



HAL
open science

Il y a 30 ans (1995) entrant en opération la base de données solaires sol BASS2000 de l'INSU/CNRS

Jean-Marie Malherbe, Thierry Roudier

► **To cite this version:**

Jean-Marie Malherbe, Thierry Roudier. Il y a 30 ans (1995) entrant en opération la base de données solaires sol BASS2000 de l'INSU/CNRS. observatoire de paris PSL. 2025. <hal-05128437>

HAL Id: hal-05128437

<https://cnrs.hal.science/hal-05128437v1>

Submitted on 25 Jun 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License

Il y a 30 ans (1995) entré en opération la base de données solaires sol BASS2000 de l'INSU/CNRS

Jean-Marie Malherbe (1) et Thierry Roudier (2)

(1) Observatoire de Paris, PSL Research University, France

Email: Jean-Marie.Malherbe@obspm.fr; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4180-3729>

(2) Observatoire Midi Pyrénées, IRAP, France

Email: thierry.roudier@irap.omp.eu

23 Juin 2025

RESUME

Nous présentons dans cet article la genèse de la base de données solaires sol BASS2000 fondée par l'INSU/CNRS et toujours active en 2025. Celle-ci était répartie initialement sur deux sites : l'un à Meudon (dit antenne meudonnaise) dont l'activité a démarré dès 1995, pour l'archivage et la distribution des spectrohéliogrammes du disque solaire complet (données de service d'une collection centenaire) ; et l'autre à Bagnères de Bigorre, pour l'archivage et la distribution des données de recherche sur campagne du télescope THEMIS de l'INSU/CNRS (petites régions de taille typique 2' x 2' en haute résolution), instrument qui fut livré aux astronomes en 1999.

MOTS CLEF

Soleil, spectrohéliogrammes, THEMIS, BASS2000, base de données

INTRODUCTION

Jusqu'en 1990, les laboratoires d'Astronomie, en France comme à l'étranger, étaient surtout connectés au réseau DecNet SPAN de la NASA (Space Physics Analysis Network) au moyen de lignes X25 à bas débit (moins de 64 Kbits/s). L'arrivée du réseau TCP/IP (Transport Control Protocol, Internet Protocol) au début des années 90 ainsi que l'émergence du World Wide Web (WWW), du protocole HTTP (HyperText Transport Protocol), du langage de description de page HTML (HyperText Markup Language, comportant liens et balises), l'apparition des premiers navigateurs sur Internet et des moteurs de recherche, bouleversa rapidement la donne. Dès 1993, le Web était consultable à Meudon avec le navigateur NCSA Mosaic, vite supplanté en 1994 par Netscape. En 1995, AltaVista (développé par Digital) était le moteur de recherche le plus connu (Figure 1). A cette date, la transition en Astronomie du monde VMS vers UNIX était largement avancée, notamment avec l'apparition des stations de travail, ce qui fait que tous les ingrédients commençaient à être réunis pour la création de bases de données astronomiques totalement ouvertes sur le Monde.

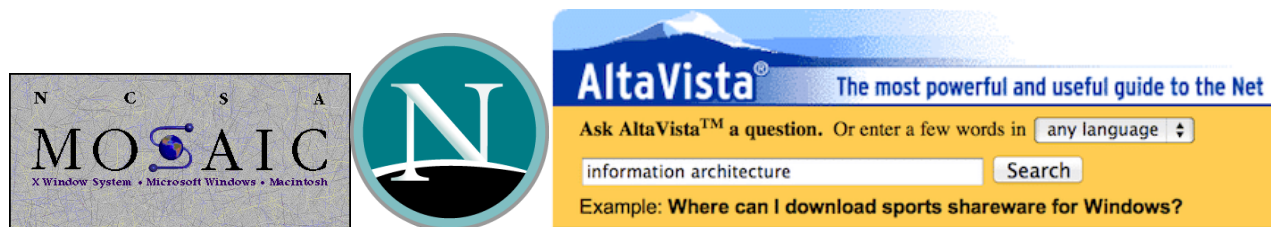


Figure 1 : premiers navigateurs (1993, 1994) et moteurs de recherche (1995)

