

LIMITES DE RECHERCHE

LA BOMBE H DE LA VIE

Conception: Philippe Tourancheau

Réalisation: Philippe Tourancheau

© CNDP, La Cinquième, 2000

Durée: 13 min 03 s

À l'aube de ce troisième millénaire, les découvertes scientifiques se succèdent à un rythme de plus en plus rapide. Pourtant, en biologie comme en physique ou en chimie, la recherche bute sur des énigmes. Confrontés à ces limites, comment chercheurs et hommes de sciences réagissent-ils? L'objectif de cette série est de dresser un inventaire de ces questions clés et de susciter l'intérêt de l'élève pour la recherche fondamentale.

Déifié par les différentes civilisations humaines, le Soleil, bien que reconnu comme source de vie et d'énergie indispensable à la Terre, est aujourd'hui soupçonné par nos physiciens d'être un danger potentiel pour notre planète! Pour Gérard Thuillier, ingénieur de recherche au service d'aéronomie du CNRS, la problématique est simple: « Le Soleil influence le climat de la Terre sur de courtes périodes. » L'enjeu est donc de comprendre les variations de l'énergie solaire afin d'en prévoir les incidences sur notre planète.

En nous appuyant sur des observations suffisamment longues, nous savons désormais que le Soleil est un astre variable, dont les cycles d'environ onze ans déterminent l'activité. Mais si l'on a réussi à établir une corrélation entre les taches sombres qui apparaissent à sa surface et l'intensité de son activité, on ne sait toujours pas à quels phénomènes sont dues ces variations internes.

Ce mystérieux phénomène n'est pas sans conséquences: systèmes électroniques perturbés, équipements électriques endommagés, etc. Mais surtout, il soulève une interrogation essentielle: quelle est la part de responsabilité du Soleil dans le réchauffement de notre planète, et quelle serait donc celle de l'homme?

SCÉRÉN

[CNDP]

DISCIPLINES, CLASSES ET PROGRAMMES

- Physique, 2^{de} : *De l'atome aux galaxies (Le système solaire). Messages de la lumière (Les spectres lumineux : application à l'astrophysique).*
- SVT, 2^{de} : *Mouvement des masses atmosphériques. L'environnement.*

VOCABULAIRE REQUIS

Fluide, énergie, cycle, rotation, latitude.

VOCABULAIRE À EXPLIQUER

Zone radiative, rayonnement, champ magnétique, rotation différentielle, pression magnétique, masse coronale, protubérance, convection, photosphère, chromosphère, plasma, longueur d'onde, particule (neutre, chargée).

PRINCIPAUX THÈMES ABORDÉS

- Comprendre les variations de l'activité solaire en fonction de ses cycles, de ses taches et de son puissant champ magnétique. Comprendre les relations qui lient ces différents éléments et, consécutivement, expliquer les nuages de particules que nous recevons du Soleil.
- Mettre en évidence le lien entre une problématique physique et ses conséquences écologiques.

DÉCOUPAGE DU FILM

00 min 00 s : Le Soleil est un astre variable

Gérard Thuillier, ingénieur de recherche au CNRS, expose l'ensemble du fonctionnement du Soleil, en insistant sur les processus de radiation et de convection comme vecteur de création du champ magnétique.

03 min 40 s : Le mouvement des taches solaires

Zadig Mouradian, astronome à l'observatoire de Paris-Meudon, montre la corrélation entre le déplacement des taches solaires et la durée du cycle solaire.

07 min 00 s : La couronne solaire

Brigitte Schmieder, astronome à l'observatoire de Paris-Meudon, explique l'éjection de matière coronale par l'effet du champ magnétique.

09 min 30 s : Conséquences pour l'environnement terrestre

Gérard Thuillier expose les phénomènes terrestres causés par l'arrivée à grande vitesse de matière coronale : système électronique des satellites géostationnaires endommagé, perturbations des systèmes électriques, aurores boréales, et surtout réchauffement climatique de notre planète.

