

Fiche pédagogique n°18a

Le soleil - notre étoile

Le Soleil est l'étoile la plus proche de nous. C'est une boule de gaz énorme et lumineuse comme d'autres étoiles dans l'univers.

Il se compose de plusieurs parties. Commenant de l'extérieur, ce sont :

- **la couronne** - la coquille extérieure et chaude de l'atmosphère
- **la chromosphère** - une couche transparente entre la couronne et la photosphère
- **la photosphère** - la "surface" visible du soleil
- **les taches solaires** - secteurs foncés sur la photosphère, qui sont plus froids que le reste de la surface
- **les divers phénomènes** dans l'atmosphère, comme les "protubérances"
- **la zone convective** - la "couche" la plus élevée de l'intérieur du soleil
- **la zone radiative** - la "couche" moyenne de l'intérieur du soleil
- **le noyau** - la région centrale, la plus secrète de l'intérieur du soleil

La Couronne



La couronne solaire: éclipse du 11 août 1999 (Philippe Duhoux - ESO)

La couronne est la coquille externe de l'atmosphère du soleil. C'est une zone extrêmement chaude avec des températures atteignant jusqu'à environ 2 millions de degrés ; ceci est provoqué par le transport de l'énergie des couches inférieures au moyen de champs magnétiques.

On ne peut voir la couronne directement que pendant une éclipse solaire totale. Bien qu'aussi lumineuse que la pleine lune, la couronne est normalement noyée dans la lumière du soleil qui est dispersée par l'atmosphère de la terre - le ciel près du soleil est trop lumineux pour voir la couronne.

Pendant une éclipse solaire totale, la lune bloque la lumière de la photosphère solaire, et le ciel est suffisamment foncé pour que la couronne devienne visible.

Les astronomes professionnels ont développé un système spécial, appelé **coronographe** qui permet de voir et de photographier la couronne, même en dehors des éclipses de Soleil.

La Chromosphère



Photo de la chromosphère du soleil.

La chromosphère est une couche transparente, juste au-dessus de la photosphère. Elle s'étend jusqu'à environ 2000 kilomètres où elle se confond avec la couronne.

La température de la chromosphère va de 4300 degrés à plus de 400.000 degrés. C'est une couche plus ou moins continue.

Juste avant et après une éclipse solaire totale, la chromosphère est visible comme un anneau de couleur rougeâtre. En dehors des éclipses elle est visible dans la lumière monochromatique des atomes d'hydrogène (la raie spectrale H-alpha).