C'est dans ce contexte qu'il fut envisagé en 1994 de créer une base de données solaires, projet qui fut présenté à l'INSU CNRS avec comme porteur principal l'équipe de Bagnères de Bigorre (observatoire Midi Pyrénées). Le projet initial, présenté à l'INSU en 1994 pour obtenir un premier financement et une ouverture à Meudon en 1995, comportait deux volets complémentaires :

- la création immédiate, dès 1995, d'une antenne à Meudon pour l'archivage de la collection des spectrohélogrammes, c'était Bass2000 « Soleil entier »
- l'étude et la création étalée sur quelques années d'une base de données multi-format, donc complexe, et dédiée à l'archivage des données du télescope THEMIS, sur le site de Bagnères de Bigorre, qui serait opérationnelle pour la livraison du télescope à ses utilisateurs en 1999. Contrairement à Meudon, THEMIS n'observait pas le Soleil entier, mais des régions du Soleil comportant des objets variés (filaments, taches, facules, protubérances), dans des modes observationnels eux aussi variés (images, spectres, spectro images DPSM, polarisation) ; cela compliquait la mise au point du système de gestion qui devait se baser sur des mots clef FITS qu'il fallait définir de façon exhaustive.

I - ANTENNE MEUDONNAISE DE BASS2000 (1995)

Un service d'observation du Soleil existe à Meudon depuis 1908, il a observé le Soleil entier quotidiennement au long des cycles de la [Figure 2](#) et dispose désormais de la plus longue collection au Monde. Les clichés sont sur plaques de verre ([Figure 3](#)) ou plans film 13 x 18 cm de 1908 à 2001. La numérisation à la source par une cible CCD ou CMOS est apparue en 2002. Avant cette date, on a utilisé le scanner à plaques photo. Les premières images datent de 1908 pour CaII K et de 1909 pour H α ([Figure 4](#)) ; le service a été organisé au spectrohélographe du Grand Sidérostas par Lucien d'Azambuja. Seule la guerre 1914-1918 l'a interrompu. En 1995, on faisait des séries de 4 clichés par jour ([Figure 5](#)) : H α , CaII K3, CaII K1v et CaII K3 longue pose pour les protubérances. Devant l'ampleur d'une telle collection (100000 clichés), on s'est posé la question de l'archivage numérique en ligne et de la mise à disposition de la communauté internationale des chercheurs. La première contribution INSU fut ainsi pour le développement de l'antenne Meudonnaise de Bass2000.

