

Exploration n°1 autour du thème des Energies renouvelables :

L'Energie solaire



Mise en situation :

Une des énergies renouvelable les plus connues et saines est l'énergie solaire laquelle, à la différence des autres énergies, ne pollue pas la planète.

Je vous propose de découvrir quel est le potentiel de l'énergie solaire à Verdun à l'aide de l'installation photovoltaïque du lycée qui comporte une station météorologique (vitesse vent, capteur d'ensoleillement et capteur de température)

Matériel disponible

- PVGIS : Base de données météo pour le photovoltaïque <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- Logiciel Solar Access (base de données de l'installation photovoltaïque du lycée)
- Internet

Critères d'évaluation de votre travail

- De l'aptitude à utiliser les logiciels ou ressources internet.
- De l'aptitude à exploiter les documents ressources.
- De l'aptitude à remplir les documents réponses.
- De l'aptitude à réaliser l'exposé du compte rendu d'activité.
- De l'**autonomie** et du **comportement** pendant le déroulement de la séance.

Nom

Date

1/ Introduction

Sans le rayonnement solaire, la vie sur terre serait simplement impossible. En un éclair, le soleil émet plus d'énergie que le monde n'en a produit depuis la nuit des temps, et la terre en reçoit chaque jour 10 000 fois plus qu'elle n'en consomme.

Les différentes formes d'énergie solaire :

Différentes technologies permettent de capter les rayonnements du soleil.

On entend principalement par énergie solaire :

- **L'énergie photovoltaïque**, qui consiste à capter les rayonnements du soleil aux moyens de modules photovoltaïques, afin de produire de l'électricité. http://www.energies-renouvelables.org/solaire_photovoltaïque.asp
- **L'énergie solaire thermique**, qui fonctionne à partir de capteurs thermiques, réactifs à la luminosité et permettant la production de chauffage et/ou d'eau chaude. http://www.energies-renouvelables.org/solaire_thermique.asp
- **L'énergie solaire à concentration**, basée sur le principe de grands miroirs réfléchissants et encore peu connue, mais dont les enjeux pour la production d'électricité dans les pays du Sud sont considérables. [http://fr.ekopedia.org/Solaire %C3%A0 concentration thermodynamique](http://fr.ekopedia.org/Solaire_%C3%A0_concentration_thermodynamique) et <http://www.enerzine.com/1/2306+La-premiere-centrale-solaire-a-concentration-en-Europe+.html>

2/ Grandeurs caractéristiques du soleil

La distance terre-soleil est d'une unité astronomique. Que vaut cette distance en km ?

.....

Quelle est la vitesse de la lumière ?

.....

Combien de temps mettra alors l'énergie du soleil pour arriver sur la terre ?

.....

Quelle est la durée de vie estimée du soleil ?

.....

3/ La trajectoire du soleil

La trajectoire du soleil dépend :

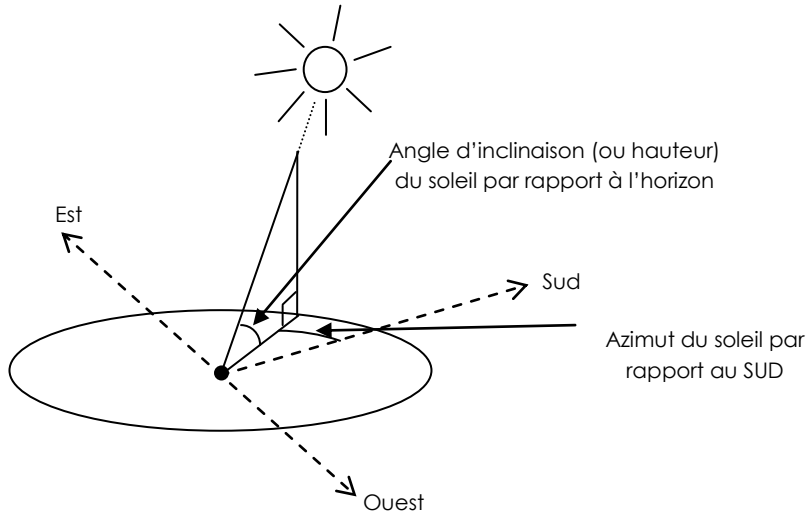
- du moment dans la journée : soleil à l'Est, au Sud ou à l'Ouest ainsi que plus ou moins haut dans le ciel
- du jour de l'année : Soleil plus ou moins haut au Zénith