La Photosphère

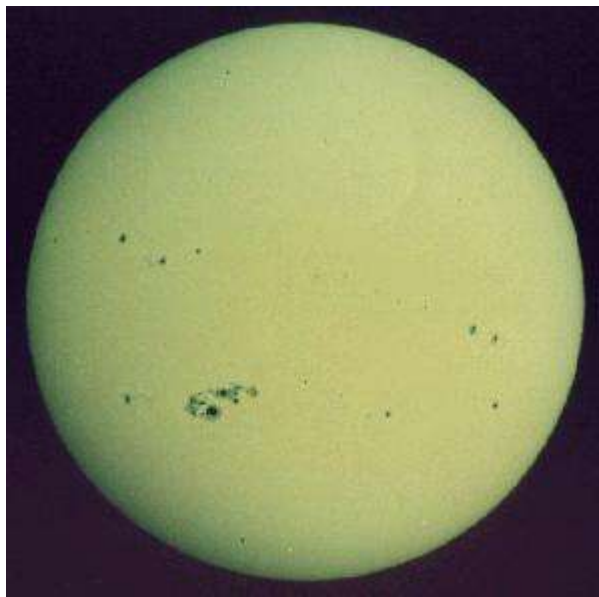


Photo de la photosphère du soleil

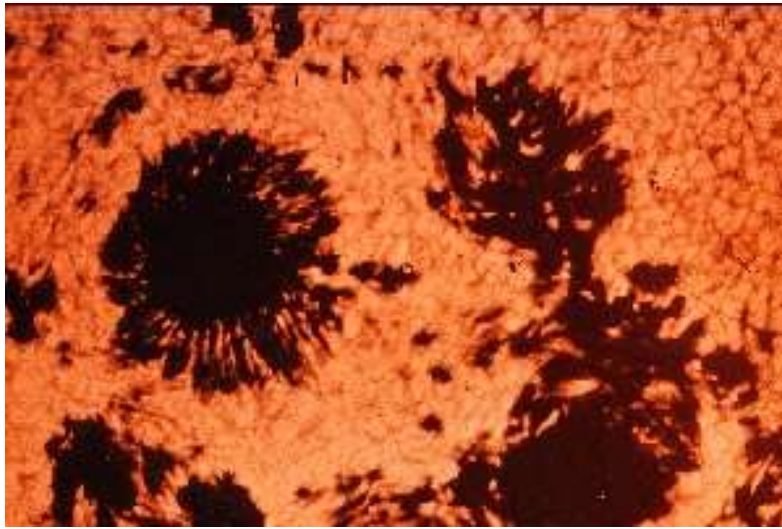
La photosphère est la "surface" visible du soleil. Le nom signifie la "sphère de lumière". De cette couche mince - qui est de seulement environ 300 kilomètres de profondeur - la majeure partie de l'énergie du soleil est émise sous forme de rayonnement visible et infrarouge. Elle est en particulier bien visible en lumière blanche ou dans la raie du calcium ionisé (raie K).

La température dans la photosphère diminue d'environ 6400 degrés à la base à environ 4400 degrés au dessus, là où elle fusionne avec le chromosphère.

La photosphère a une texture "grenue" avec différentes cellules mesurant environ 1000 kilomètres de diamètre. On appelle cela **la granulation** qui change en quelques minutes. Cette granulation est provoquée par les cellules convectrices de gaz chaud.

D'autres détails de la photosphère incluent **les taches solaires (faculae)** et les structures **filamenteuses**, toutes associées aux champs magnétiques forts. Presque toute la lumière visible du soleil provient de la photosphère, y compris **les lignes foncées de Fraunhofer** (baptisées du nom du physicien allemand qui les a décrites la première fois au 19ème siècle).

Taches solaires



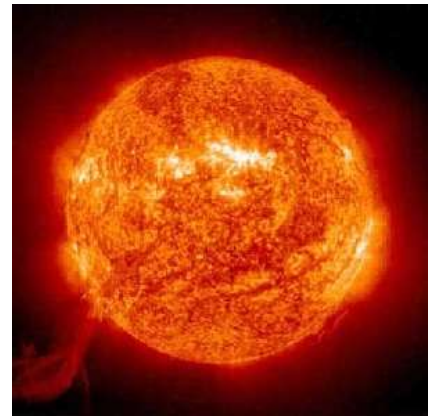
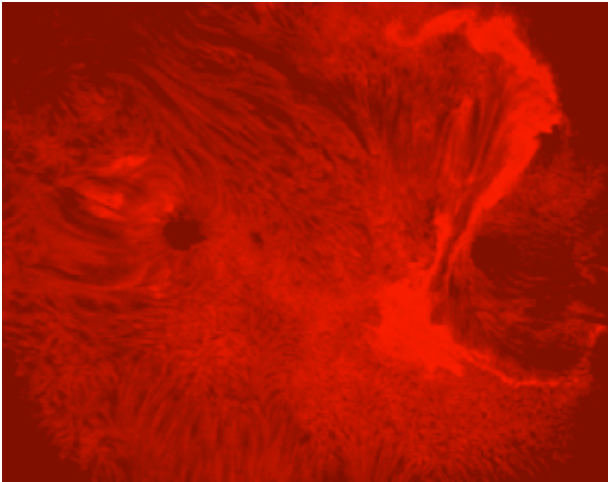
Plan rapproché d'un groupe de taches solaires.

Les taches solaires sont des secteurs foncés dans la photosphère du soleil, qui sont plus froides que leur environnement. Elles apparaissent généralement par paires ou en groupes, et sont associées à des champs magnétiques très forts.

Les tailles des taches varient des "petites" d'environ 15.000 kilomètres de diamètre (c'est-à-dire, la taille de la terre) à d'énormes groupes de plus de 150.000 kilomètres. La plupart d'entre elles ont une région centrale foncée appelée l'"**ombre**" (qu'est à dire d'environ 1600 degrés plus froide que la photosphère), entouré par une région moins foncée appelée la "**pénombre**" (environ 500 degrés plus froide que la photosphère).