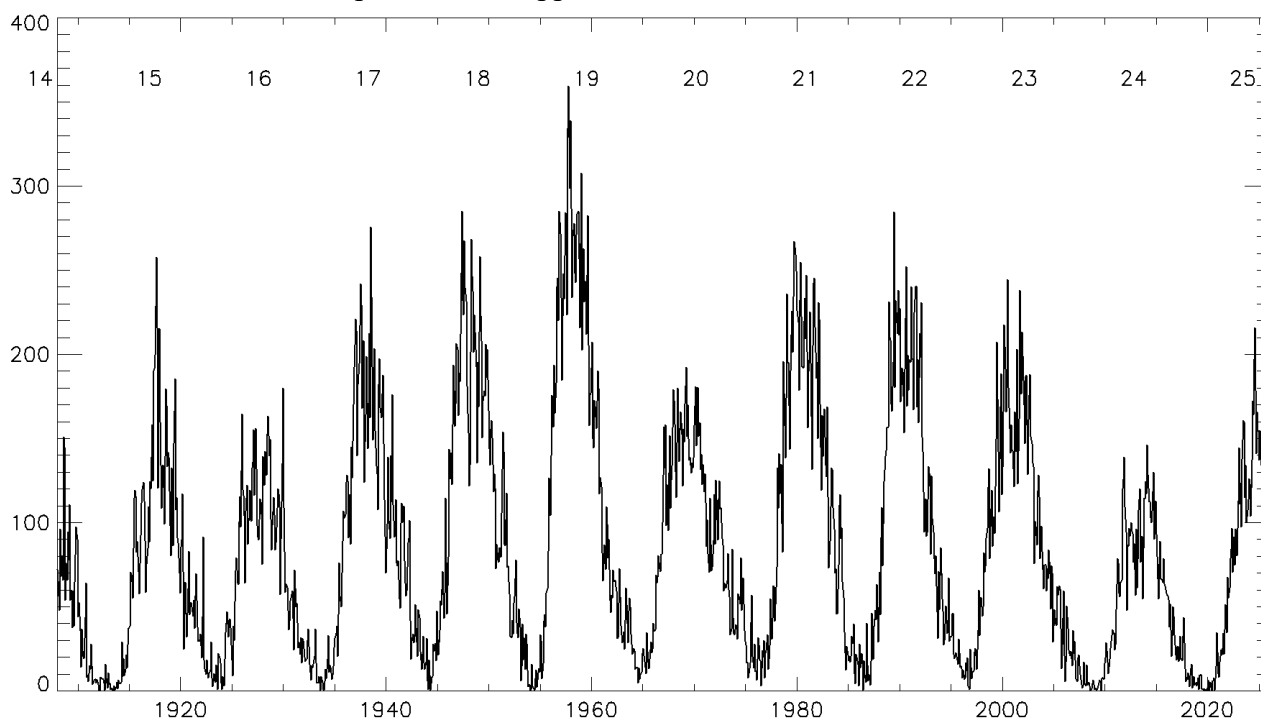


Figure 2 : cycles solaires observés quotidiennement à Meudon

Avec le premier financement INSU, une DecStation sous UNIX a été installée en 1995 ; elle était munie d'un disque de 4 Go, de deux disques de 9 Go, et d'un DAT de sauvegarde, le tout sur bus SCSI. Un des disques de 9 Go servait uniquement à faire des « backups » plus rapidement que le DAT, et était disponible en cas de « crash » d'un des disques de données.

Un MacInstosh pilotant un scanner AGFA (sortie sur 12 bits) fut également acquis ; un porte plaque sur mesure fut réalisé à l'atelier de mécanique. Le scanner sortait des fichiers binaires RAW que l'on passait sur la DecStation via FETCH ; l'opérateur lançait ensuite une procédure IDL qui

transformait les fichiers binaires RAW en FITS 16 bits compressé (*.fits.Z) avec mots clef remplis pour usage scientifique et en GIF 8 bits pour affichage rapide à l'écran. Les fichiers étaient rangés par raie spectrale (H α , CaII K3, CaII K1v, CaII K3 protubérances) et par répertoire mensuel (an/mois) et directement accessibles de l'extérieur via le protocole FTP. Pour une meilleure convivialité, la DecStation disposait d'un serveur HTTP. Il n'y avait pas de système de base de données commercial comme ORACLE, on avait juste écrit une page HTML d'accueil et de recherche de fichiers par date et raie ; une interface en Fortran recevait les requêtes, recherchait les fichiers demandés dans l'arborescence FTP, et fabriquait une page HTML dynamique qui était chargée par le navigateur du client, qui n'avait plus qu'à récupérer ses fichiers par un simple clic. Pour accélérer le processus, il y avait juste une table de correspondance disque/répertoire mensuel. Ce système simple était efficace et rapide, la recherche et la réponse étant quasi instantanés. Ensuite le temps de téléchargement dépendait de la localisation du client. C'est ainsi que démarra l'antenne meudonnaise de BASS2000. Par la suite, les clichés d'avant 1995 furent progressivement scannés en remontant dans le temps jusqu'en 1908, cela prit plus de 10 ans aux observateurs du service, la collection contenant environ 1000 plaques 13 x 18 cm par année. Depuis 2002 les images sont numériques à la source, et depuis 2017, on enregistre en FITS 3D les profils des raies observées en tout point du Soleil. Les observations se poursuivant, Bass2000 Meudon est toujours en activité en 2025, mais évidemment a subi quelques jouvences techniques. Une galerie d'évènements marquants a été adjointe (Figure 6).

