

Projet pédagogique « Rjukan »

Des miroirs géants pour éclairer un village.

Charles Sol pour [@eduMediaTweets](#) – 10/2014

La ville de Rjukan, en Norvège, a installé des miroirs pour réfléchir la lumière du Soleil. Elle est située au fond d'une vallée. Les montagnes environnantes masquent son horizon et privent ses habitants de la lumière directe du Soleil plusieurs mois par an.



Vidéo : http://www.francetvinfo.fr/monde/europe/norvege-des-miroirs-geants-pour-eclairer-un-village_444310.html

Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=ymMzKAA9Vyc>

Cette actualité est l'occasion d'un projet pédagogique multidisciplinaire très intéressant qui se prête à une utilisation des ressources numériques (Google Earth, eduMedia, Stellarium).

Thèmes abordés :

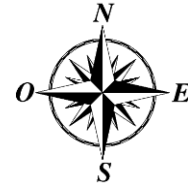
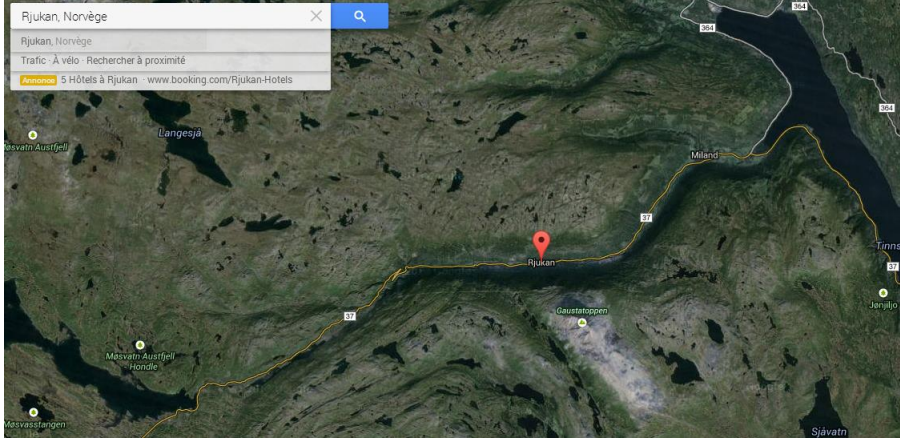
- Optique : miroir plan (réflexion)
- Lumière : énergie (chaleur), parcours rectiligne de la lumière
- Astronomie : la course apparente du Soleil vue de la Terre
- Géographie : se repérer sur Terre, points cardinaux, les saisons
- Mathématiques : trigonométrie, ou simples mesures d'angle au rapporteur.
- Santé : vitamine D et lumière du Soleil
- ...

Pré-requis :

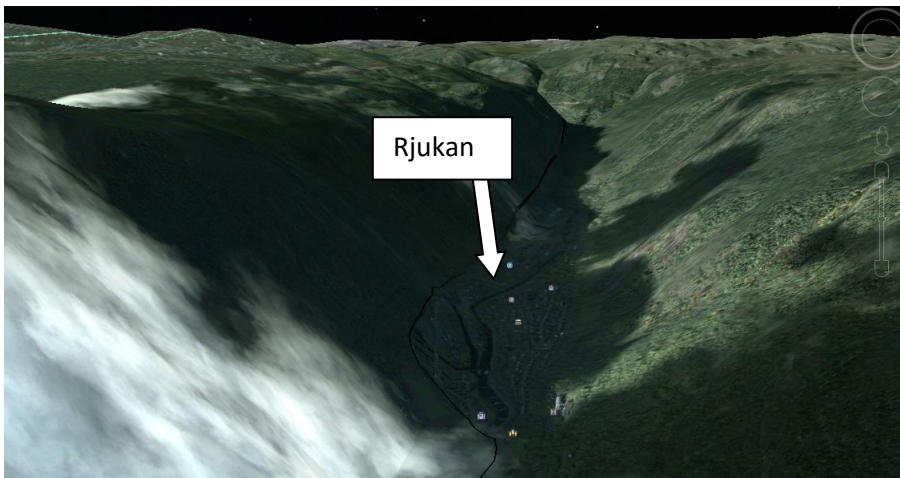
- Réflexion de la lumière par un miroir plan
- Mesure d'angles

Introduction :

Google Earth permet de saisir la géographie particulière de la place :
Rjukan est située au fond d'une vallée selon un axe Est-Ouest, latitude 60°N