Nom

Date

Pour savoir où se situe le soleil en fonction de la saison et de la journée, des diagrammes existent. Ils sont donnés en fonction de l'heure légale ou l'heure solaire. Mais quelle différence existe-t-il entre l'heure solaire et l'heure légale ? Comment définit-on la position du soleil ?

3.1/On repère la position du soleil à l'aide de son azimut ainsi que son inclinaison ou hauteur (voir le diagramme ci-dessous)



Pour l'exemple ci-contre, le soleil a une inclinaison de 60° et un azimut de 25° Ouest par rapport au SUD

3.2/ En ce qui concerne l'heure solaire, rien de plus simple. Il sera midi là où vous êtes lorsque le soleil sera au plus haut. Cela implique pour la France par exemple qu'il est midi heure solaire à Verdun, Paris, Bordeaux ou Brest à des moments différents de la journée...

Par contre pour l'heure légale, c'est celle de votre montre qui tient compte principalement du fuseau horaire. Et là, c'est la même heure pour Verdun, Paris, Bordeaux ou Brest.

Pourquoi utilise t-on aujourd'hui l'heure légale et non pas l'heure solaire ? A partir de quel moment cela s'est-il produit ? Faites une recherche internet pour répondre à cette question.

.....

.....

.....

.....

En France, le soleil sera au zénith à midi au méridien de Greenwich heure légale (hors décalage horaire été ou hiver et hors correctifs).

A ce même méridien toujours en France, il faudra attendre 13h pour que le soleil soit au zénith en hiver, et 14h en été (hors correctifs, ce n'est pas aussi simple...)

Pour passer de l'heure solaire à l'heure légale, il faut utiliser la relation suivante :

Temps légal (heure montre) = heure solaire - 4 * longitude + Equation du temps + correctif

Heure solaire :

