

Modélisation de l'inégale répartition de l'énergie solaire à la surface du globe

29/07/2002

Auteur(s) :

Alexandre Habets

Lycée François Arago, Académie de Reims.

Publié par :

Benoît Urgelli

Résumé

Modélisation analogique permettant de montrer l'inégalité de la quantité d'énergie solaire reçue par la Terre en fonction de la latitude.

Table des matières

- [Objectif](#)
- [Matériel et montage](#)
- [Résultats](#)
 - [Remarque](#)
- [Conclusion](#)

Proposé par Alexandre Habets du Lycée François Arago, Académie de Reims.

Objectif

Dans le cadre des nouveaux programmes de seconde, avant d'introduire les courants atmosphériques, on s'interroge sur la « répartition inégale des températures à la surface du globe ». Les élèves savent que, selon la latitude, la température moyenne sur 24 heures est différente avec une variation des isothermes de l'équateur aux pôles. Pourquoi l'énergie reçue au sol est-elle si différente à l'équateur et aux pôles ?

Matériel et montage

Liste du matériel (par groupe de 4 élèves) :

- 1 globe terrestre d'assez grande dimension
- 1 lampe de microscope (ampoule blanche et/ou couleur)
- 1 diaphragme sur pied (ou cache avec orifice d'environ 4 cm de diamètre)
- 1 plaque à trous (50 cm / 30 cm avec de nombreux trous de 3 mm de diamètre alignés toute direction à 1,5 à 2cm)... que l'on peut acheter dans un magasin de bricolage (cf. fixation de crochets pour rangement d'outils)
- 1 cylindre dont le diamètre est égal à celui du globe et la longueur supérieure à ce diamètre. (1 grande boîte de conserve de 10 litres peut servir... tout comme un tube PVC de 50 cm de diamètre).
- 2 potences pour fixer horizontalement le cylindre d'une part et la plaque à trous d'autre part.



Source - © 2002 ENS Lyon

Figure 1. Vue générale du montage.

On travaillera dans une salle obscure....



Source - © 2002 ENS Lyon

Figure 2. Schéma du dispositif.

Résultats

Après avoir allumé la lampe, on voit les spots sur le cylindre.



Source - © 2002 ENS Lyon

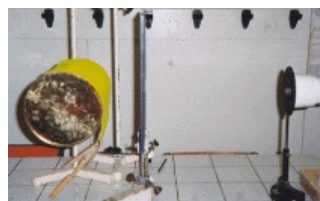
Figure 3. Expérience avec feuille de papier en position verticale.

On maintient verticalement une feuille de papier couleur de format A3 entre le cylindre et la plaque : on constate que tous les points sont identiques...

.... Puis on recule la feuille vers le cylindre et on l'incurve pour épouser sa forme : les points lumineux sont différents entre E(équateur) et P(pôle)...



Source - © 2002 ENS Lyon



Source - © 2002 ENS Lyon

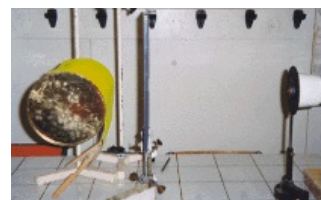
Figure 4. Gros plan, feuille verticale. Figure 5. Gros plan, feuille courbe.

On scotche la feuille sur le cylindre (Figure 6) et on demande aux élèves de surligner 3 lignes de points : en E, en P et une ligne intermédiaire. (On peut aussi prendre un transparent en vue d'une rétroprojection !). On reprend la feuille et on trace un cercle dont le rayon correspond à la distance P-E + quelques centimètres (Figure 7).



Source - © 2002 ENS Lyon

Figure 6. Agrandir.



Source - © 2002 ENS Lyon

Figure 7. Résultat observable sur la feuille de papier.

On remarque que le nombre de spots est très important sur une droite au niveau de E, donc non seulement à ce niveau, les spots sont porteurs en surface réduite (plutôt une bande) d'une certaine énergie., mais ils sont aussi plus nombreux...

Tandis qu'en P, les surfaces (la bande) sont nettement plus grandes et de plus elles sont beaucoup moins nombreuses. La densité de spots varie donc en fonction de la courbure. On constate également que, pour un spot donné, la luminosité et donc la quantité d'énergie incidente par unité de surface est inégale en fonction de la courbure du cylindre.

Remarque

On peut également réaliser des mesures de l'équateur au pôle en utilisant une photodiode. On obtient les résultats suivants (unités arbitraires, mesures méridiennes tous les 1,5 cm)



Source - © 2002 ENS Lyon

Figure 8. L'expérience avec photodiode.

Première série de mesures	-2,3	-2,0	-1,8	-1,2	-1,0	-0,8	-0,3
Deuxième série de mesures	-3,3	-2,6	-2,4	-1,9	-1,2	-1,0	-0,8

Conclusion

On a donc ce qui arrive sur la sphère terrestre à un instant t . La Terre intercepte donc beaucoup plus d'énergie solaire par unité de surface au niveau de l'équateur qu'aux pôles.

À nos latitudes, sur une journée, lorsque le soleil est au point le plus haut au dessus de l'horizon (midi), le rayonnement solaire traverse alors l'atmosphère sur l'épaisseur la plus faible. Si on néglige le fait que les gaz atmosphériques absorbent 20 % de ce rayonnement, le facteur qui varie le plus latitudinalement, c'est la quantité d'énergie reçue par unité de surface au sol. Notez que c'est à 15h00, et non pas à midi, qu'il fait le plus chaud sous nos latitudes, en raison du chauffage par le sol (réémission infrarouge tellurique).

À l'un des pôles, pendant de longs mois, le soleil n'arrive pas, alors qu'au pôle opposé, pendant les mêmes mois, le soleil est toujours présent. Ceci s'explique par la variation de l'angle d'incidence des rayons solaires au cours des saisons, en un point donné du globe. En effet, l'inclinaison constante (23°) de l'axe de rotation de la Terre, toujours dirigé vers l'étoile polaire, fait que, au cours de la rotation annuelle autour du Soleil, l'un des pôles est éclairé pendant 6 mois alors que l'autre, à l'opposé, est dans l'obscurité pendant la même période.

La différence de quantité d'énergie reçue par unité de surface entre pôles et équateur est donc importante. La Terre a donc une zone équatoriale relativement chaude et deux zones polaires froides. Selon les lois physiques il y aura transfert de chaleur. Comment ? On passe alors aux courants atmosphériques et/ou océaniques...

Remarques : Autres idées de modélisation.

Il est peut être possible d'illustrer les différences d'énergie reçue selon la sphéricité du globe en utilisant une encre dont la teinte varie en fonction de la température (cf. pastilles sur étiquettes de certaines boissons)...

Ou bien avec un papier filtre imbibé de chlorure de cobalt (humide) et avec un sèche cheveux, on sèche ce papier (on utilise alors des tubes de verre en prolongement de quelques orifices de la plaque trouée). On peut espérer montrer des différences de coloration et donc d'évaporation entre le point P (pôle) et le point E (équateur)...