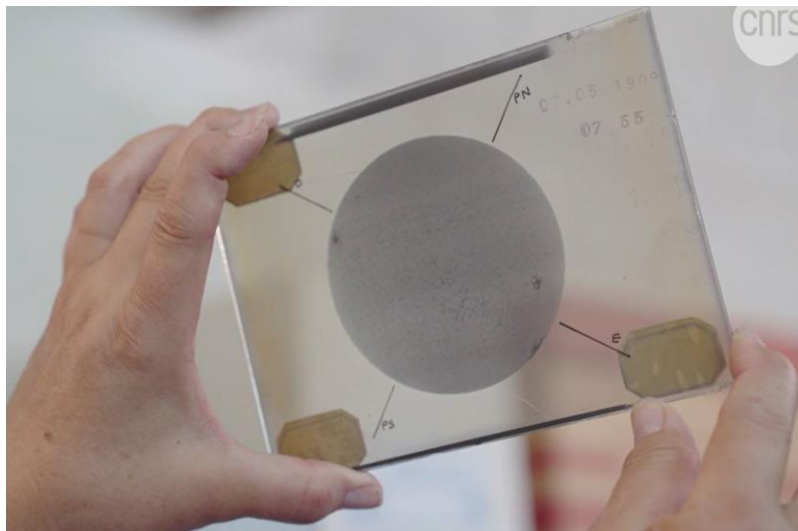


Figure 3 : exemple de plaque de verre 13 x 18 cm des spectrohéliogrammes de Meudon