Temps indiqué par un cadran solaire, T=12h à midi solaire, soleil au zénith

Nom

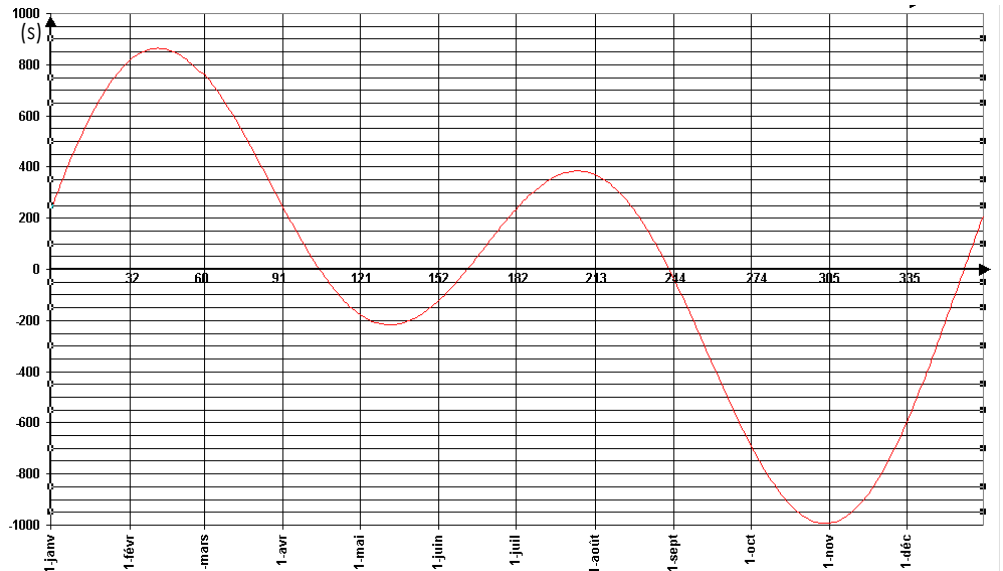
Date

Longitude

Coordonnée géographique en **degrés décimaux** représentée par une valeur angulaire, expression du positionnement est-ouest d'un point sur Terre. La longitude de référence sur Terre est le méridien de Greenwich.

Equation du temps

Prend en compte le léger décalage qui existe entre la durée effective d'une rotation complète de la Terre et les 24 heures des jours officiels



Correctif :

Pour tenir compte du décalage horaire en été (+2h) ou en hiver (+1h)

Application :

A 12 heures, heure solaire, le soleil sera donc au zénith. Quelle heure sera-t-il à votre montre aujourd'hui à Verdun? **Pour y répondre, suivez le mode opératoire suivant :**

Déterminer la position géographique du Groupe Vauban grâce au site <http://maps.google.fr/> (Clic droit sur la position géographique du groupe Vauban et choisir « Plus d'infos ». Les coordonnées latitude puis longitude apparaissent en degrés décimaux:

Longitude :

Latitude :

Equation du temps Aidez vous de la courbe ci-dessus pour déterminer le décalage. Faites validez cette valeur si vous n'êtes pas sûr.

Le décalage est de

Correctif : Valeur du correctif :

Résultat :

Temps légal (heure montre soleil au zénith) = heure solaire – 4*longitude + Equation du temps + correctif

TL =

3.3/ Vous allez maintenant utiliser une courbe générée page suivante par un logiciel spécialisé du nom de PVSYST. A partir des coordonnées géographiques d'une ville ainsi que du décalage horaire, la courbe est tracée automatiquement.

Quel jour sommes nous aujourd'hui ?

Déterminez la hauteur du soleil au zénith pour aujourd'hui :

Nom

Date

Quelle heure TL sera-t-il ? :.....

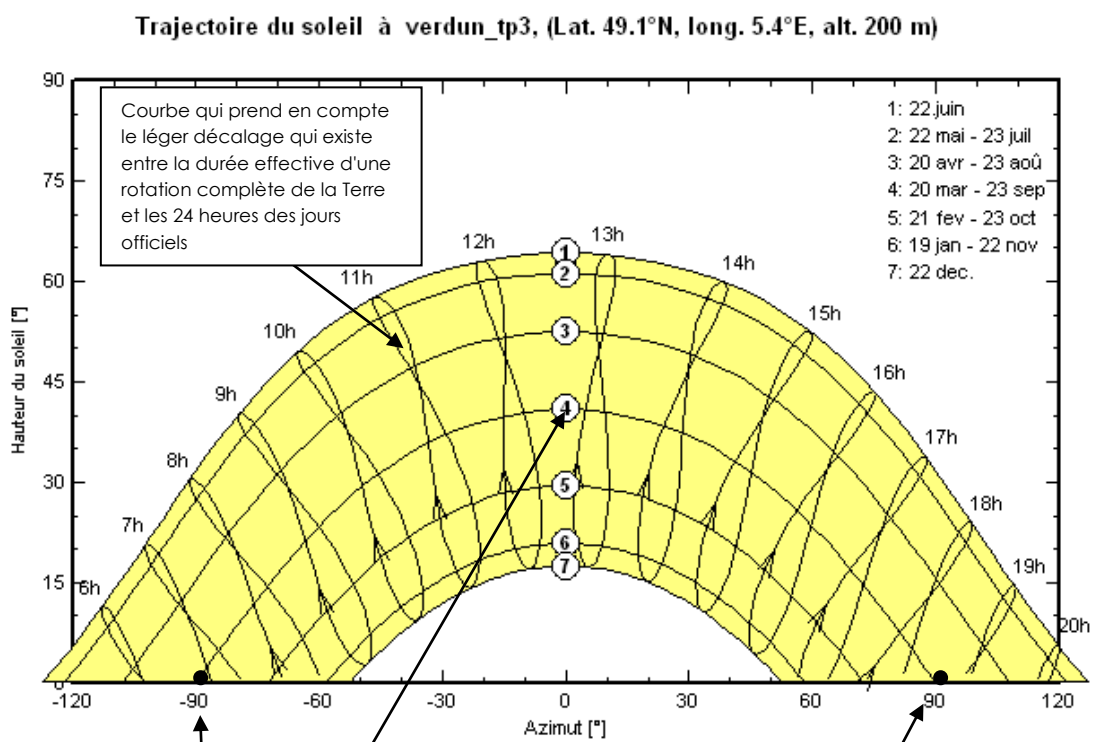
Comparez la valeur ci-dessus à celle trouvée par calcul.

