

Le service d'observation solaire de l'Observatoire de Paris labellisé SO6 INSU

Présentation résumée des activités du service, Décembre 2005

Le service d'observation solaire de l'Observatoire de Paris a démarré ses activités de surveillance *quotidienne* de notre étoile en **1908** après l'invention du spectrohéliographe par Deslandres en France et par Hale aux Etats Unis, il y a donc presque un siècle. La qualité, la régularité et l'homogénéité des observations lui ont forgé une réputation aujourd'hui internationale; et nous sommes le seul établissement à disposer d'une collection continue de 9 cycles solaires. Naturellement, il y a peu de ressemblance entre le spectrohéliographe de Deslandres et celui que nous utilisons aujourd'hui, en raison des progrès technologiques qui ont fait subir à l'instrument des jouvences successives. Néanmoins, le principe et les caractéristiques instrumentales ont toujours été conservées pour ne pas altérer l'harmonie de la collection.

Les objectifs du service sont multiples : il contribue à la recherche en physique solaire par l'apport de données grand champ (soleil entier), à la prévision de l'activité et à la surveillance solaire dans le cadre de la météorologie spatiale. Ces missions lui imposent d'être opérationnel 365 jours par an. Malgré une météorologie peu favorable en région parisienne, on compte près de 300 jours observés annuellement au spectrohéliographe, les clichés se faisant parfois entre deux nuages ! La production du service est aujourd'hui totalement numérique et servie en temps quasi réel depuis 1996 à la communauté internationale au travers de BASS2000. L'un des quatre techniciens a la charge des produits à valeur ajoutée qui sont dérivés des observations, comme l'établissement des cartes synoptiques de la surface solaire, rotation par rotation.

Les observations de service

Les observations de service sont caractérisées par leur champ (soleil entier) et se font en plusieurs longueurs d'onde de manière à explorer les couches de l'atmosphère solaire. Voici, instrument par instrument, les observations qui sont effectuées quotidiennement:

Le spectrohéliographe fournit par voie spectroscopique, 300 jours par an, plusieurs séries d'images par jour du disque en H α , K3 (centre raie de CaII K 3934 Å), et K1v (aile violette de la raie). Les images du disque sont complétées par des clichés longue pose en K3 et en H α pour les protubérances au limbe. On a ainsi une vue synthétique de la photosphère, chromosphère et protubérances. Les images monochromatiques résultent du balayage de la surface solaire par la fente d'entrée du spectrographe. Ce sont en fait des **cubes de données** (x,y, λ) qui sont enregistrés pour chaque raie, avec une résolution spectrale de 0.25 Å pour H α et 0.15 Å pour CaII K. Il est ainsi possible de calculer des dopplergrammes H α puisqu'on dispose des profils des raies en tout point du champ (x,y). Le détecteur est un CCD spectroscopique 14 bits à illumination par l'arrière et refroidi à -40° . Les données passent sur BASS2000 en temps quasi réel et sont présentées au public sur le site Web des observateurs. On estime que cet instrument a produit plus de cent mille images en près d'un siècle d'observations. En ce sens temporel, on peut dire que les observations du spectrohéliographe appartiennent à la catégorie des grands relevés astronomiques.

L'héliographe « λ variable » est dédié à la surveillance des éruptions solaires, et pour cela bénéficie d'une excellente résolution temporelle atteignant plusieurs images par minute. Il fonctionne depuis un demi siècle, seulement les jours où le ciel est clair pendant plusieurs heures consécutives (100 jours par an), et a été modernisé à plusieurs reprises. Deux voies d'observation tournent simultanément :

- la voie chromosphérique H α (filtre de Lyot), de bande passante 0.5 Å, accordable par pas de 0.1 Å pour couvrir la raie spectrale et permettre l'identification des mouvements de matière
- la voie lumière blanche, pour la photosphère (qui sera remplacée en 2006 par une voie monochromatique CaII K de bande passante 2.2 Å beaucoup plus intéressante).