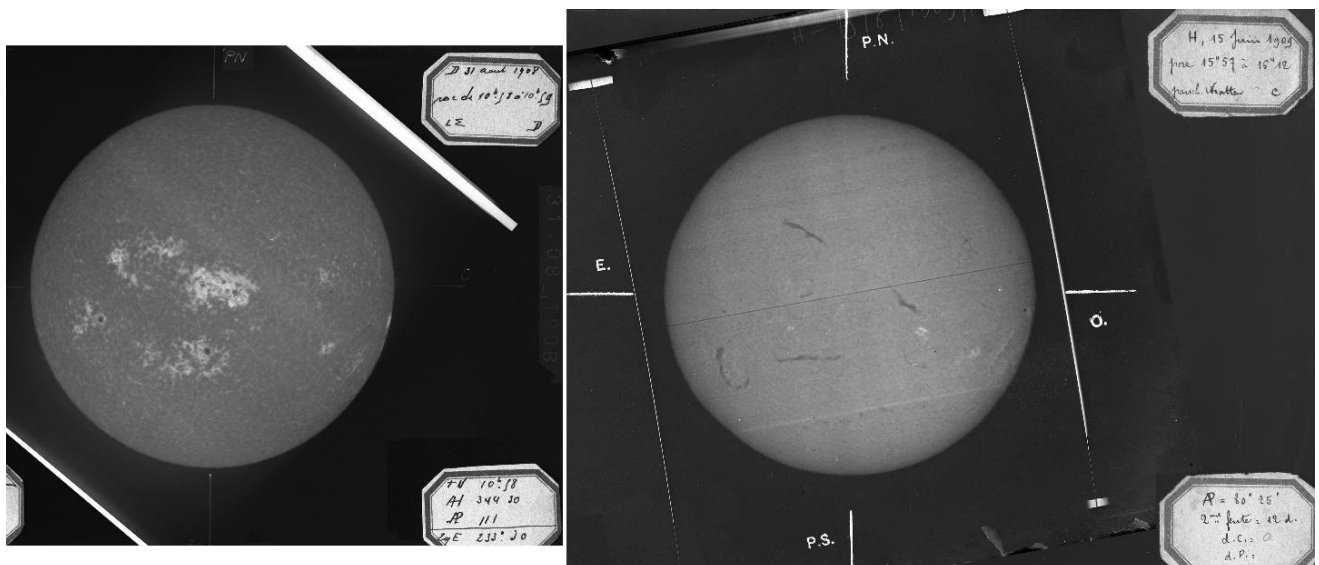
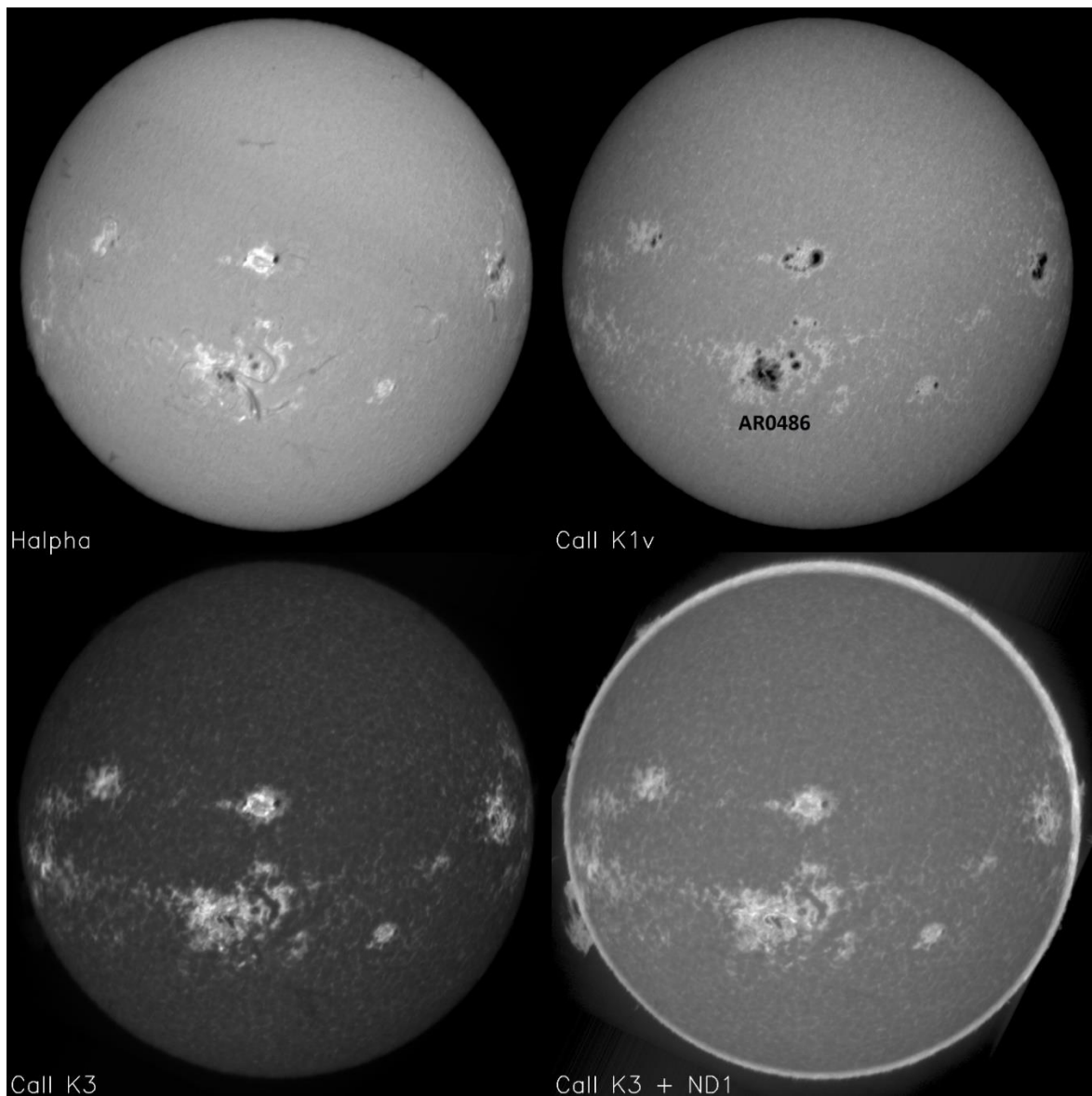