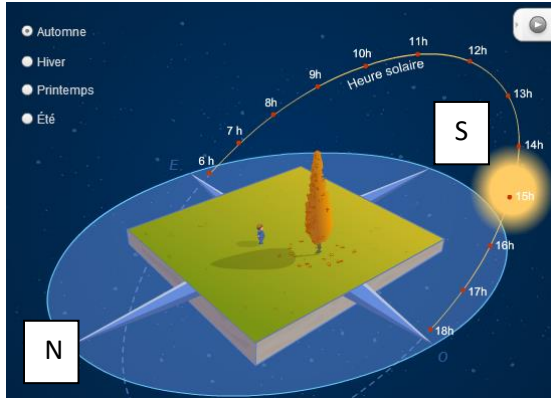
Le mode 3D et Street View permettent notamment de révéler l'encastrement de la ville.



La course apparente du Soleil :

La Terre tourne autour du Soleil, mais dans notre référentiel terrestre, c'est le Soleil qui tourne autour de nous.

L'animation eduMedia « course apparente du Soleil » apporte la réponse :



<http://www.edumedia-sciences.com/fr/a565-mouvement-apparent-du-soleil>

Question : Comment les habitants de Rjukan voient-ils le Soleil ?

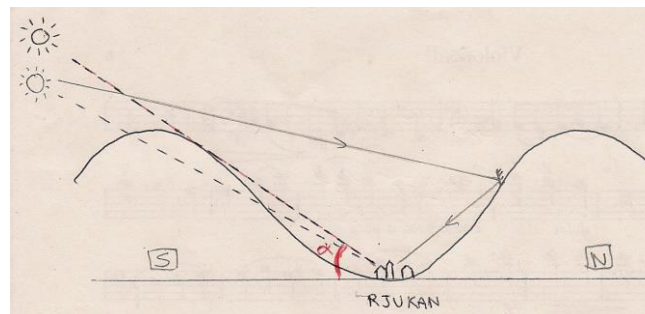
Réponse : Le Soleil décrit une trajectoire quasiment circulaire d'Est en Ouest inclinée vers le sud (dans l'hémisphère nord comme c'est le cas pour la Norvège).

Sa trajectoire est plus haute dans le ciel en été et plus basse en hiver ce qui explique d'ailleurs les variations de la durée du jour au cours de l'année.

L'animation illustre bien que lorsque le Soleil est bas (matin, soir, hiver), la zone d'ombre est étendue.

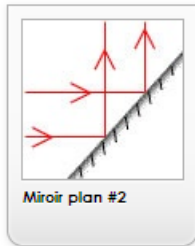
La trajectoire Est-Ouest du Soleil est parallèle à l'axe Est-Ouest de la vallée de Rjukan.

Rjukan étant au fond de cette vallée, ses habitants ne voient le Soleil au dessus du versant sud que si son élévation est supérieure à un angle limite α . L'idée de réfléchir la lumière du soleil par des miroirs est donc pertinente. Il faut savoir qu'avant cette installation, la seule possibilité pour les habitants de profiter du Soleil est un téléphérique. Il est conseillé de faire réaliser un dessin par les élèves.



Le miroir plan

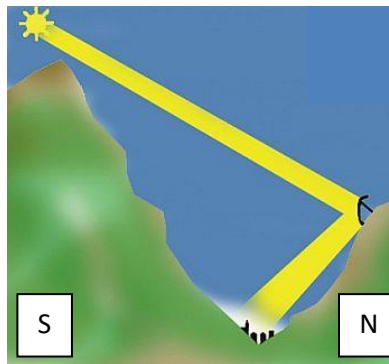
Les animations eduMedia illustrent la réflexion des rayons de lumière sur un miroir plan.



<http://www.edumedia-sciences.com/fr/a304-miroir-plan-2>

Question : Où doit-on placer le miroir ?

Réponse : Sur le sommet nord.



Question : Peut-on poser des miroirs fixes ?

Réponse : Non ! Il faut un asservissement.

Questions : Quel mouvement doit on imposer au miroir ?

Réponse : Le miroir doit suivre le Soleil selon un mouvement d'est en ouest avec un ajustement vertical pour suivre l'élévation du Soleil. Le mot « héliostat » est justement utilisé pour signifier que les miroirs suivent la trajectoire du Soleil.

Questions : Peut on envisager une solution similaire pour un village au fond d'une vallée qui n'est pas orientée Est-Ouest ?