L'instrument comporte une caméra CCD 12 bits et une CMOS 10 bits d'imagerie. Les données ne sont pas en ligne compte tenu de leur volume (jusqu'à 4 Go/jour), mais archivées sur DVD-ROM. Par contre, des images dégradées en profondeur (8 bits) et en résolution spatiale (demi format) sont diffusées en temps réel sur le Web; des films numériques compressés et des courbes de lumière sont réalisés automatiquement en fin de journée et mis en ligne sur BASS2000.

A Nançay, La station comporte une antenne de service, dite antenne multifréquence des flux globaux, avec une dizaine de canaux entre 160 et 450 MHz pour la surveillance de l'activité. Les flux radio sortent en temps réel sur le Web.

Les sites Web de diffusion des données

Notre production d'images est diffusée et cataloguée sur les sites suivants :

- le site Web des observateurs solaires, orienté *grand public*, à l'adresse suivante : <http://helios.obspm.fr/observat/index.html>
- BASS2000, orienté *professionnel*, à l'adresse suivante : <http://bass2000.obspm.fr>, complétée par un serveur FTP anonyme (ftpbass2000.obspm.fr)

Certains types d'images sont diffusés et répertoriés sur les sites étrangers suivants :

- Le serveur du **réseau mondial H α** (dont nous faisons partie avec les USA, La Chine, l'Italie et l'Autriche) situé au Big Bear Solar Observatory (USA) à l'adresse suivante : <http://www.bbso.njit.edu/Research/Halpha/index.html>
- Nos données figurent dans le catalogue VSO (Virtual Solar Observatory américain) à l'adresse : <http://umbra.nascom.nasa.gov/vso> et dans le catalogue EGSO (European Grid of Solar Observations) à l'adresse Web : <http://www.mssl.ucl.ac.uk/grid/egso>

Les cartes synoptiques

Les observations servent à confectionner des cartes de synthèse de la photosphère et de la chromosphère, rotation par rotation. Plusieurs types de cartes existent : les taches et les facules, les filaments et les protubérances. La réalisation des cartes est assistée par ordinateur ; il y a 2000 consultations annuelles via BASS2000.

Le support des campagnes internationales sol/espace

Des campagnes d'observation sol/espace (les JOPs ou Joint Observing Programs) impliquent régulièrement des chercheurs de la communauté française sur THEMIS, SOHO (EUV), RHESSI (rayons X/ γ), TRACE (EUV). Lors de telles campagnes, le service est en alerte et les observations sont systématiquement intensifiées.

La mise en valeur de la collection du spectrohéliographe

Avant 1996, il n'y a aucun support numérique : les images sont soit sur plan film (13 x 18 cm), soit sur plaques de verre pour les plus anciennes. Nous avons donc entrepris un travail de patience, qui s'étendra sur dix ou vingt ans, qui consiste à numériser au scanner la collection argentique, en remontant lentement dans le temps. Un échantillonnage a déjà été fait par I. Bualé, qui a numérisé une grande part des plaques historiques, dont certaines remontent à Janssen, bien avant le spectrohéliographe de Deslandres, fin du XIX^{ème} siècle. La période 1993-1995 a été faite en totalité.

