

# La lumière solaire

## Généralités

Notre étoile émet dans tout le spectre électromagnétique, depuis les ondes radio jusqu'aux rayons gamma. Environ 98% du rayonnement est émis sous forme de rayonnement visible et infrarouge, environ 1% dans l'ultraviolet et le reste sous forme de rayons X ou gamma. La plus grande partie de l'énergie, rayonnée étant émise dans le domaine visible, varie assez peu; certaines longueurs d'onde y sont par contre très sensibles, par exemple le rayonnement X et ultraviolet. Bien que le Soleil puisse émettre à ces longueurs d'onde, les boucles coronales surplombant les régions actives apportent une contribution importante.

Le rayonnement du Soleil calme ressemble à celui d'un corps noir à 5 600°K (hormis les raies d'absorption montrant la présence de nombreux éléments dans l'atmosphère solaire).

Les rayonnements visible et infrarouge sont émis par quasiment toute la surface du Soleil tandis que les ultraviolets sont émis par les facules. Les pieds des boucles éruptives sont les lieux d'émission des UV extrêmes, des rayons X et gamma.

Le rayonnement radio provient en grande partie de la couronne mais aussi de certaines parties des boucles éruptives.

## Quelques repères historiques

Par exemple, les premières observations de taches avec un instrument ont eu lieu vers 1610.

Les premières observations de la couronne solaire lors d'une éclipse datent de 1715.

Les premières mesures de l'influence du Soleil sur le champ magnétique terrestre datent de 1836.

Premiers spectrohéliogrammes vers 1915 et premières mesures du champ magnétique solaire vers 1910.

Premières mesures radio en 1945, de l'extrême ultraviolet en 1962 ainsi que de la vitesse du vent solaire et les premières mesures des rayons X.

Premiers travaux sur les neutrinos solaires en 1967.

## Mécanismes d'émission

Radio: les émissions radio centimétriques proviennent du freinage des électrons par le champ magnétique (émission synchrotron). Les sursauts métriques et décimétriques sont émis par des processus impliquant des ondes de plasma excitées par le passage de flux d'électrons.

Visible et ultraviolet : répondent à l'émission d'un corps noir (lois de Planck, de Stefan, de Wien...)

Infrarouge : émission de la couronne.

X : électrons accélérés .

Gamma: accélération des protons dans une région active (ou par freinage d'électrons auparavant accélérés par des champs électriques intenses).

## Comment se manifeste l'activité solaire ?

Rappelons brièvement que le Soleil a une activité magnétique suivant une période d'environ 11 ans, se manifestant par un regain « d'éruptions », origine d'émissions diverses. Lors de ces éruptions, le Soleil nous envoie des rayonnements électromagnétiques de différentes énergies (depuis le rayonnement radio jusqu'au rayonnement gamma en passant par l'infrarouge, la lumière visible, l'ultraviolet et les rayons X) ; il envoie aussi des particules telles qu'électrons, protons et neutrons ; la 3<sup>ème</sup> composante consistant en des « ondes de choc » accélérant les particules déjà nommées.

Quelle est l'origine des éruptions ? Elle est toujours due à des configurations particulières du champ magnétique existant au niveau de la surface du Soleil et les variations brutales de ce champ magnétique dégagent une énergie importante, exprimant les phénomènes évoqués ci-dessus. Une éruption dure typiquement quelques heures, avec une plage de variation importante. La pente de montée en puissance est plus forte que la décroissance.

Qu'est ce qui est le plus dangereux pour la vie sur Terre ? Dans l'ordre de dangerosité : rayons gamma, rayons X et enfin ultraviolets. Les deux premiers sont arrêtés par l'atmosphère terrestre, les UV en partie seulement. Il y a problème pour les humains se trouvant en haute altitude ou hors atmosphère. Par exemple, au moment des missions Apollo vers la Lune, les astronautes ont échappé à des doses mortelles de radiations lors d'un maximum d'activité (août 1972). Le matériel informatique et électronique est susceptible d'être endommagé ou mis hors service. À bord de la station Mir et de la navette Atlantis, les astronautes ont déjà souffert d'éclairs et d'irritations oculaires dus à des protons de grande énergie.