.....

Quel sera l'azimut à 12h heure solaire du soleil aujourd'hui ? Attention au piège !!!

.....

Trajectoire du soleil heure d'hiver pour Verdun générée à l'aide de PVSYST:



Comment lire ce graphique ? Tout d'abord, impossible de connaître précisément la position du soleil pour chaque jour de l'année mais seulement pour quelques dates.

Un exemple : D'après cette caractéristique, le 22 décembre, le soleil sera au zénith vers 12h50 heure d'hiver. La hauteur du soleil sera de 15° et l'azimut sera de 0°, soit plein SUD.

Le 20 avril, le soleil se lèvera à l'azimut 90° Est à 7h50 (heure d'hiver et se couchera à 90° Ouest à 19h50 toujours heure d'hiver. La hauteur du soleil sera de 40° au zénith.

Pendant combien de temps verrez-vous le soleil aujourd'hui s'il n'y a pas de nuages ?

.....

Nom

Date

4/ L'énergie du soleil sur la Terre

L'énergie solaire reçue par la terre est de $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh par an. La consommation mondiale d'énergie en l'an 2000 est de 1.1014 kWh, soit **10 000 fois moins** que l'énergie solaire reçue par la terre en un an au sol.

La puissance solaire maximale reçue sur la surface (donc au sol) de la Terre par unité de surface est de **1000W/m²** (valeur également appelée Irradiance).

Pour connaître la quantité d'énergie solaire reçue au sol pour un lieu précis, il n'y a pas d'autre solution que d'utiliser des bases de données météorologiques du type PVGIS. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

→ Vous allez déterminer la quantité d'énergie solaire reçue par 1 m² de modules photovoltaïques de l'installation photovoltaïque du lycée et comparer cette valeur à l'énergie consommée par un foyer en moyenne.

Pour déterminer l'énergie reçue par 1m² sur les modules photovoltaïques du lycée à Verdun, tapez l'adresse suivante : <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/> puis cliquer sur la base de données EUROPE (petite carte bleue).