L'accueil des visiteurs

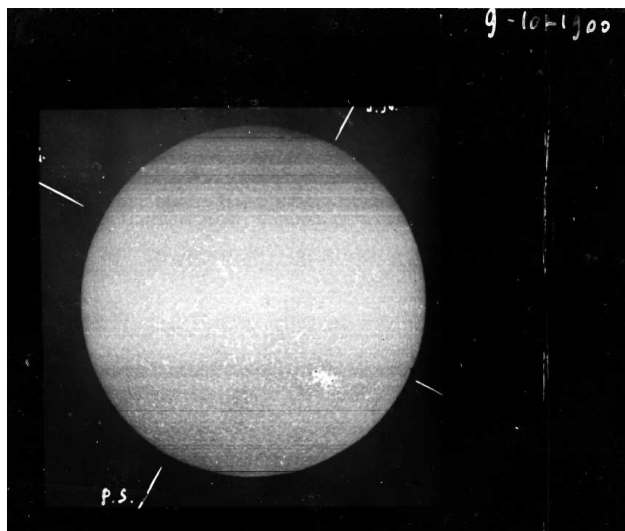
Nous accueillons de très nombreux visiteurs de tous âges et de tous horizons au cours des visites de l'observatoire, le Grand Sidérostat faisant partie du circuit, ce qui permet notamment de montrer et de commenter une image du Soleil en projection sur grand écran.

Le personnel

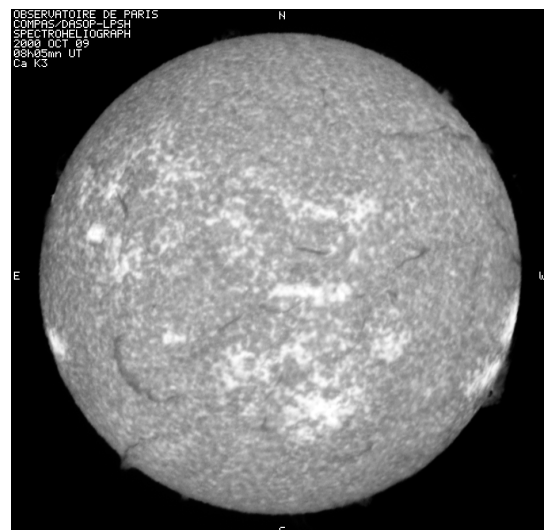
Le service d'observation est sous la responsabilité d'un astronome du CNAP qui y effectue ses tâches de service. Il fonctionne avec 4 techniciens 365 jours par an et s'appuie sur les compétences du LESIA lors des développements instrumentaux.

Publications

Le nombre de publications de recherche auxquelles nos instruments ont apporté une contribution est difficilement dénombrable à cause du libre accès total aux données, l'ordre de grandeur est de quelques dizaines par an. La publication papier des cartes synoptiques a été abandonnée au profit plus souple de la mise en ligne sur le Web.

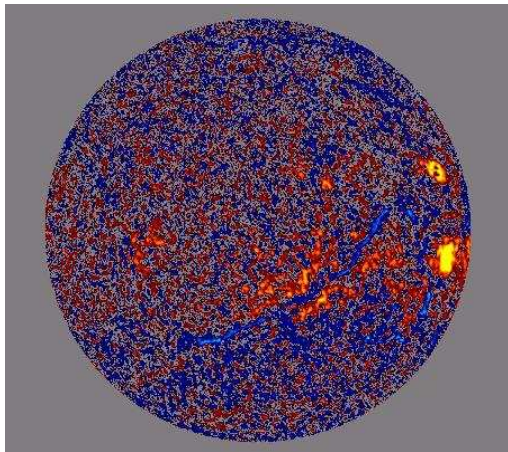


9 Octobre 1900, raie CaII K

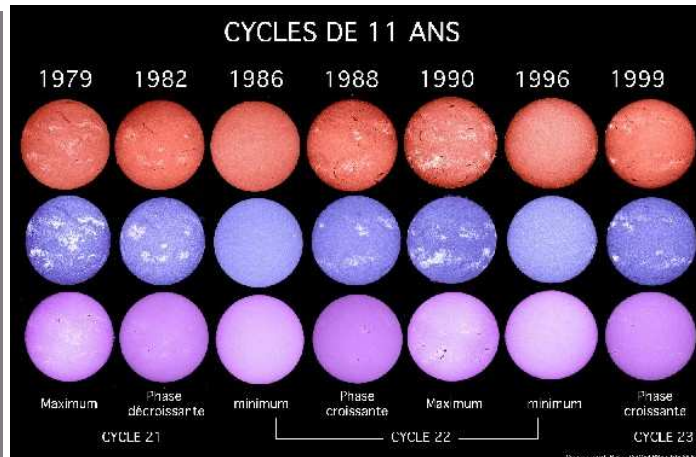


9 Octobre 2000, raie CaII K3

Un siècle d'observations séparent ces deux clichés de la chromosphère solaire...