D'autres phénomènes sont moins dangereux pour les êtres vivants mais peuvent causer des dégâts matériels. En effet, lors d'une éruption, des particules telles que des neutrons ou protons, animés de vitesses élevées, peuvent dans certains cas, être propulsés vers la Terre et au moment de la rencontre avec la magnétosphère, plusieurs phénomènes peuvent avoir lieu. Tout d'abord, les aurores polaires, résultat de l'ionisation d'atomes d'oxygène et d'azote, encore présents à haute altitude, par des particules chargées portées par le vent solaire ; celles-ci nous offrent de magnifiques spectacles et sont inoffensives.

Par contre, les ondes de choc engendrées par l'éruption dans le vent solaire, faisant passer la vitesse moyenne de 350 km/s à environ 800 km/s ont des conséquences non négligeables sur divers équipements terrestres. Les variations de pression sur la magnétosphère terrestre engendrent des variations du champ magnétique, celui-ci induisant des courants parasites dans les lignes téléphoniques ou informatiques. Il y a aussi des courants induits dans les lignes électriques et dans les conduites d'hydrocarbures, provoquant de la corrosion dans celles-ci. Il faut aussi mentionner le même genre d'effets néfastes dans les différentes sondes spatiales et satellites divers, quelle que soit leur altitude...

### Emissions radio du Soleil

Type I de 50 à 400 MHz, dérive sur quelques jours. Plutôt rares ; origine mal expliquée.

Type II de 100 MHz à 1 MHz, dérive sur quelques heures. Associés aux ondes de chocs.

Type III de 100 MHz à quelques dizaines de kHz, dérive en quelques minutes. Émissions les plus communes ; électrons accélérés traversant le plasma.

Type IV M de 10 à 100 MHz, dérive sur quelques minutes.

Type IV DM de 1 GHz à 100 MHz.

Type IV Microondes de 300 GHz à 1 GHz, associés aux boucles éruptives

### Autres rayonnements émis

Rayons X, durée du trajet : 8 min.

Protons, durée du trajet : quelques dizaines de min.

Ondes de choc, environ 2 jours.

### Conséquences

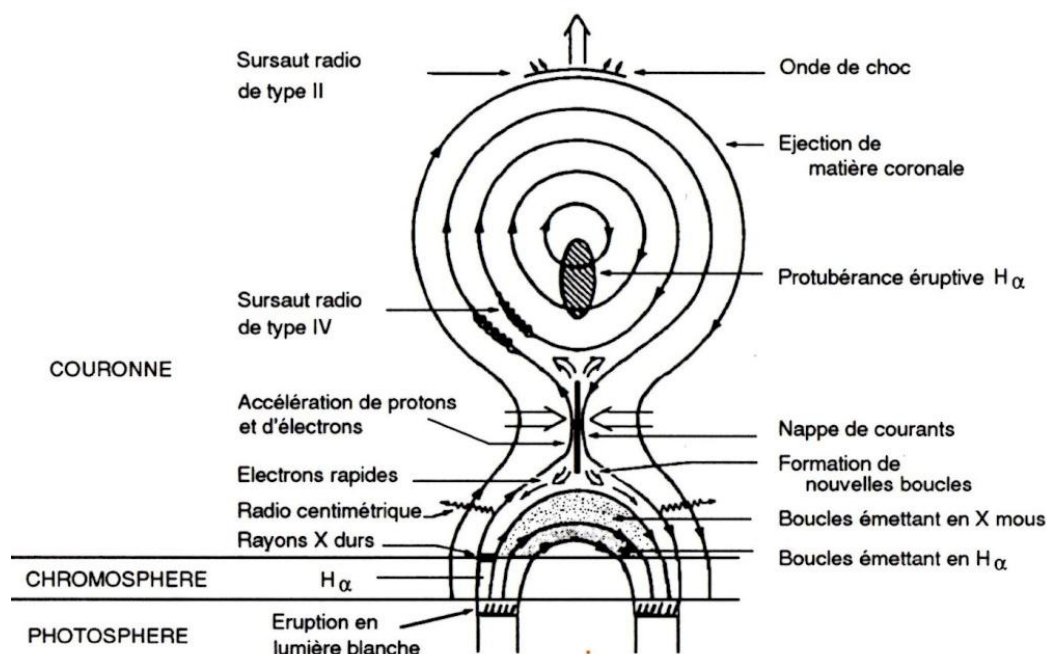
Coupure des communications radio décimétriques de 3 à 30 MHz.

Perte d'altitude des satellites et désorientation possible.

Tensions et courants induits dans les câbles et oléoducs.

Irradiation dans l'espace (environ 5 sievert/heure !).

### Configuration théorique d'une région active



Le schéma est tiré de l'ouvrage de P. Lantos, Le Soleil en Face.