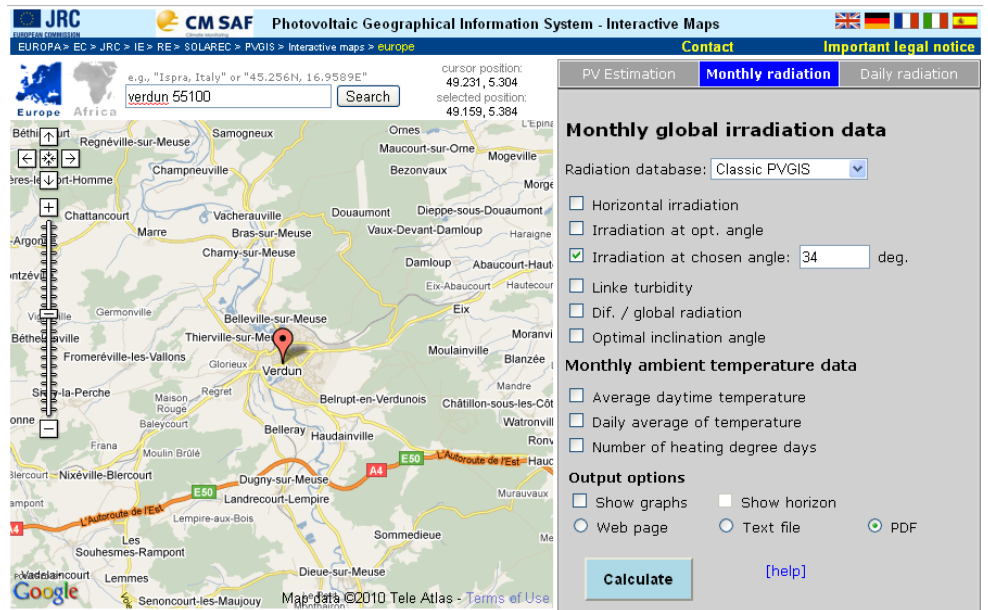
Dans le moteur de recherche lié à la carte géographique, tapez « VERDUN 55100 ».

Dans la partie à droite de la carte, cliquez sur « Monthly radiation ».

Validez « Irradiation at chosen angle », entrez la valeur 34° (angle d'inclinaison des modules photovoltaïques de l'installation du lycée), puis « pdf » et désélectionnez tout le reste.

Cliquez alors sur « Calculate » et Imprimer le tableau obtenu.

Ce tableau vous indique les valeurs des irradiances moyennes journalières pour chaque mois de l'année et tout en bas la valeur journalière moyenne sur une année.



Que vaut cette dernière valeur ?

.....

.....

.....

Nom

Date

Multipliez là par 365 (pour 365 jours dans une année) pour connaître l'énergie solaire reçue par un mètre carré sur les modules photovoltaïques en 1 an.

.....
.....
.....

Comparez cette valeur au **3500 kWh d'énergie électrique consommée par un foyer français** en moyenne (consommation moyenne hors eau chaude et chauffage).

.....
.....
.....

Calculez la surface nécessaire de modules photovoltaïques sur laquelle il faudrait récupérer toute l'énergie solaire et la convertir intégralement en énergie électrique.

.....
.....
.....

Il n'est malheureusement encore pas possible à ce jour de convertir toute l'énergie solaire reçue en énergie électrique. Les modules photovoltaïques ont pour les meilleurs un rendement de 18%, c'est-à-dire que lorsqu'ils reçoivent une irradiation de 100Wh/m² ils fourniront seulement 100*0.18=18Wh/m² d'énergie électrique.

Calculez alors la surface de panneaux solaires qui seraient nécessaire pour subvenir aux besoins en énergie électrique d'un foyer avec des modules photovoltaïques ayant un rendement de 18%

.....
.....
.....

A retenir :

A Verdun :

- l'énergie solaire reçue n'est pas négligeable : environ **1,2 MWh par m² par an** d'après PVGIS. La station météorologique de l'installation photovoltaïque du lycée donne une valeur de **1,02 MWh par m² par an** (installation arrêtée 15 jours en août pour cause de travaux électriques sur le Lycée : changement du transformateur principal situé à côté de l'entrée du lycée). Il suffirait de récupérer l'énergie sur 4 m² de modules photovoltaïques et de la convertir **intégralement** en énergie électrique pour subvenir aux besoins d'un foyer.
- Le soleil n'est pas au zénith à 12h. Il faut tenir compte du fuseau horaire, de la longitude et de correctifs
- Le soleil est une source d'**énergie considérable et inépuisable** à l'échelle de notre temps

Question bonus

A partir du tableau imprimé (du site PVGIS), déterminez la quantité d'énergie solaire reçue sur les modules photovoltaïques à partir des valeurs mensuelles de l'irradiation du fichier pdf.

.....
.....
.....
.....
.....