Figure 4 : quelques uns des premiers clichés de la collection de spectrohéliogrammes (CaII K à gauche, 31 Août 1908, H α à droite, 15 Juin 1909)



Halpha

Call K1v

Call K3

Call K3 + ND1

Figure 5 : cliché quotidiens contemporains, 28 Octobre 2003, jour d'une grande éruption

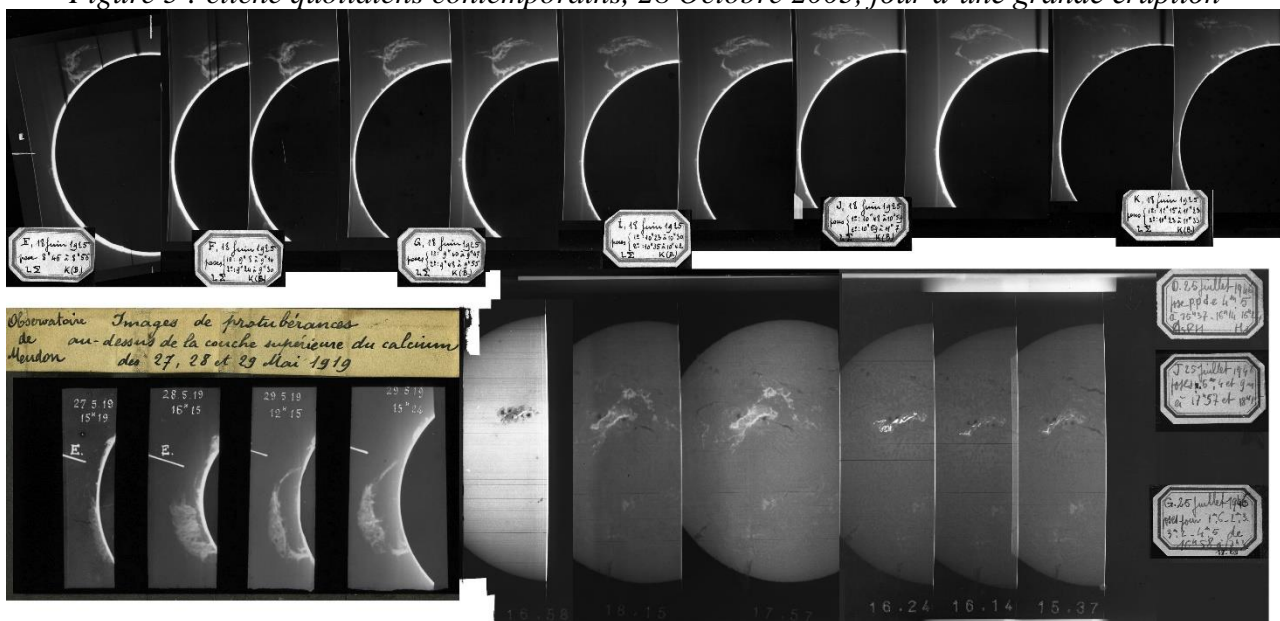


Figure 6 : quelques évènements remarquables (protubérance éruptive du 18 Juin 1925, en haut ; protubérance éruptive des 27, 28 et 29 Mai 1919, en bas à gauche ; grande éruption en double filet du 25 Juillet 1946, en bas à droite)