21 Février 2005, dopplergramme CaII K3



2 cycles (période 1979 – 1999)

9 cycles de 11 ans ont été observés depuis la mise en service du spectrohéliographe : un siècle d'observations et de suivi de l'activité de notre étoile, plus de 100 000 clichés !

Liste détaillée des données acquises

Surveillance solaire systématique au spectrohéliographe (300 jours d'observation par an)

Spectrohéliographe, format 1500 x 1340 x 5 x 14 bits (5 points par profil de raie) :

H alpha centre raie: 3 images/jour

H alpha ailes : 3 images/jour

H alpha dopplergramme : 1 image/jour

H alpha centre raie longue pose pour protubérances : 3 images/jour

CaII K3 : 3 images/jour

CaII K3 longue pose pour protubérances : 3 images/jour

CaII K1 : 3 images/jour

CaII K dopplergramme : 1 image/jour

Surveillance des éruptions à l'héliographe (100 jours d'observation par an)

Ce programme à haute cadence temporelle ne peut s'effectuer que les jours de beau temps lorsqu'on est assuré d'avoir plusieurs heures d'ensoleillement d'affilée, sans nuages.

Filtre de Lyot, format 1120 x 1024 x 12 bits :

H alpha centre raie : 1 image/mn

H alpha aile bleue : 1 image/mn

H alpha aile rouge : 1 image/mn

Voie lumière blanche, format 1024 x 1024 x 10 bits :

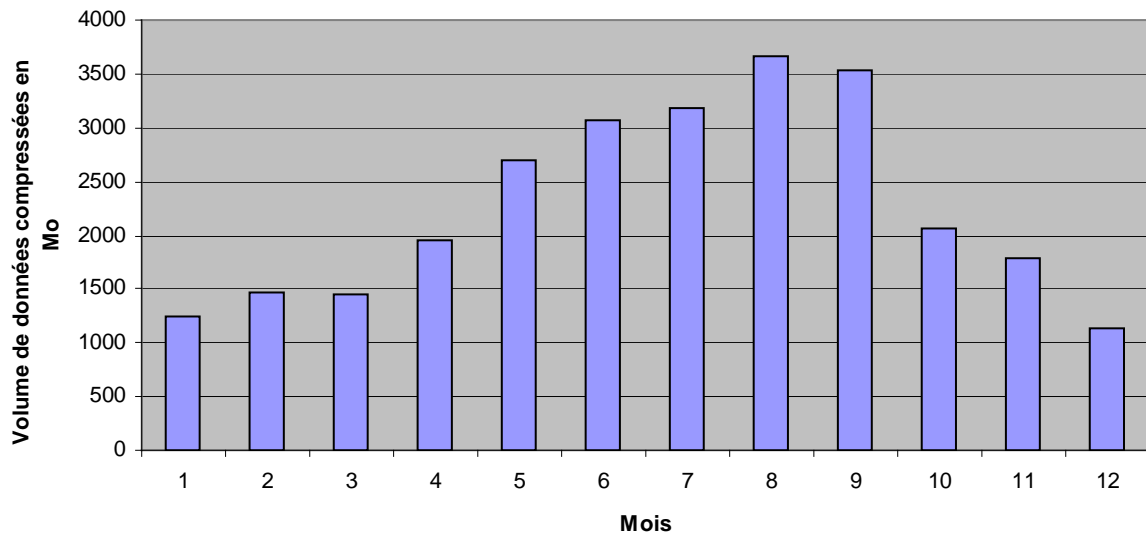
1 image/mn (sera remplacé par une image monochromatique CaII K en 2006 scientifiquement bien plus intéressante)