Le nombre de taches solaires changent dans un cycle durant environ 11 ans. Au début, le soleil est (presque) exempt de taches. Quelques taches semblent alors hautes vers le nord et basses dans l'hémisphère solaire méridional. Puis elles disparaissent et de nouvelles taches se forment progressivement, plus près de l'équateur solaire.

D'autres phénomènes dans l'atmosphère solaire

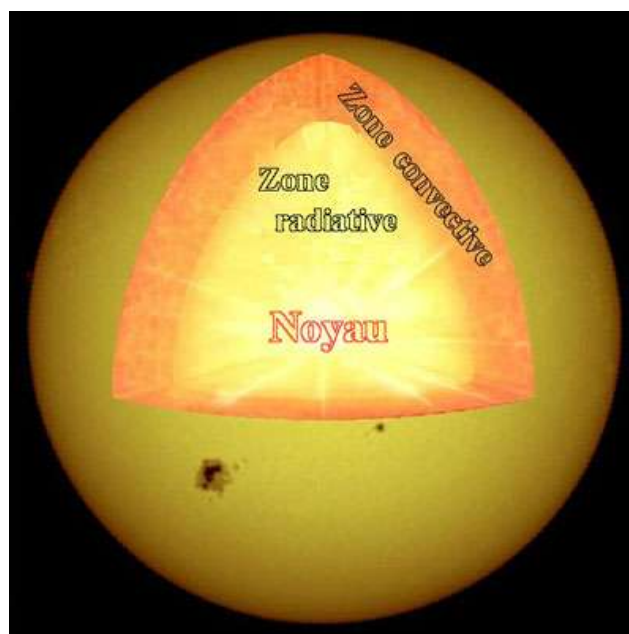


*"Flares" (photo gauche) dans l'atmosphère solaire.
Sur la photo droite, une énorme protubérance est visible dans le coin gauche inférieur*

L'atmosphère solaire est un endroit très actif. De grandes quantités de gaz chaud se déplacent constamment. **Les "flares"** sont des surbrillances sur la surface qui sont liées à la remise en ordre du champ magnétique à un sursaut d'énergie. De grands nuages sont parfois soulevés loin au-dessus de la photosphère et peuvent alors être vus comme **protubérances**.

Ces deux phénomènes sont plus visibles à travers des filtres optiques spéciaux isolant la raie de l'hydrogène.

L'Intérieur



On divise habituellement l'intérieur du soleil en trois zones distinctes :

- La plus élevée est **la zone convectrice**. Elle va du bas de la photosphère à une profondeur d'environ 15% du rayon du soleil. Ici l'énergie est principalement transportée vers le haut par des jets (de convection) du gaz.
- **La zone radiative** est au-dessous de la zone de convection et se prolonge jusqu'au noyau. Ici l'énergie est transportée à l'extérieur par rayonnement et pas par convection. Du dessus de cette zone au fond, la densité augmente 100 fois.
- **Le noyau** occupe la région centrale et son diamètre est environ 15% de celui de l'étoile entière. Ici l'énergie est produite par les processus de fusion par lesquels des noyaux d'hydrogène sont fusionnés pour produire des noyaux d'hélium. La température est autour 14 millions de degrés.

Les données physiques du soleil

La table ci-dessous contient certaines des données physiques du soleil.

	Le Soleil
Masse	2×10^{30} kilogrammes = 335.000 masses terrestres
Diamètre	1.4 million kilomètres = 109 diamètres terrestres
Densité	1400 kg/m^3 (eau = 1000 kg/m^3)
Âge	approximativement 4600 millions d'années
Luminosité (énergie produite)	4×10^{23} kilowatts
Température de surface	environ 5500°C (5800 K)
Température centrale	environ 14 millions de degrés
Composition (par la masse atomique)	74.5% hydrogène, 23.5% hélium, éléments plus lourds 2%, par exemple oxygène, carbone et azote
Composition (par le nombre d'atomes)	94 % d'hydrogène, 6% d'hélium et éléments plus lourds