II - BASS2000 BAGNERES

Le télescope THEMIS de l'INSU à Tenerife était pourvu dès sa mise en route en 1999 d'une quinzaine de caméras CCD THOMSON de 384 x 288 pixels pour observer plusieurs raies simultanément et dans deux combinaisons de Stokes simultanées, à savoir I+S et I-S sur deux caméras où $S = Q, U, V$ (on avait d'abord Q, puis U, ensuite V en séquence avec en plus la possibilité d'échange de voies où le signe s'inversait, soit $S = -Q, -U, -V$, toujours en séquence). A Bagnères, la tâche était plus complexe qu'à Meudon en raison de la grande variété de modes observationnels à prévoir et de cibles solaires possibles, sachant qu'il s'agissait de petites régions ($2' \times 2'$) qu'il fallait répertorier par leurs coordonnées, la nature de l'objet observé et le mode instrumental employé parmi ceux détaillés ci-dessous (liste non exhaustive) :

II - 1 - TYPE DES DONNEES THEMIS EN 1999 AU DEMARRAGE

THEMIS était dédié à la spectroscopie classique multi-raie (MTR), en mode polarimétrique, sachant que sa polarisation instrumentale parasite était minimisée. Plusieurs modes furent employés pour améliorer la qualité polarimétrique des mesures. Le télescope disposait aussi d'un dispositif de spectro-imagerie 2D, le Double Passage Soustractif Multicanal DPSM, avec un « slicer » entre le premier passage dispersif et le second passage soustractif, formant en sortie 16 canaux 2D couvrant une raie spectrale par 16 points de mesure. Ce mode était compatible avec la polarimétrie.

a) Mode spectroscopique multi-raie MTR (une caméra par raie, champ de $2'$), [Figure 7](#) :

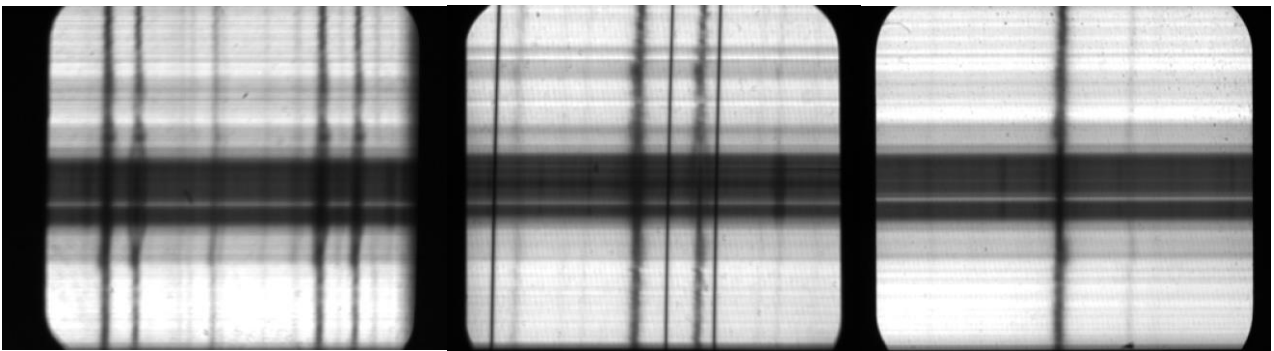


Figure 7 : mode MTR multi-raie sans polarimétrie, ici 3 raies simultanées

b) Mode spectroscopique et polarimétrique multi-raie MTR $2 \times 2'$ (2 caméras par raie, champ de $2'$) Stokes I+S sur caméra 1, I-S sur caméra 2, avec $S = Q, U, V$ en séquence ([Figure 8](#)), et éventuellement, en plus, $S = -Q, -U, -V$ si échange de voies demandé par l'observateur :

