autre 650 m plus bas.

Le parc éolien, d'une puissance moyenne totale de 10 MW, couvrira amplement la demande en électricité des 10 000 habitants de cette île ainsi que celle des usines de dessalement d'eau de mer. L'excès d'électricité produite servira à propulser l'eau de mer du bassin inférieur vers le supérieur de la STEP. Et en cas de nécessité, l'énergie hydraulique prendra le relais, en relâchant l'eau dans un bassin.

Schéma de la STEP:

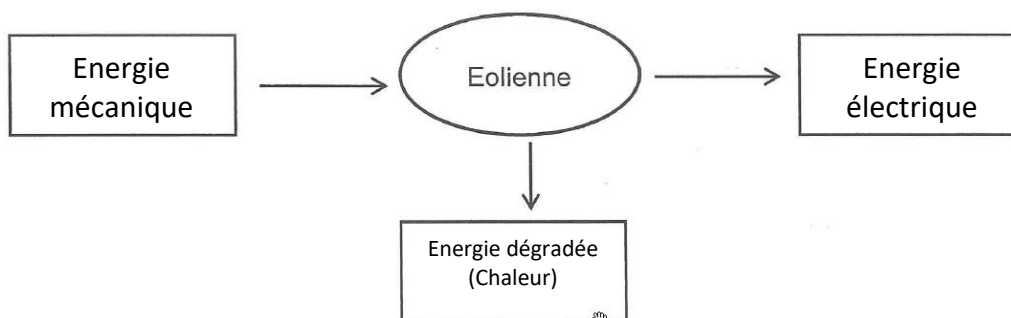


### QUESTIONS :

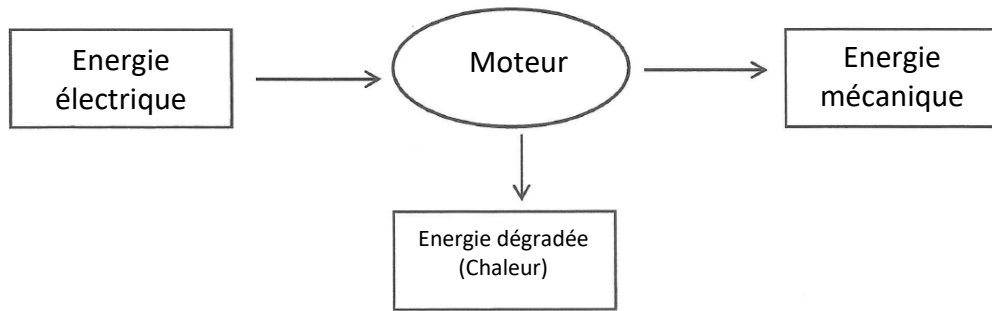
1. Calculez le nombre d'éoliennes installées sur le parc.

$$\frac{10}{2} = 5$$

2. Complétez la chaîne énergétique suivante correspondant au fonctionnement d'une éolienne en identifiant la forme d'énergie dans chaque rectangle :



3. Complétez la chaîne énergétique suivante correspondant au fonctionnement de la STEP lors du pompage en identifiant la forme d'énergie dans chaque rectangle :



4. En supposant que le parc éolien fonctionne 12 h par jour et 300 jours par an, calculez l'énergie électrique produite annuellement.

$$E = P \times \Delta t = 10 \times 12 \times 300 = 36000 \text{ MWh} = 36 \text{ GWh}$$

5. En intégrant le fonctionnement de toutes les infrastructures de l'île, on suppose que la consommation annuelle d'électricité s'élève à environ 2500 kWh/habitant. Montrez alors que l'énergie produite par le parc éolien est suffisante pour couvrir les besoins de l'île.

Consommation par habitant et par an :  $2500 \text{ kWh} = 2,5 \text{ MWh}$

Consommation pour 10 000 habitants par an :  $2,5 \times 10000 = 25000 \text{ MWh}$

La centrale produit 36000 MWh ce qui est supérieur à la consommation.

6. Expliquez en quoi l'association du parc éolien et de la STEP va permettre à l'île de devenir « totalement autonome en électricité grâce aux ressources d'énergie renouvelables ».

De l'énergie électrique est produite par le parc éolien. Cette énergie est utilisée par les habitants, l'usine de dessalement d'eau de mer et pour remonter l'eau de mer dans le bassin supérieur. Lorsqu'il n'y a pas assez de vent ou que la consommation est trop forte, la centrale hydroélectrique alimentée par le bassin supérieur est mis à contribution pour produire l'énergie électrique.

