

Radiotélescope

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES - FACULTÉ DES SCIENCES

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

Antoine SENTERRE, Mohammed HANNINE et Afnane ABBACHE

Le Soleil

Origine

Notre Soleil s'est formé il y environ 4,5 milliards d'années dans le Bras d'Orion situé dans la Voie Lactée. Il est né lorsqu'un amas de gaz et de poussières interstellaires appelé Nébuleuse Solaire s'est contracté par la gravitation. La gravité ainsi que la température engendrée ont provoqué des fusions spontanées d'atomes d'hydrogène libérant de l'énergie sous forme de rayonnement. C'est cet équilibre entre contraction gravitationnel et volatilité des particules chargées par rayonnement qui permet au Soleil, sa stabilité.

Structure

Le Soleil peut être décomposée en 6 régions :

— **La Couronne** : s'étendant sur plusieurs millions de kilomètres en se diluant dans l'espace. Lors d'une éclipse totale de soleil, elle apparaît autour du disque lunaire noir comme un anneau lumineux au pourtour irrégulier dont la température avoisine les deux millions de Kelvins ce qui s'explique par l'existence de jets de plasma appelés spicules et diffusés de la surface vers les hauteurs atmosphériques.

— **La Chromosphère** : étant la basse atmosphère du Soleil dont l'épaisseur est de l'ordre du millier de kilomètres. Dans la chromosphère jaillissent les spicules, les protubérance set les éruptions solaires, jets de gaz et de matière de plusieurs centaines de milliers de kilomètres de hauteur. Les protubérances peuvent être éruptives lorsqu'elles éjectent de la matière dans l'espace.

— **La Photosphère** : étant la couche de gaz qui constitue la surface visible du Soleil, et où se forment la plupart des raies spectrales depuis l'ultraviolet jusqu'à l'infrarouge. L'étude de cette couche de gaz permet de définir certaines caractéristiques fondamentales d'une étoile, comme la mesure de sa composition chimique, de sa température, de son champ magnétique, ou encore des champs de vitesse associés à ses pulsations.

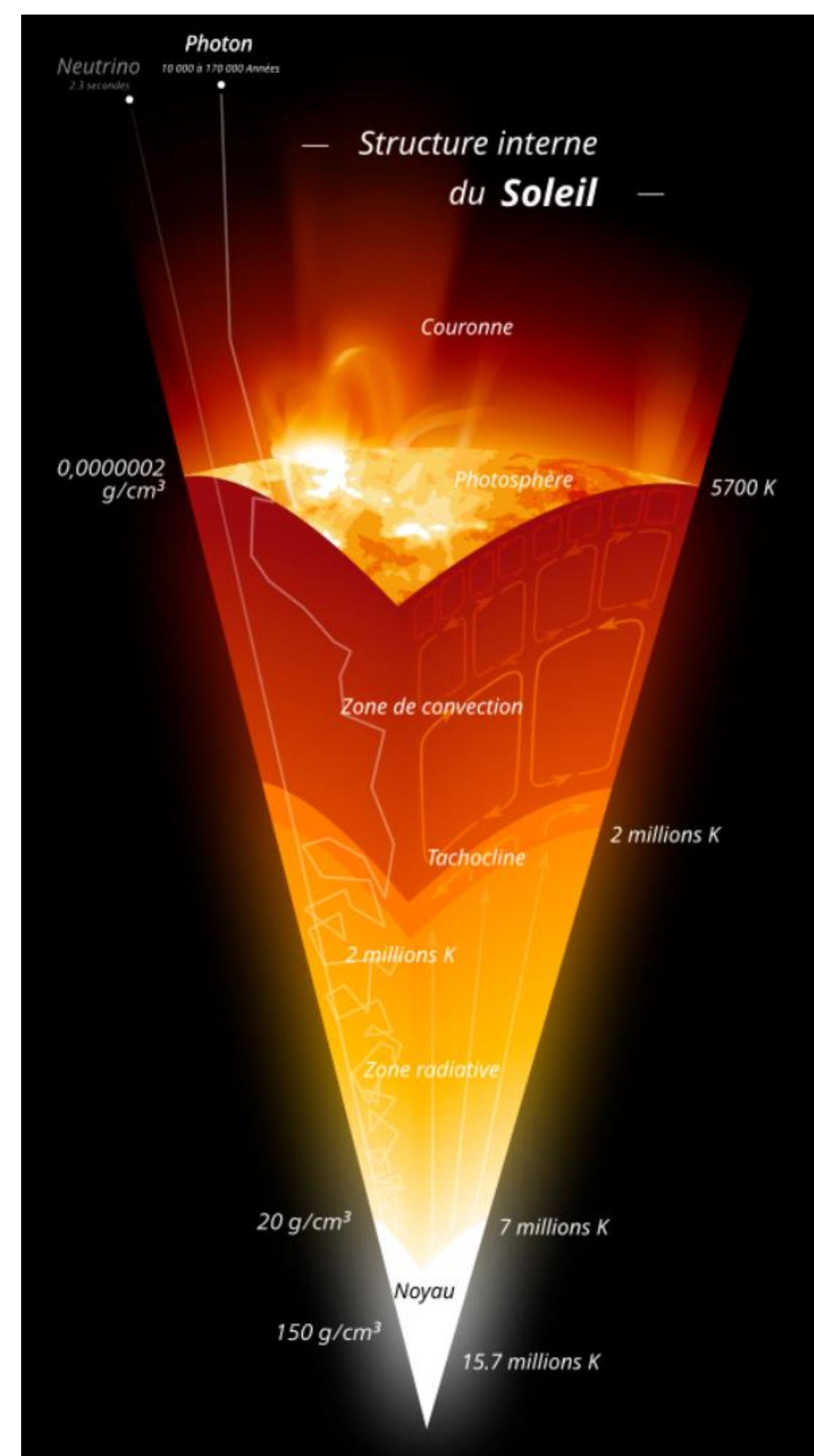
— **La zone convective** : étant une couche interne du Soleil qui est thermodynamiquement instable. L'énergie est principalement ou partiellement transportée par convection des parcelles à l'intérieur de cette région. Il s'agit donc d'un mouvement de masse du plasma à l'intérieur de l'étoile, qui forme habituellement un courant de convection circulaire, avec les parties chauffées ascendantes et les parties refroidies descendantes.

