

## Les quatre états de la matière



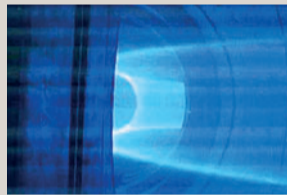
Le solide est caractérisé par une absence de mobilité des atomes. Ils sont solidaires les uns des autres.



Le liquide au contraire présente des atomes faiblement liés entre eux. Cet état de matière est donc déformable.



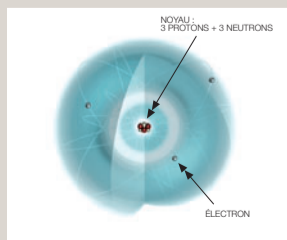
Le gaz peut être assimilé à un ensemble de billes en mouvement continu s'entrechoquant les unes aux autres. Cette caractéristique permet au gaz de ne pas avoir de forme ni de volume. Le gaz occupe ainsi tout l'espace mis à sa disposition. C'est un isolant électrique.



Le plasma est proche du gaz. Cependant, une différence majeure les distingue : les noyaux des atomes qui le composent sont séparés de leurs électrons. Le plasma est une sorte de nuage de noyaux et d'électrons. Le plasma conduit l'électricité, contrairement au gaz.

## Structure d'un atome et d'un ion

Un atome est constitué d'un noyau autour duquel gravitent des électrons (de charge négative). Le noyau est constitué de protons (de charge positive) et de neutrons (dépourvus de charge électrique). Un atome contient autant d'électrons que de protons. Il est donc électriquement neutre. Un ion est un atome qui a perdu ou gagné un ou plusieurs électrons.

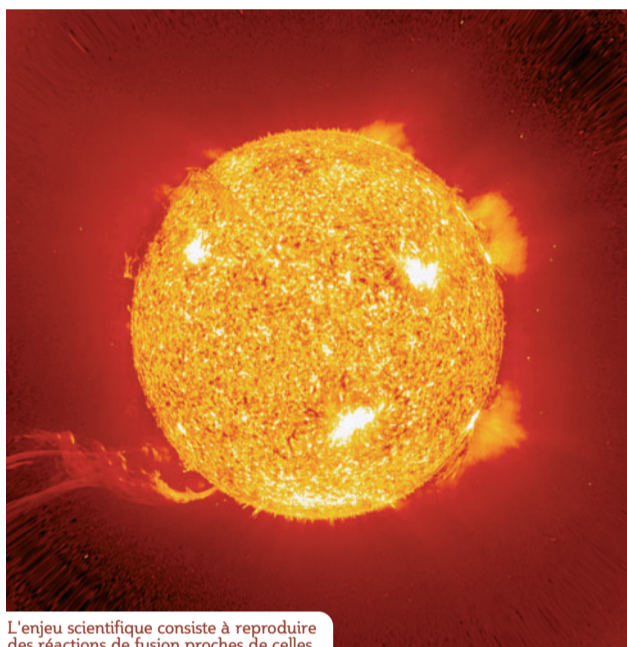


© YUVANE



# Un plasma qu'est-ce que c'est ?

L'ÉTUDE DE LA PHYSIQUE DES PLASMAS EST L'UN DES NOMBREUX VOILETS DU PROJET INTERNATIONAL ITER. MAIS DE QUOI PARLE-T-ON LORSQUE L'ON ÉVOQUE LE TERME DE PLASMA ?



L'enjeu scientifique consiste à reproduire des réactions de fusion proches de celles qui se produisent au cœur du soleil

Il intéresse également les scientifiques dans la perspective de la mise au point d'une nouvelle énergie, l'énergie de fusion. Pour y parvenir les chercheurs utilisent des installations, comme Iter, appelées tokamaks\*.

Au sein d'un tokamak, un arc électrique amorce un gaz qui est porté à très haute température. Les atomes du gaz perdent leurs électrons sous l'effet de la chaleur. On obtient ainsi un gaz ionisé, mélange de particules chargées électriquement, que l'on appelle plasma. Les noyaux d'atomes sont alors propulsés à grande vitesse les uns contre les autres pour fusionner. Des champs magnétiques permettent de maintenir le plasma éloigné des parois de l'installation.

C'est ainsi que les scientifiques ont su créer et maintenir à environ 80 millions de degrés un volume de plasma de 25 m<sup>3</sup> pendant plus de six

L'étymologie du terme plasma est issue d'une racine grecque signifiant formation ou forme. Le terme plasma est utilisé pour la première fois en 1927 par Irving Langmuir (prix Nobel de chimie) qui étudiait les dispositifs électroniques dont le fonctionnement mettait en jeu les gaz ionisés.

Le plasma est présent à l'état naturel dans l'univers. C'est ce qu'on appelle le quatrième état de la matière, après le solide, le liquide et le gazeux. Les étoiles dont le soleil, les milieux interstellaires ou encore la chevelure des comètes sont composés de plasma. Sur terre, on le trouve également sous la forme de flammes, d'arcs électriques, de la foudre, d'aurores boréales ou encore de l'ionosphère, une couche de l'atmosphère située entre 60 et 1 000 km d'altitude.

Les perspectives offertes par le plasma intéressent fortement les industriels. En effet, de nombreuses applications existent déjà au travers des microprocesseurs des ordinateurs, des néons à plasma amorcés par une décharge électrique, des écrans de télévision plasma ou encore des torches à plasma capables de découper tous types de matériaux.



L'univers est composé à 99% de plasma

minutes dans Tore Supra, installation de recherche du CEA/Cadarache. Les Japonais ont, quant à eux, atteint des températures de 200 millions de degrés avec l'installation JT-60. A titre de comparaison, l'installation de recherche Iter atteindra des températures d'environ 150 millions de degrés au cœur du plasma dont le volume sera de 840 m<sup>3</sup>.

\*Tokamak : Acronyme russe de Toroidalnaya Kamera c Magnitnymi Katushkami : machine avec des bobines magnétiques en forme de tore, une sorte de chambre à air magnétique.

## Les plasmas naturels

Le soleil est une boule de plasma dont la température peut varier de 15 millions de degrés (°C) environ au cœur et frôler les 6 000°C à sa surface. La chevelure des comètes est également composée de plasma variant de -73 à -250°C en fonction de la distance qui la sépare du soleil. C'est le rayonnement ultraviolet solaire qui ionise les gaz émis par la comète et forme alors un plasma à basse température. Ces mêmes ultraviolets, en atteignant la couche atmosphérique de l'ionosphère, produisent des aurores boréales dont la température varie de -20 à 1 000°C en fonction de l'agitation des ions qui les composent. Quant à la foudre, elle atteint les 30 000° C !

Sources : [www.esa.int](http://www.esa.int)  
[www.lesia.obspm.fr](http://www.lesia.obspm.fr)

## Des étoiles à Iter

En 1968, les scientifiques russes sont les premiers à porter un plasma d'hydrogène à une température, de l'ordre de 10 millions de degrés, jamais atteinte jusqu'alors. Ce sont les inventeurs du tokamak\*, dont le concept sans cesse amélioré depuis, a permis d'obtenir plusieurs records mondiaux comme, par exemple, avec le JET en Angleterre (production de réactions de puissance de fusion (16 MW), Tore Supra à Cadarache en France (contrôle d'un plasma par confinement magnétique durant des temps longs (plus de 6 minutes), le JT-60 au Japon ou le TFTR aux Etats-Unis (records de température de plusieurs centaines de millions de degrés). Succédant à ces installations de recherche, Iter constitue la dernière étape scientifique avant le démarrage d'une phase pré-industrielle à l'horizon 2040-2050.