Réponse : C'est complexe voire inutile. Plusieurs cas peuvent être étudiés.

On notera le cas de la ville italienne de Viganella qui a fait ce même choix et qui se trouve elle aussi dans une vallée orientée Est-Ouest.

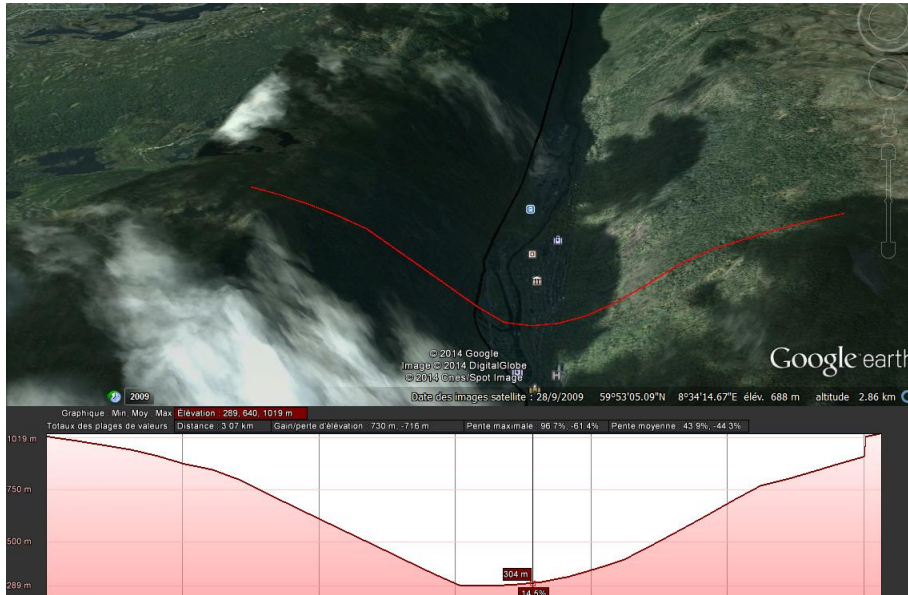
Question : Le miroir est-il utile toute la journée et tous les jours ?

Réponse : Il n'est utile que pour une élévation inférieure à un angle limite α , même si dans les faits, ce dispositif offrira une lumière additionnelle pour une élévation supérieure. On notera que même en été, l'élévation est faible le matin et le soir.

Mathématiques :

Cette partie a pour objectif de déterminer la valeur de l'angle limite α ?

Un profil d'élévation dans Google Earth permet d'afficher la forme de la vallée ci-dessous.
On trouve en première approximation un dénivelé de 800m pour une vallée de 3 km de large.

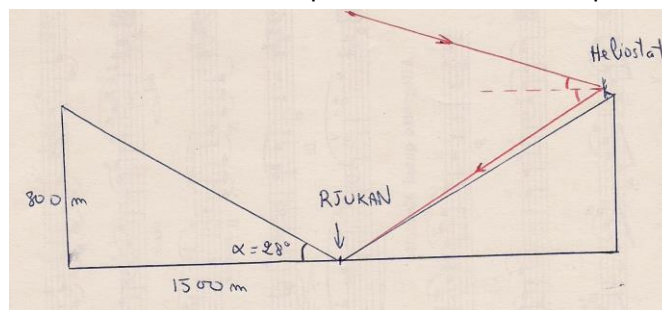


Voici un tutoriel pour faire un profil d'élévation dans Google Earth :

<https://support.google.com/earth/answer/181393?hl=fr>

En utilisant les formules trigonométriques, on mesure approximativement une pente de 800/1500 (environ 50%) soit 28°

Le village se retrouve donc dans l'ombre dès que l'élévation du Soleil passe sous $\alpha=28^\circ$



Le logiciel Stellarium (<http://www.stellarium.org>) est une aide précieuse pour simuler avec précision cette course apparente en fonction de la date et de la latitude (60°N). On peut ainsi affirmer que Rjukan est dans l'ombre tout le temps entre octobre et mars !

Sujets Connexes

1. Économie et écologie. Le coût du projet dépasse les 600.000 € (pour 3500 habitants).
Commenter.
2. Technologie : Il faut asservir les miroirs et donc disposer d'une alimentation électrique.
Noter les panneaux photovoltaïques sur la photo du début.
3. Santé (vitamine D).
4. Énergie : Aborder une autre application des héliostats : four solaire, centrale THEMIS.