— **La zone radiative** : Où l'énergie est transportée vers l'extérieur par le biais de la diffusion radiative et de la conduction thermique. L'énergie voyage à travers la zone radiative sous la forme de radiation électromagnétique transportée par les photons. La matière dans la zone radiative est si dense que les photons peuvent uniquement y avancer d'une petite distance avant d'être absorbés ou déviés par une autre particule. Pour cette raison, on estime que le rayonnement met jusqu'à un million d'années pour traverser la zone radiative.

— **Le Noyau solaire** : étant la partie centrale du Soleil, qui s'étend du centre jusqu'à environ 25% du rayon solaire et constitue approximativement 10% de sa masse. Sa température s'approche de 15 000 000 K, ce qui est la température la plus élevée du Système solaire.

Pour ce qui est des éléments, notre Soleil est composé de :

- 91 % d'atomes d'hydrogène H,
- 8,9 % d'atomes d'hélium He,
- 0,1 % d'éléments plus lourds (C, Z, etc..).



Radiotélescope

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES - FACULTÉ DES SCIENCES

DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

Antoine SENTERRE, Mohammed HANNINE et Afnane ABBACHE

Notre Radiotélescope

Objectif

Dans ce projet, nous avons essayé de mesurer la température d'une couche du Soleil appelée la chromosphère. Pour cela, nous n'avons pas utilisé un grand télescope spatial, mais un dispositif assez simple de radioastronomie composé d'une petite antenne parabolique (comme une antenne satellite), d'un amplificateur et d'un récepteur connecté à un ordinateur.

Le Soleil n'émet pas seulement de la lumière visible : il émet aussi des ondes radio, que l'on peut détecter avec des instruments adaptés. Dans notre expérience, nous avons observé des ondes radio de 10 à 15 GHz, ce qui correspond à des longueurs d'onde de quelques centimètres. À ces fréquences, le rayonnement que l'on capte ne vient pas de la surface visible du Soleil (la photosphère), mais plutôt d'une couche située au-dessus : la chromosphère.



Fonctionnement

Le principe de la mesure est relativement simple. L'antenne capte une très faible puissance provenant du Soleil. Cette puissance est ensuite amplifiée et mesurée par le système électronique. Grâce à des lois de physique qui relient la puissance d'un signal radio à la température d'une source, il est possible d'estimer ce qu'on appelle la température de brillance du Soleil dans cette bande de fréquence.

Pour être sûr que nos mesures sont correctes, il faut d'abord calibrer l'instrument. Pour cela, nous comparons deux références :

- **le zénith**, qui agit comme une source très froide,
- **le centre de la Terre**, qui agit comme une source chaude (environ 300 K).

En mesurant la puissance reçue dans ces deux situations, on peut déterminer les caractéristiques du système (comme son bruit interne). Une fois cette calibration faite, il devient possible d'utiliser la puissance mesurée lorsque l'antenne pointe vers le Soleil pour estimer la température de la chromosphère.

Conclusion

Cette expérience montre qu'avec du matériel relativement simple et peu coûteux, on peut étudier des phénomènes astrophysiques réels. Elle permet aussi d'illustrer plusieurs concepts importants de la physique, comme le rayonnement thermique, les ondes électromagnétiques et le bruit électronique.

En résumé, ce projet démontre qu'il est possible d'explorer l'Univers et d'étudier le Soleil même avec des instruments modestes, en combinant des mesures expérimentales et des lois fondamentales de la physique.

