REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Biskra
Faculté des sciences et de la technologie
Département de Génie Electrique / Energies renouvelables
Module: Ressources Renouvelables I / 2ème Année Licence

الجمهوريـــــة الجزائريـــــة الديمقراطيـــــة الشعبيـــــة
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامـعـة بسكـــــرة
كـلـيـة العــلـوم و الـتـكـنولـوجـيـا
قسم الهندسة الكهربائية / طاقات متجددة
مقياس : المنابع المتجددة/ تخصص طاقات متجددة / سنة 2 ليسانس

TD N° 1 : Puissance de soleil

Introduction :

Dans le soleil, au cours de cycles complexes, chaque seconde, 564 millions de tonnes de noyaux d'hydrogène sont transformées en 560 millions de tonnes de noyaux d'hélium. Cette perte de masse due à la fusion nucléaire fournit au soleil son énergie qu'il est possible de calculer à partir de la relation d'Einstein : a été exprimée en 1905 par **Albert Einstein** dans le cadre de la relativité restreinte. Elle signifie qu'une particule de masse m isolée et au repos dans un référentiel possède, du fait de cette masse, une énergie E appelée énergie de masse, de valeur donnée par le produit de m par le carré de la vitesse de la lumière.

Questions 1: Comment connaître l'énergie totale produite par le Soleil ?

Réponse :

Remarque :
Dans ce qui suit, nous supposons l'isotropie du rayonnement solaire, c'est-à-dire que la puissance du rayonnement est la même dans toutes les directions. Ce qui est vérifié par différentes observations, notamment par les sondes Hélios.
Le Soleil ; elle a un rayon de une UA, soit 150 000 000 km (valeur arrondie). À droite, sur la circonférence de cette sphère, on peut voir une autre sphère bien plus petite qui figure la Terre. Ces deux objets ne sont manifestement pas à l'échelle l'un par rapport à l'autre.

La Terre a été volontairement agrandie pour être visible.

Notre planète ne fait en effet que 6 370 km de rayon ;

à l'échelle, elle serait donc invisible.
Nous savons déjà qu'un seul m2 de cette immense boule reçoit une énergie solaire de 1 367 W, n'est-ce pas ? Nous l'avons vu plus haut. Il ne reste plus qu'à calculer la surface de cette sphère pour savoir combien de m2 elle fait.

Puisque ce sont des m2 que nous cherchons, exprimons r, le rayon de notre sphère, en m : 150 000 000 km = 150 000 000 000 m.

La formule de la surface de la sphère est : 4 π r2.

Décomposons tranquillement :

4 π = 4 fois 3,1416 = 12,5664.

r2 = 150 000 000 0002 = 2,25 × 1022.

Donc :

4 π r2 = 12,5664 × (2,25 × 1022) = 2,8274 × 1023.

Notre sphère imaginaire a donc une surface de : 2,8274 × 1023 m2.

Puisque chacun de ces m2 reçoit une énergie solaire de 1 367 W, la sphère qui enferme la totalité de l'astre reçoit la même chose × par sa surface exprimée en m2.

Soit : (1 367 W) × (2,8274 × 1023 m2) = 3,8651 × 1026 W.

Le Soleil atteint donc une puissance Plus de 386 millions de milliards de milliards de watts.

Questions 2: utiliser le théorème d'Albert Einstein pour calculer la différence de masse transformée ?

La puissance est une quantité d'énergie délivrée par unité de temps. C'est en quelque sorte le débit de l'énergie produite. L'énergie peut être quantifiée avec l'unité du système international : joule, symbole « J ».

Une puissance de 1 watt correspond à un débit d'énergie de 1 joule par seconde. Plus concis :

1 W = 1 J/s.

Nous avons vu que le Soleil délivre une puissance de : $3,8651 \times 10^{26}$ W. Il produit donc une énergie de : $3,8651 \times 10^{26}$ J/s.

Au sujet de l'énergie (E), Einstein nous a appris que :

$$E = \Delta mc^2$$

- *E* est l'énergie exprimée en joules ;
- *m* est la masse en kilogrammes ;
- *c* est la vitesse de la lumière dans le vide, soit 299 792 458 m/s = $2,997\,924\,58 \times 10^8$ m/s (soit c ≈ 300000 km/s)

Nous, ce qui nous intéresse c'est m, car c'est la masse qui correspond à l'énergie produite par le Soleil chaque seconde. Nous voulons donc savoir à quoi m est égal.

Nous pouvons déduire de $E = mc^2$ que $m = E/c^2$.

Nous avons $E = 3,8651 \times 10^{26}$ J/s.

Nous avons c = 299 792 458 m/s (nous allons arrondir à 3×10^8)

Donc $c^2 = 9 \times 10^{16}$.

La masse qui correspond à l'énergie produite par le Soleil chaque seconde est donc de :

$(3,8651 \times 10^{26}) / (9 \times 10^{16}) = 4,27 \times 10^9$ kg $= 4,27 \times 10^6$ tonnes.

Ainsi, le Soleil consomme 4,27 millions de tonnes de matière par seconde.

Example 2 :

La masse d'un électron étant de $9,11 \times 10^{-31}$ kg, on trouve bien :

$$\frac{E}{m} = \frac{0,82 \cdot 10^{-13}\,\mathrm{J}}{9,11 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg}} = 9,0 \cdot 10^{16}\,\mathrm{m^2/s^2}$$

et donc :

$$\sqrt{\frac{E}{m}} = 3,0 \cdot 10^8\,\mathrm{m/s} = \mathrm{c}.$$