Nançay

Flux global solaire dans 10 canaux entre 169 et 436 MHz plusieurs fois par mn

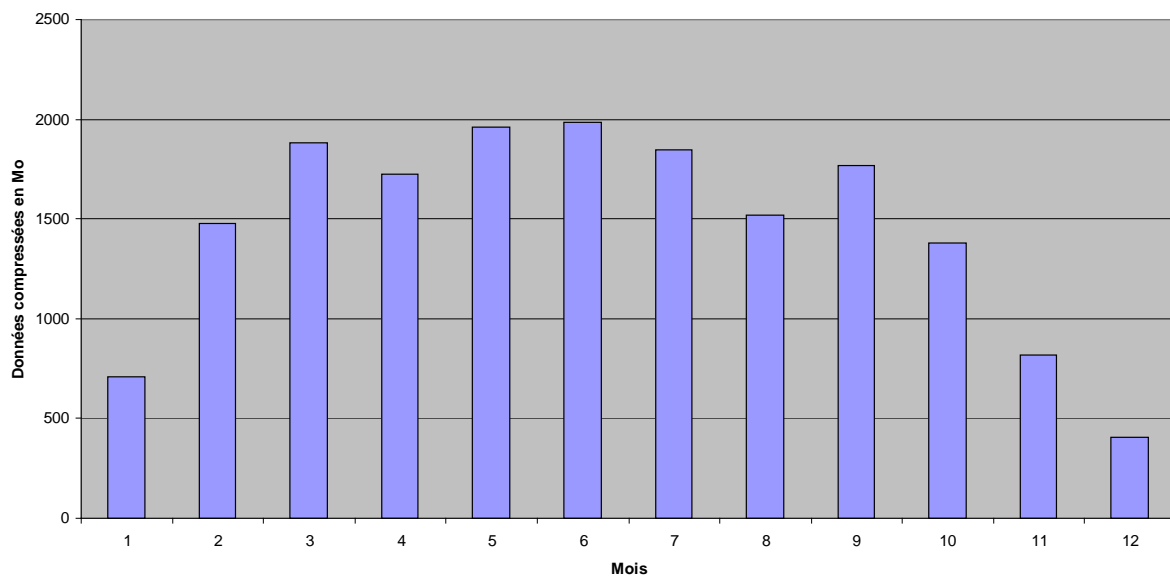
Statistique sur les données produites en 2004 et en 2005 par le spectrohéliographe de Meudon

