

LA REVUE

Volume 16 n°143
11 décembre 2007

DE L'OBSERVATOIRE POPULAIRE DE LAVAL

O.P.L. Astronomie - 33bis, allée du Vieux-Saint-Louis, B.P. 1424, 53014 LAVAL CEDEX.
tél. 02 43 67 05 06 (direct) ou 02 43 56 43 42 fax 02 43 67 01 73 e-mail opl.astronomie@fal53.asso.fr

LES AURORES POLAIRES

Richard Grandrie



Heidar Egilsson, Reykjavik, Iceland, Dec. 15, 2006

Les Aurores Polaires

Richard Grandrie

Définition :

Une aurore polaire (également appelée aurore boréale dans l'hémisphère Nord et aurore australe dans l'hémisphère Sud) est un phénomène lumineux caractérisé par des sortes de voiles extrêmement colorés dans le ciel nocturne. Les aurores se produisent principalement dans les régions proches des pôles magnétiques (Canada, Alaska, Nord de la Russie, Finlande, Antarctique...).

Historique :

Les aurores boréales ont été observées depuis toujours par différentes populations qui avaient leur propre croyance face aux aurores, comme les Inuits de la baie d'Hudson située au Canada entre le Québec et l'Ontario, les Shamans Inuit du centre du Canada, les Esquimaux de l'est du Groenland, les Indiens de l'Est Canadien... Mais elles n'ont été étudiées scientifiquement qu'à partir du XVIIe siècle.

Comment fonctionne une aurore polaire ?

*** Le Soleil :**

- C'est le Soleil qui est à l'origine des aurores polaires.

- Le Soleil est constitué de 92.1% d'hydrogène et de 7.8% d'hélium en nombre d'atomes. Ces chiffres varient au cours du temps car le Soleil convertit l'hydrogène en hélium par des réactions thermonucléaires qui se font en son cœur même. Chaque seconde, au cœur du Soleil, environ 700 millions de tonnes d'hydrogène sont converties en 695 millions de tonnes d'hélium et 5 millions de tonnes d'énergie sous forme de rayons gamma. Pendant qu'elle voyage vers la surface du Soleil, l'énergie est continuellement absorbée et réémise à des températures de plus en plus basses ce qui fait que lorsqu'elle atteint la surface, elle est principalement constituée de lumière visible.

- La surface du Soleil, appelée la photosphère, est à une température d'environ 5500 °C. Les taches solaires sont des régions "froides" de 3500 °C (elles sont noires comparées aux régions chaudes environnantes). Elles peuvent être très grosses, jusqu'à 50000 kilomètres de diamètre. Le phénomène qui explique les taches solaires est dû à des interactions avec le champ magnétique du Soleil. Cependant, ces

interactions ne sont pas très bien comprises à l'heure actuelle.

- Au dessus de la photosphère repose une petite couche appelée la chromosphère. La région pauvre en éléments au-dessus de la chromosphère s'appelle la couronne et s'étend à des millions de kilomètres dans l'espace. On ne peut l'observer qu'à l'occasion d'une éclipse. La température de la couronne dépasse le million de degrés. C'est cette couche du Soleil qui est en rapport avec les aurores et qui nous intéresse donc. En effet, la couronne solaire n'a pas de frontière précise et se fond dans le milieu interplanétaire. L'expansion de la couronne se manifeste par un flot de matière ionisée (plasma) qui baigne tout le système planétaire : le vent solaire. Le vent solaire et des particules de niveau énergétique plus élevé éjectées par des éruptions solaires se propagent dans tout le système solaire et certaines atteignent la Terre. La plupart de ces particules sont chargées électriquement et peuvent donc interagir avec un champ électrique ou magnétique.

*** Le champ magnétique terrestre :**

- La Terre se protège des vents solaires grâce à son bouclier magnétique, également appelé magnétosphère qui est à l'origine du noyau externe liquide. La magnétosphère terrestre est l'ensemble des lignes de champ magnétique de la Terre situées au-dessus de 800 à 1 000 km d'altitude. La magnétosphère est plongée dans le vent solaire, ce qui fait que du côté jour de la Terre elle est comprimée et au contraire, au niveau du côté nuit, elle est allongée (un peu comme une comète). En l'absence de vent solaire, le champ magnétique terrestre serait dipolaire.

