

① La température du Soleil

1. J. Stefan est ici crédité comme étant le premier à avoir déterminé la température du Soleil. Cependant, d'autres physiciens ou astronomes ont également estimé cette température avant lui (Claude Pouillet, Jules Violle, Angelo Secchi) en se basant sur d'autres lois de rayonnement.

2. La longueur d'onde λ_{\max} dépend seulement de la température du corps.

3.

T (en K)	3 500	4 000	4 500	5 000	6 000
$1/T$ ($\times 10^{-4}$, en K^{-1})	2,86	2,50	2,22	2,00	1,67
λ_{\max} (en nm)	900	800	700	600	500

4. Pour montrer la proportionnalité entre λ_{\max} et $1/T$, il faut tracer λ_{\max} en fonction de $1/T$. La courbe obtenue est approximativement une droite passant par l'origine, validant bien la loi de Stefan.

5. La valeur estimée de la température du Soleil présente une très forte disparité car le calcul est basé sur des lois différentes. Les méthodes de mesure étaient aussi moins précises que de nos jours du fait d'instruments moins performants.

6. Le spectre thermique du Soleil est enregistré depuis la station spatiale, ce qui permet de ne pas être parasité par l'atmosphère terrestre. De plus, il s'étend sur une large gamme de longueurs d'onde grâce à l'instrument SOLAR-SOLSPEC.

7. La longueur d'onde au maximum de la courbe est $\lambda_{\max} = 500$ nm, l'application de la loi de Wien donne $T_{\text{Soleil}} = 5\,800$ K.

Penser la science

L'interprétation de certains climato-sceptiques ne semble pas être confirmée par les courbes, car si la puissance radiative était responsable du changement climatique, alors la valeur moyenne de la température aurait dû suivre la tendance à la baisse de la puissance radiative depuis 2000.

④ La source d'énergie du Soleil

1. Des réactions de fusion nucléaire.
2. Le noyau d'hélium a une masse plus petite que celle des quatre noyaux d'hydrogène dont il est issu. Ce fait, découvert expérimentalement, est expliqué par la théorie d'Einstein : la différence de masse est transformée en énergie. Cela entraîne que la masse du Soleil diminue.
3. La masse m perdue chaque seconde par le Soleil se calcule grâce à la relation d'Einstein, $m = \frac{E_{\text{totale}}}{c^2}$.

$$\text{Ainsi } m = \frac{3,87 \times 10^{26}}{(3 \times 10^8)^2} = \frac{3,87 \times 10^{26}}{9 \times 10^{16}} = 4,3 \times 10^9 \text{ kg, soit environ}$$

4 millions de tonnes.

4. Le projet ITER a pour but de reproduire, dans des conditions contrôlées, la fusion d'éléments légers comme dans le Soleil.
5. La réaction envisagée dans ITER entre l'hélium 2 et 3 n'est pas tout à fait celle qui a lieu dans le Soleil (document 2).
6. Non. Au cœur du Soleil, la température est de l'ordre de 15 millions de degrés, alors que dans le réacteur d'ITER, elle est 10 fois plus grande.
7. **Avantages** : meilleurs rendements, abondance du deutérium, moins de déchets polluants, pas de risque d'accidents type Fukushima. **Inconvénients** : le coût, produire le tritium en quantité industrielle, problème des matériaux soumis à des conditions hors normes. Pour G. Charpak, outre les difficultés techniques, l'argent injecté dans ITER impacte le budget de la recherche.

Penser la science

L'établissement des lois de Wien ou de Planck résulte d'une collaboration étroite entre astronomes et physiciens, tant d'un point de vue théorique qu'instrumental. L'invention d'un instrument très sensible pour mesurer l'énergie du rayonnement a été de ce point de vue cruciale. Cet instrument a ensuite été perfectionné, réduit en taille et automatisé de manière à pouvoir être embarqué dans des missions spatiales.