### C. Camping car

M et Mme X possèdent un camping-car. Afin d'augmenter leur autonomie en électricité lors de leurs différents voyages, ils décident d'équiper leur véhicule d'une toile de store solaire photovoltaïque de surface  $S = 3 \text{ m}^2$ .

Document 1 : La toile de store solaire photovoltaïque

Cette toile de store permet de produire de l'ombre tout en générant de l'électricité. L'idée de créer un store utilisant une ressource d'énergie renouvelable est née du partenariat entre une société spécialisée dans la fabrication de textiles techniques et une école d'ingénieurs. La toile de store, résistante mais souple, intègre des cellules photovoltaïques souples et ultrafines. L'électricité générée peut être revendue à EDF ou stockée dans un accumulateur pour un usage ultérieur. Cette toile peut aussi bien équiper les maisons individuelles que les camping-cars pour permettre d'augmenter l'autonomie en électricité.

Caractéristiques techniques de la toile :

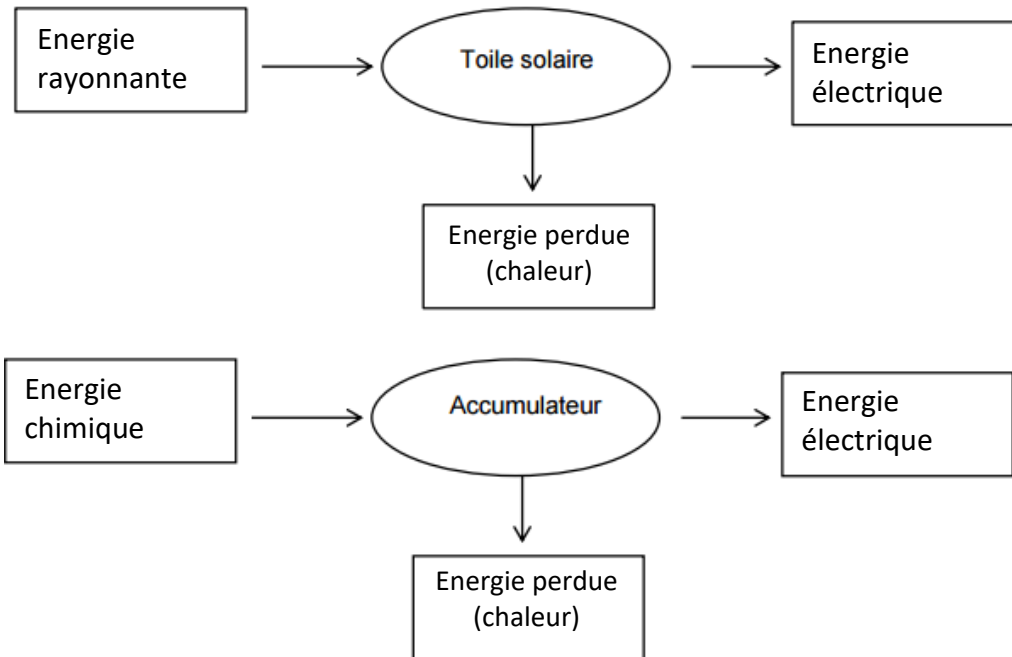
Caractéristiques	Données du fabricant
Épaisseur	Environ 1mm
Masse de $1 \text{ m}^2$	900 g
Puissance fournie par $1 \text{ m}^2$	40 W
Durée de vie des cellules photovoltaïques	20 ans

Document 2 : Besoins énergétiques quotidiens moyens de deux personnes en camping-car en été

	Eclairage	Pompe à eau	Electroménager	Téléviseur	Divers
Energie quotidienne consommée (en Wh)	1000	50	10 000	500	450

Questions : À partir de vos connaissances et de l'étude des documents, répondez aux questions suivantes :

Question 1 : Recopiez et complétez sur votre copie les chaînes énergétiques correspondant au fonctionnement de la toile solaire photovoltaïque et de l'accumulateur en phase de stockage.



Question 2 : Le texte parle de « ressource d'énergie renouvelable ». Expliquez en quoi la ressource utilisée par la toile est renouvelable.

**L'énergie rayonnante fournie par le soleil est inépuisable en regard de l'échelle de temps humaine.**

Question 3 : En supposant que la toile du camping-car est dépliée et ensoleillée 4 h par jour, calculez l'énergie électrique produite quotidiennement.

$$E = P \times \Delta t = 40 \times 3 \times 4 = 480 \text{ Wh}$$

Question 4 : Discutez de l'intérêt du dispositif.