Spectrohéliographe 2005

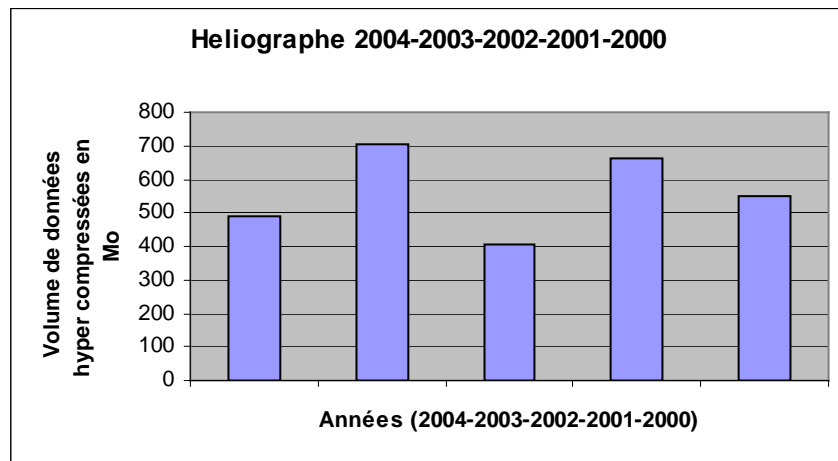
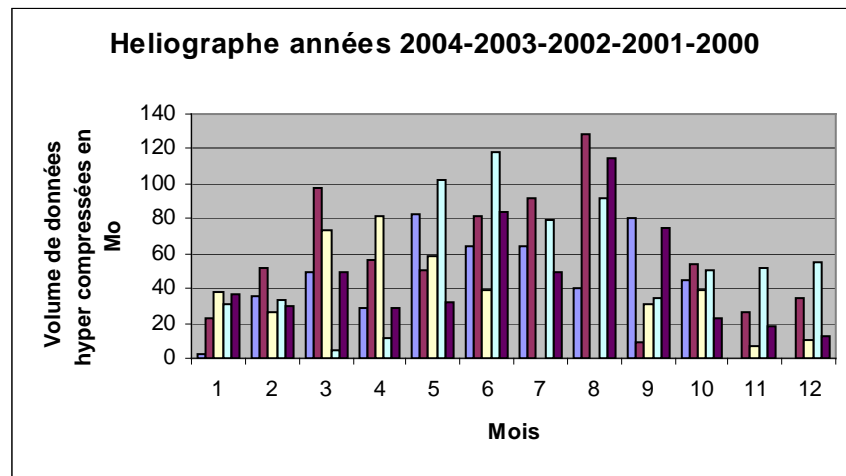


L'histogramme reflète les conditions d'ensoleillement sur le site de Meudon. Le volume total de données compressées produites par le spectrohéliographe a été de 27 giga octets en 2005 et 18 giga octets en 2004, soit respectivement **40 et 27 giga octets** non compressés. Il y a eu plus d'observations en 2005 pour compenser l'arrêt de l'héliographe en cours de réfection.

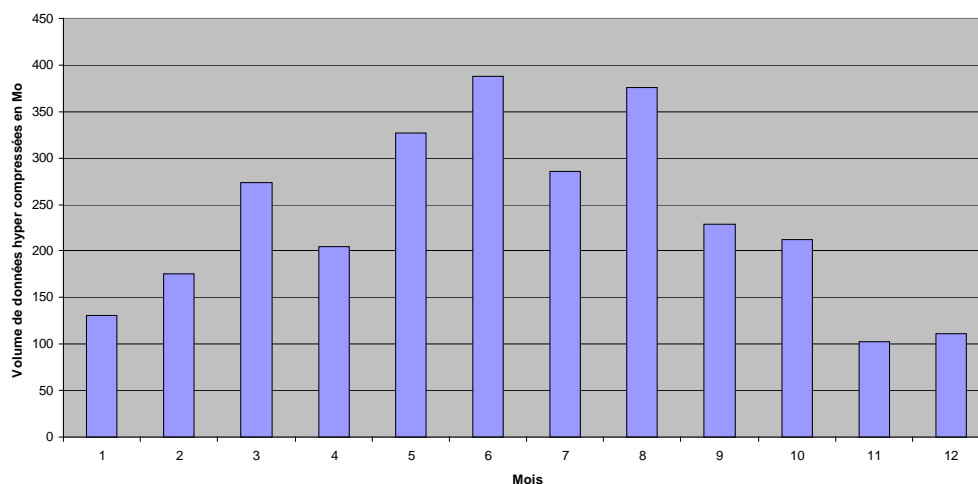
Spectrohéliographe 2004



Statistique sur les données produites entre 2000 et 2004 par l'héliographe H α « λ variable » de Meudon



Héliographe production mensuelle sur cinq ans



Sur tous ces graphiques, le volume de données non compressées est à multiplier par le facteur 600 par rapport aux données compressées ; ainsi ; l'héliographe a produit respectivement en **2004, 2003, 2002, 2001 et 2000 : 294, 423, 241, 397 et 330 giga octets** de données toutes enregistrées sur DVD ROM, disponibles sur demande (les données compressées sont en ligne)