- Les particules provenant du soleil qui arrivent à entrer dans la magnétosphère en traversant la barrière magnétique sont piégées au niveau des ceintures de Van Allen : elles sont obligées de tourner plusieurs semaines autour de la Terre. Il existe deux ceintures : la ceinture intérieure qui capture les protons, et la ceinture extérieure qui capture les électrons. D'ailleurs, si toutes les particules ionisées du Soleil arrivaient sur Terre, aucune cellule vivante ne résisterait bien

longtemps à un tel traitement et la vie serait impossible.

- Cependant, notre bouclier magnétique a deux points faibles qui se situent au niveau des pôles. Les lignes de force de notre champ magnétique plongent vers ces pôles formant ainsi deux grands "entonnoirs" ou "cornets polaires" par lesquels le plasma solaire pénètre dans la haute atmosphère de la Terre. De plus, les ceintures de Van Allen ne capturent pas les particules chargées de manière définitive, mais jouent un rôle de "réservoir" et relâche de temps à autre des particules en faible quantité dans l'atmosphère terrestre.

*** L'atmosphère terrestre :**

- Les aurores boréales se produisent bien au-dessus des nuages, dans la ionosphère qui est située entre 60 et 800 km d'altitude. Elle est constituée de gaz fortement ionisés à très faible pression et à haute température (Rappel : l'atmosphère terrestre est constituée de 78% de diazote de 21% de dioxygène et 1% d'autres gaz). Mais dans l'ionosphère il y a d'autres gaz comme l'hydrogène. Les particules chargées qui se sont engouffrées dans les cornets polaires tombent sur une distance vertigineuse dans la haute atmosphère terrestre. En tombant, elles accélèrent progressivement et emmagasinent de l'énergie. Quand l'énergie emmagasinée devient suffisante, les particules entrent en collision avec les atomes des molécules de gaz de l'atmosphère. Quand ils sont heurtés, ces atomes peuvent soit perdre un ou plusieurs électrons (il s'agit d'une ionisation), soit être portés à un état d'énergie plus élevé (il s'agit alors d'une excitation). Lorsqu'un atome est excité, un de ses électrons passe à un niveau d'énergie supérieur. Cet état est instable, l'électron va donc retrouver son niveau d'énergie initial, ce qui entraîne l'émission par l'atome d'un photon de longueur d'onde déterminée. Ce sont ces photons, qui émettent de la lumière et créent les phénomènes lumineux des aurores polaires. C'est entre 100 et 150 km environ au-dessus du sol qu'on les retrouve en plus grand nombre.

- A plus de 200 km d'altitude, les particules énergiques issues du Soleil frappent principalement des molécules d'oxygène qui, pour revenir à leur état stable, émettent une lumière rouge parfois orangée. Entre 100 et 200 km, les électrons frappent des molécules d'azote qui émettent une lumière bleue ainsi qu'un électron secondaire qui pourra exciter un atome d'oxygène

qui émettra une lumière verte pour retourner à l'état stable. En-dessous de 100 km d'altitude, où prédomine l'azote neutre, l'émission sera rouge sombre et parfois bleue s'il s'agit d'azote ionisé.

- Les aurores peuvent revêtir de multiples formes qui restent assez aléatoires ; elles sont dues à la déviation des ions par le champ magnétique terrestre :

L'arc: Un arc de courbe régulière. Sa bordure inférieure est lisse et s'étend d'un bout à l'autre de l'horizon.

La bande : La bande est semblable à un arc, sauf que sa bordure inférieure forme des replis.

La couronne : La couronne est formée d'arcs ou de bandes rayées vues directement d'en dessous. La lumière semble projetée dans toutes les directions.

La raie : La raie est formée d'un rayon de lumière suspendu verticalement.

La tache : C'est une zone de luminosité qui a la forme d'un nuage.

Le voile : C'est une grande zone lumineuse de forme diffuse qui couvre parfois la totalité du ciel.

Peut-on observer des aurores sous nos latitudes ?

La réponse est oui !

Explication : Parfois quand le Soleil émet en une seule fois une plus grande quantité de particules chargées, beaucoup plus de ces dernières passent à travers le champ magnétique et pénètrent dans les cornets polaires. Du fait de leur trop grande quantité, les particules chargées vont s'étendre dans une plus grande zone de l'atmosphère terrestre ce qui fait qu'on peut en observer jusqu'à nos latitudes.