**Le dispositif permet d'alimenter la pompe à eau ainsi que de petits appareils électriques divers (ordinateur, téléphone portable, réfrigérateur) mais ne permet ni l'éclairage, ni de faire fonctionner un four électrique voire un four microonde. Il ne s'agit que d'un dispositif d'appoint qui ne peut empêcher la recharge traditionnelle des accumulateurs (à partir du réseau électrique).**

#### D. Lampes économiques

Document 1 : Diminuer sa consommation électrique Impossible de se passer de la lumière des lampes électriques : en moyenne, chaque ménage français a chez soi 25 points lumineux, achète 3 lampes par an et consomme entre 325 et 450 kWh par an pour son éclairage. Diminuer cette consommation, c'est facile ! C'est une affaire de comportement : éteindre en quittant une pièce, valoriser la lumière du jour, choisir des abat-jours clairs, dépoussiérer les lampes... C'est aussi une affaire d'équipement

: trop gourmandes en énergie, les lampes à incandescence ne peuvent plus être mises sur le marché par les fabricants, seuls les stocks existants sont actuellement commercialisés.

Des lampes plus économes et plus performantes sont disponibles à l'achat :




- les lampes fluo-compactes, appelées aussi basse consommation (LFC ou LBC),
- les diodes électro-luminescentes ou LED,
- les lampes halogènes.

D'après : Guide Ademe 2014 « bien choisir son éclairage »

Document 2 : Vous pensiez « watt » ? Passez au lumen ! Pour choisir une lampe à incandescence, vous utilisiez sa puissance électrique. La comparaison est compliquée avec les lampes plus performantes dont l'efficacité lumineuse change avec la puissance. L'augmentation de la quantité de lumière produite n'est plus directement proportionnelle à l'augmentation de puissance. Il est plus judicieux de se laisser guider par le flux lumineux émis par une lampe, exprimé en lumen ou par l'efficacité lumineuse, en lumen par watt (plus l'efficacité lumineuse est grande plus la lampe émet de lumière pour la même consommation électrique).

D'après : Guide Ademe 2014 « bien choisir son éclairage »

Document 3 : Comparaison des types de lampe

type de lampe	lampe LED 	lampes fluo-compactes ou basse consommation 	lampe à incandescence 
flux lumineux en lumen	420	450	400
puissance en W	6	9	40
durée de vie en h	20 000	8000	1000
prix d'achat indicatif en €	15	5	2

Question 1 : Citez la grandeur physique exprimée en kWh dans le document 1. Proposez une autre unité pour cette grandeur.

C'est l'énergie consommée qui est exprimée en kWh. Elle peut aussi être exprimée en Joules.

Question 2 : Nommez la grandeur qui permet une comparaison pertinente des trois lampes.

La grandeur permettant la comparaison des différentes lampes est l'efficacité lumineuse.

Question 3 : Calculez l'efficacité lumineuse de chacune des lampes du document 3. Justifiez alors l'interdiction totale depuis 2012 des lampes à incandescence.

D'après le document 2 : Efficacité lumineuse =  $\frac{\text{flux lumineux}}{\text{puissance}}$

	LED	Fluo-compacte	Incandescence
Efficacité	$\frac{420}{6} = 70 \text{ lumen/W}$	$\frac{450}{9} = 50 \text{ Lumen/W}$	$\frac{400}{40} = 10 \text{ Lumen/W}$

Les lampes à incandescence ont une efficacité lumineuse 5 à 7 fois inférieure aux autres lampes.

Question 4 : En tenant compte du prix d'achat et de son remplacement, l'utilisation d'une lampe fluo-compacte a un coût de 33 euros pour une durée de fonctionnement de 20 000 h. En approximant le

