

VARIATION DES PARAMETRES ORBITAUX DE LA TERRE ET IMPACT SUR LE CLIMAT

Si la Terre n'était soumise qu'à l'attraction gravitationnelle exercée par la Terre, son mouvement obéirait aux Lois de Képler : il serait inchangé au cours du temps. Mais, la Lune et les autres planètes en interaction gravitationnelle avec la Terre perturbent ce mouvement : la révolution de la Terre autour du Soleil n'est pas parfaitement périodique. Les paramètres orbitaux et l'orientation de la Terre se voient modifiés.

La résolution formelle du système d'équations qui gouvernent ce mouvement est impossible mais la puissance des ordinateurs modernes permet de s'en approcher (même si cela s'avère difficile). On a ainsi pu calculer avec précision les variations au cours du temps des paramètres orbitaux suivants :

- L'excentricité de l'orbite terrestre.
- L'obliquité de l'axe de rotation de la Terre.
- La longitude du périhélie.

L'objectif recherché ici est de présenter ces trois paramètres, d'étudier leurs variations et de montrer leur influence sur le climat terrestre. Cette étude se fait en trois temps :

1. Les paramètres astronomiques

Chaque paramètre est présenté. Des rappels d'astronomie sont proposés.

2. Etude de l'influence des paramètres orbitaux de la Terre sur l'insolation de la Terre pendant 1 an grâce à une simulation réalisées par le logiciel VENSIM

L'objectif est ici de bien comprendre l'influence de chaque paramètre sur l'insolation et d'identifier la configuration correspondant à un événement climatique particulier (par exemple, pour une déglaciation, l'excentricité est forte, obliquité est forte et longitude du périhélie vaut 270° : on a des étés chauds avec un fort contraste saisonnier). Le modèle est expliqué page par page pour faciliter la prise en main du logiciel VENSIM. Un exemple de TP élève est proposé ainsi que sa correction.

3. Etude de la variation des paramètres orbitaux de la Terre par analyse spectrale et mise en évidence de l'impact climatique

On propose d'analyser les données de l'astronome Jacques Laskar. Elles se présentent sous la forme de feuilles de calculs (tableur) présentant les variations de l'excentricité, de l'obliquité et de la longitude du périhélie en fonction du temps BP. Nous avons modifié la présentation de ces données pour en faciliter l'analyse par transformée de Fourier. Ces feuilles de calculs sont téléchargeables.

Ces mesures sont exploitées avec le logiciel Synchronie 2003. Ce logiciel permet à la fois l'acquisition et le traitement des données. Ce n'est pas un logiciel libre mais un produit EUROSMART. Il est très utilisé dans les lycées, en particulier en physique-chimie. Un didacticiel est proposé pour la prise en main du logiciel. Un fichier utilisable avec synchronie est également téléchargeable.

L'analyse spectrale des données permet de mettre en évidence les périodicités de 100 000 ans, 41 000 et 19000 -23000 ans pour les paramètres orbitaux de la Terre.

Une analyse spectrale des températures sur les 800 000 ans passés est proposée. Elle repose sur l'analyse des glaces de l'Antarctique (forage européen Epica). Le fichier au format tableur est téléchargeable pour réaliser l'analyse avec Synchronie 2003. L'analyse spectrale permet de mettre en évidence les périodicités précédentes et de faire le lien entre les variations des paramètres orbitaux et le climat passé.