SUGGESTIONS D'EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE

Mieux comprendre le Soleil

À utiliser en 2^{de}, SVT : *Mouvement des masses atmosphériques.*

À utiliser en 2^{de}, physique : *Les spectres lumineux, l'air qui nous entoure.*

Les recherches menées par Gérard Thuillier pour comprendre le fonctionnement de notre astre l'amènent à poser le problème suivant : à l'origine, on cherche à percer les mystères du Soleil, et finalement on en vient à poser le problème en termes d'environnement pour les générations futures.

Le Soleil, un astre variable

– La lumière qui nous parvient du Soleil résulte d'un processus interne de transfert d'énergie. Les hautes températures (107 °K) qui règnent au cœur de notre astre occasionnent un mouvement d'énergie, par radiation, vers les couches externes. Mais la chute des températures, lors de ce transport d'énergie, décroît, et le processus de radiation cesse pour passer le relais au mouvement de convection. Pour mieux comprendre les effets de ce processus, on pourra proposer aux élèves un modèle simulant ce mouvement (cf. Fiche élève 1).

– Les conséquences de ce phénomène permettent de comprendre les variations des températures et de la structure superficielle du Soleil (taches sombres, champ magnétique, protubérances, éjection de matière coronale...). Par extension, ce même processus de convection permet d'expliquer la circulation atmosphérique dans la troposphère de notre planète, cette grande cellule de convection décrite par Hadley en 1735.

La constitution du Soleil

– Au cœur du Soleil, à une température d'environ 13,106 °K et sous une pression 200 milliards de fois plus grande qu'à la surface de la Terre, la matière, nommée « plasma », est formée de noyaux et d'électrons libres. Seule l'explosion d'une bombe atomique permet, sur la Terre, d'atteindre de telles températures. En revanche, les couches superficielles du Soleil (photosphère, stratosphère) ne dépassent guère les 6 000 °K. L'étude des spectres lumineux permettra aux élèves de comprendre la mesure des températures des couches superficielles du Soleil ainsi que la composition des gaz de la photosphère.

– Par ailleurs, cette exploration de notre astre, depuis son cœur vers

sa périphérie, sera l'occasion d'introduire la notion d'état thermique et de s'intéresser aux échelles de température ainsi qu'à leurs unités.

Mieux comprendre ses incidences sur notre environnement

À utiliser en 2^{de}, SVT : *L'environnement, un équilibre fragile.*

– En conclusion, Gérard Thuillier nous révèle que, en voulant comprendre un problème de physique solaire, on en vient à s'intéresser aux cycles du Soleil, afin d'en prévoir les incidences sur notre climat. Pour mieux sensibiliser les élèves à ce problème environnemental, on pourra leur proposer un TP mettant en évidence le rôle de certains gaz dans l'élévation de la température, complété par un travail de recherche sur les variations de la température et sur les variations du niveau de la mer depuis le siècle dernier. Ce travail leur permettra de mieux comprendre les enjeux du problème.

– Informés sur l'actualité de nos connaissances quant au « fonctionnement » du Soleil, ainsi que sur les conséquences futures du réchauffement de la planète, les élèves pourront débattre de la problématique présentée dans ce document audiovisuel, que l'on retrouve dans un entretien accordé par Gérard Thuillier à la revue *Ciel et Espace* :

« *Ciel et Espace* :

– Selon vous, le Soleil a-t-il oui ou non une responsabilité dans le réchauffement de la planète constaté actuellement ?

Gérard Thuillier :

– On ne peut pas identifier avec certitude les causes possibles du réchauffement présent. Mais certains tiennent des discours simplificateurs, et cela devient politique. Si l'on mettait le réchauffement climatique actuel au seul compte du Soleil, cela arrangerait les pays pollueurs, en évitant de l'attribuer à la seule activité humaine. »

Ciel et Espace, mai 2000

Il ne faut pas omettre de citer les sources Météo France :

« Une expérience assez simple à réaliser consiste à utiliser une grande cloche (type cloche à vide) et à mesurer la température qu'il y a dessous (à l'aide d'un dispositif d'ExAO et en évitant une exposition directe de la sonde de température). La cloche est éclairée par une lampe puissante et proche, que l'on allume et éteint sur des périodes de cinq minutes. Les mesures doivent durer environ une heure.