Tous les 11 ans (cycle périodique), le Soleil émet une plus grande quantité de particules : c'est le maximum solaire. Le dernier maximum solaire était en 2000-2001. Donc le prochain maximum aura lieu en 2011-2012. On aura donc plus de chance d'observer des aurores sous nos latitudes pendant cette période.

Conditions d'observations recommandées

On préférera observer des aurores en hiver car la nuit est plus longue, en campagne pour être loin de la pollution lumineuse et entre 22h et 3h du matin car la nuit est plus noire.

Le mot du secrétaire

Ce soir, c'est encore un jeune de l'OPL astronomie, Richard Grandrie, qui nous apporte ses connaissances sur les aurores boréales. Nous allons enfin savoir le pourquoi et le comment de ces phénomènes étonnants. J'avoue que je suis allé 2 ou 3 fois au nord de l'Europe mais que je n'ai jamais eu la chance d'en voir et je le regrette bien.

Toute l'équipe de l'OPL astronomie vous souhaite de bonnes fêtes et une bonne année 2008, avec plein de projets.

Roland Beunaiche

Prochaines rencontres de l'OPL

Vendredi 14 décembre de 19h à 21h : La vie des étoiles par Jérôme Galard *

Vendredi 11 janvier 08 de 19h à 21h : Conférence de Jérôme Galard : planétologie comparée

Samedi 12 janvier 2008 : Observation au centre ville à Laval

Vendredi 25 janvier de 19h à 21h : Conférence de Gilles Dawidowicz : la conquête de la planète Mars*

Mardi 29 janvier 17h-19h : Initiation à l'astronomie avec observations au Foyer Thérèse Vohl (26 rue Jean de Sèze à Laval) avec Stéphane Bihel.

*A l'amphithéâtre Jean Monnet, 25 rue de la Mailarderie à Laval, dans le cadre de l'Université populaire de Laval. Gratuit pour les adhérents de l'OPL

Ephémérides, décembre 2007

C'est Mars la planète du mois entre la constellation des Gémeaux et du Taureau

Saturne se lève de plus en plus tôt : vers 23h en fin de mois

- 17 déc. Premier quartier de Lune
- 21 déc. Solstice de décembre sur Terre. C'est le début de l'hiver dans l'hémisphère Nord
- 24 déc. Pleine Lune
- La Lune frôle Mars
- 31 déc. Dernier quartier de Lune

Prochaines rencontres de l'OPL (suite)

Vendredi 8 février 2008 de 19h à 21h : Conférence d'André Brahic (professeur d'astrophysique à l'Université Paris VII) : Cassini à la découverte du monde de Saturne*

Samedi 9 février : sortie au planétarium de Rennes

Vendredi 7 mars de 19h à 21h: Conférence de Jean Pierre Lebreton (responsable de la mission Huygens) : Huygens, Atterrissage sur Titan.*

Vendredi 21 mars de 19h à 21h : conférence de François Raulin : de la vie ailleurs*

Mai (samedi): formation étoiles ?

Mai (samedi) : visite observatoire Meudon ?

Juin : réunion à Restagri

vend. 8 août 2008 : Nuit des étoiles

L'OPL a signé une convention avec le conseil régional dans le cadre des 'pass culture et sport' qui permettent aux jeunes d'ages de lycée d'adhérer gratuitement à l'OPL (en échange d'un ticket) et aux lycées de bénéficier de réductions importantes pour l'intervention du planétarium.

Adhésion 2008

Je souhaite adhérer à l'Observatoire Populaire de Laval

NOM : Prénom :

Adresse :

Ville et code postal :

Et je verse 21 Euros (adulte) ou 12 Euros (jeune) en chèque au nom de l'O.P.L. L'adhésion permet de recevoir le bulletin d'information de l'O.P.L. pendant une année.

* A remettre à un responsable ou à retourner à : O.P.L., 33 allée du Vieux Saint-Louis, 53000 LAVAL.

Affiliée à la Fédération de la Ligue de l'enseignement- FAL53
Membre des associations nationales :

- L'Association Française d'Astronomie
- Association des Planétariums de Langue Française
- Planète Sciences



Nos partenaires :