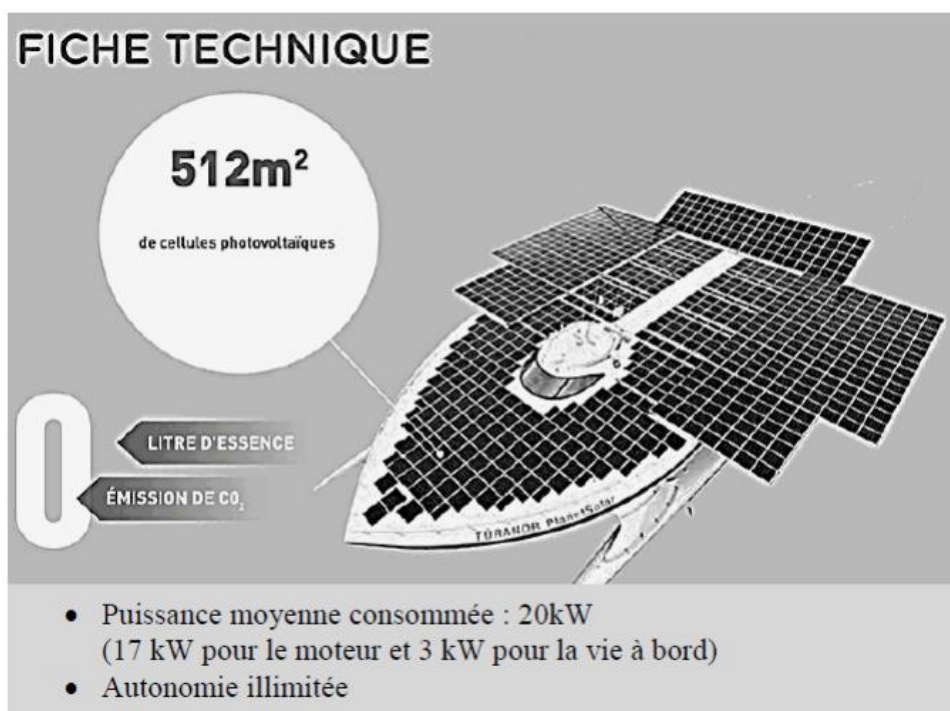
prix du kWh à 0,10 €/kWh, déterminez quelle est la lampe la plus économique entre la LED et la fluo-compacte pour une durée d'utilisation de 20 000 h.

	LED	Fluo-compacte
Consommation	$6 \times 20000 = 120000Wh = 120kWh$	$9 \times 20000 = 180000Wh = 180kWh$
Consommation	$120 \times 0,10 = 12€$	$180 \times 0,10 = 18€$
Nombre de lampes nécessaires	1 lampe suffit	$\frac{20000}{8000} = 2,5$ Il faut 3 lampes
Prix des lampes	15 €	$3 \times 5 = 15€$
Coût total	$12 + 15 = 27€$	$18 + 15 = 33€$

La LED est plus économique.

#### E. Les nouveaux défis énergétiques

Document 1 : « Le PlanetSolar » Le « PlanetSolar » est le plus grand bateau solaire au monde. Ce catamaran fonctionne uniquement grâce à l'énergie du soleil capturée par ses 512 m<sup>2</sup> de cellules photovoltaïques. Plusieurs mois de recherches ont permis de déterminer les dimensions et le design idéal de ce navire destiné en premier lieu à parcourir les mers d'Est en Ouest. Les ingénieurs ont dû optimiser la collecte et le stockage de l'énergie mais aussi l'aérodynamisme, la propulsion du bateau et le choix des matériaux.



On peut considérer que la puissance moyenne consommée par le bateau correspond à la puissance délivrée par les cellules photovoltaïques, appelée aussi puissance utile.

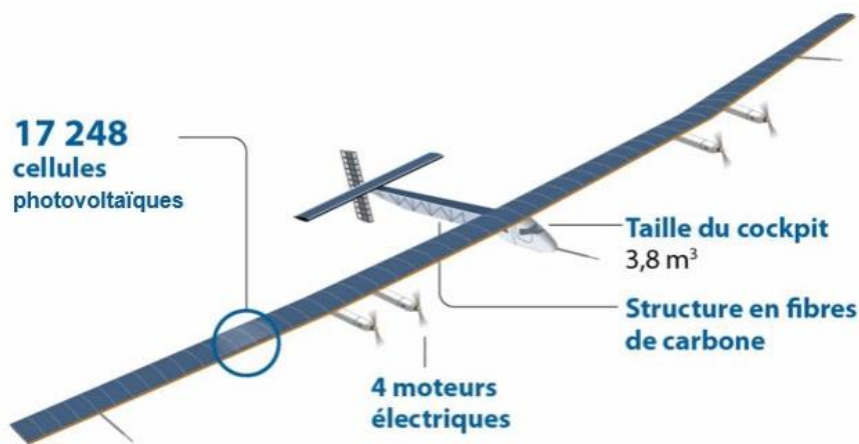
D'après <http://www.planetsolar.org>

#### Document 2 : « Le Solar Impulse 2 »

D'une envergure gigantesque équivalente à celle d'un Airbus A340, le prototype présente des caractéristiques de construction et d'aérodynamisme jamais rencontrées jusqu'ici qui le placent dans un domaine de vol encore inexploré : voler sans carburant mais avec le rayonnement solaire comme unique source d'énergie de propulsion. Une surface de 1 m<sup>2</sup> de cellules photovoltaïques reçoit du soleil en moyenne sur 24 h une puissance de 250 W.