On pourra ainsi comparer trois situations :

- sans cloche (pas d'effet de serre) ;
- avec cloche (effet de serre simple) ;
- avec cloche et en présence d'une coupelle remplie d'eau, qui sera placée sous celle-ci (effet de serre + effet de la vapeur d'eau).

Normalement, les effets de la vapeur d'eau sont assez nettement visibles au bout d'une quinzaine de minutes (le temps que suffisamment d'eau se soit évaporée). »

Convection

À utiliser en 2^{de}, SVT.

– Le phénomène de convection thermique peut être montré aux élèves en introduisant de l'eau chaude colorée placée dans une burette à l'intérieur d'un flacon d'eau froide retourné. Le mélange des liquides par convection thermique sera mis en évidence par le colorant.

– Cette manipulation a été proposée par Wulfran Fortin, et le montage est visible sur le site Internet suivant : <http://www-physique.u-strasbg.fr/~udp/articles.php>

FICHE ÉLÈVE 1

Le Soleil a rendez-vous avec la Terre

À utiliser en 2^{de}, SVT. Mouvement des masses atmosphériques.
L'environnement : un équilibre fragile.

Expérience

Voici un modèle simulant les mouvements dans la zone convective du Soleil et ceux de l'atmosphère terrestre.

Disposez de la glace dans un premier récipient et placez celui-ci au centre d'un second récipient qui contient de l'eau chaude. Afin de visualiser le mouvement du fluide, versez délicatement à l'aide d'une seringue de l'encre bleue sur la paroi externe du cylindre central et de l'encre rouge sur la paroi interne du second cylindre.

Questions

Ce modèle vous semble-t-il pertinent pour rendre compte des deux mouvements de convection : celui de l'atmosphère terrestre et celui de la zone convective du Soleil, décrit par Gérard Thuillier ? Justifiez votre réponse. Proposez un autre modèle en cas de désaccord.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

FICHE ÉLÈVE 2

Quand le Soleil varie...

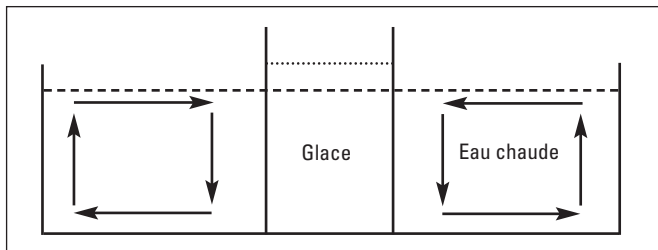
À utiliser en SVT, 2^{de}. Mouvement des masses atmosphériques.
L'environnement: un équilibre fragile.

Après avoir visionné le film, répondez aux questions suivantes.

Le Soleil, un astre variable

1. Quels sont les deux processus essentiels qui permettent le déplacement d'énergie du cœur du Soleil vers sa périphérie? De quel facteur dépend le déplacement qui s'effectue dans la zone radiative?

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



2. Qu'est-ce que le plasma?

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

3. Comment le champ magnétique du Soleil se crée-t-il?

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

4. Quelle est la durée moyenne d'un cycle du Soleil? Par quelle observation peut-on prévoir approximativement l'intensité de l'activité solaire? Que signifie le « Minimum de Maunder » ?

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

5. Comment explique-t-on le déplacement des taches solaires ? De quelles façons se déplacent-elles ?

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

6. Quelles sont les variations de température observées dans la chromosphère ? Comment explique-t-on ce phénomène ?

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

7. Comment l'astronome Brigitte Schmieder explique-t-elle l'éjection de matière coronale ?

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

Influences sur notre environnement

8. Qu'est-ce que la magnétosphère ? Quelle est sa fonction pour notre planète ?

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

9. Quels sont les phénomènes (évoqués dans le film) qui traduisent une relation Soleil-Terre ? Qu'est-ce que la constante solaire ? Résumez en quelques lignes le problème essentiel évoqué par Gérard Thuillier.

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