D'après <http://info.solarimpulse.com>

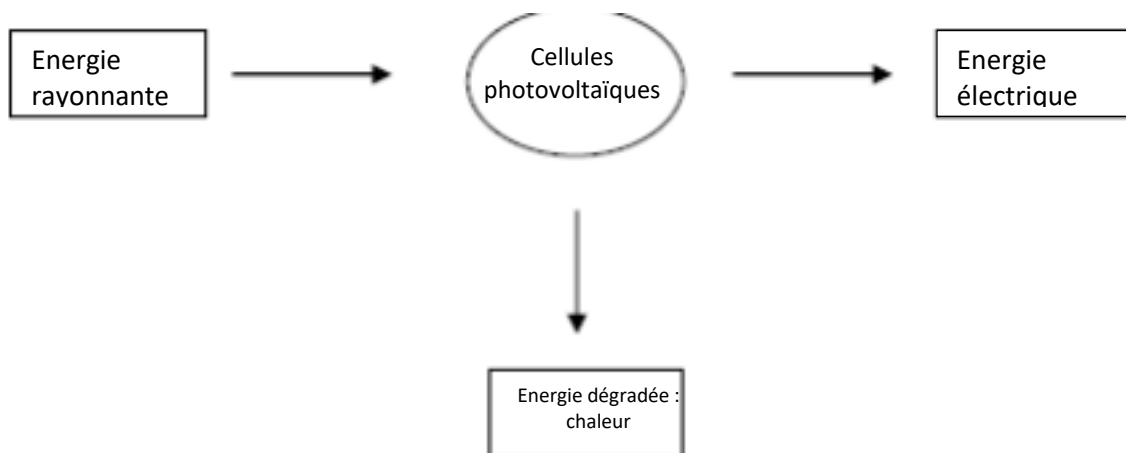




D'après <http://blog.crdp-versailles.fr/>

QUESTIONS :

Question 1 : Recopiez et complétez la chaîne énergétique commune aux deux dispositifs présentés puis indiquez quelle est l'énergie dégradée.



Question 2 : Calculez l'énergie solaire fournie en 24 h à une surface de 1 m<sup>2</sup> de cellules photovoltaïques de Solar Impulse 2. Exprimez cette énergie dans deux unités différentes.

Aide aux calculs :

$$\frac{250}{24} \approx 10 ; 250 \times 24 = 6,0 \cdot 10^3 ; \frac{250}{24} \times 3600 \approx 3,7 \cdot 10^4 ; 250 \times 24 \times 3600 \approx 2,2 \cdot 10^7$$

$$E = P \times \Delta t = 250 \times 24 = 6000 \text{ Wh}$$

$$E = P \times \Delta t = 250 \times 24 \times 3600 = 2,2 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Question 3 : Si on considère que la puissance solaire fournie est identique pour une même surface de cellules photovoltaïques installées sur l'avion ou le bateau, évaluez le rendement de la chaîne énergétique de « Planet Solar ».

On rappelle que le rendement  $\eta$  peut être défini par :  $\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{disponible}}}$

Aide aux calculs :

$$\frac{512}{250} \approx 2,0 ; 250 \times 512 \approx 1,3 \cdot 10^5 ; \frac{1,3}{20} \approx 6,5 \cdot 10^{-2} ; \frac{20}{1,3} \approx 15$$

Puissance reçue par les cellules :  $P_{\text{disponible}} = 512 \times 250 = 1,3 \times 10^5 \text{ W} = 130 \text{ kW}$

Puissance consommée :  $P_{\text{utilise}} = 20 \text{ kW}$

Rendement :  $n = \frac{20}{130} \times 100 = \frac{20}{1,3} = 15\%$

Question 4 : À partir des documents fournis, développez deux arguments scientifiques en faveur de l'idée qu'un tel défi représente une « solution d'avenir en termes environnementaux ».

**L'énergie rayonnante du soleil est de l'énergie propre et renouvelable.**