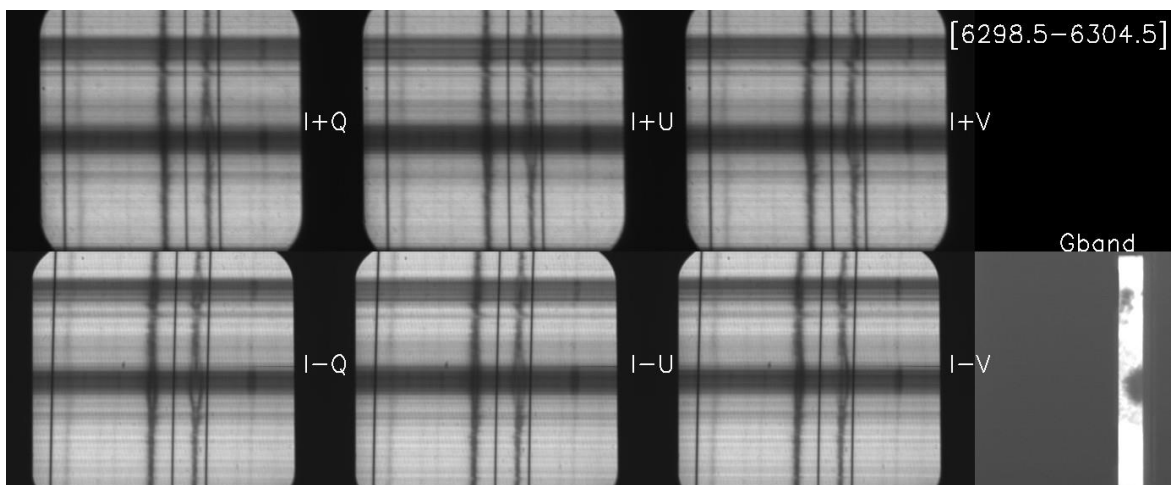


Figure 8 : mode MTR $2 \times 2'$ à 2 caméras par raie, Q, U, V en séquence

c) Mode spectroscopique et polarimétrique multi-raie MTR 2 x 1' (une caméra par raie, champ de 1') Stokes I+S et I-S sur la même caméra avec S = Q, U, V en séquence (Figure 9), et éventuellement, en plus, S = -Q, -U, -V si échange de voies demandé par l'astronome :

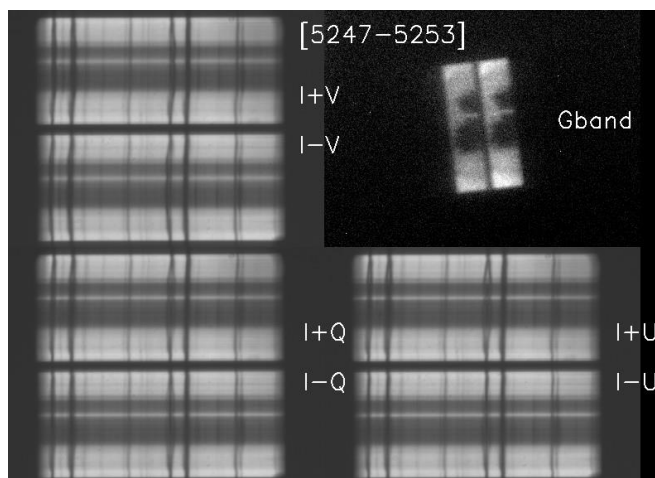


Figure 9 : mode MTR 2 x 1' à 1 caméra par raie

d) Mode spectroscopique et polarimétrique multi-raie MTR à grille de Semel Stokes I+S et I-S en bandes alternées de 15 arcsec de largeur sur la même caméra, avec S = Q, U, V en séquence (Figure 10), et éventuellement, en plus, S = -Q, -U, -V si échange de voies demandé

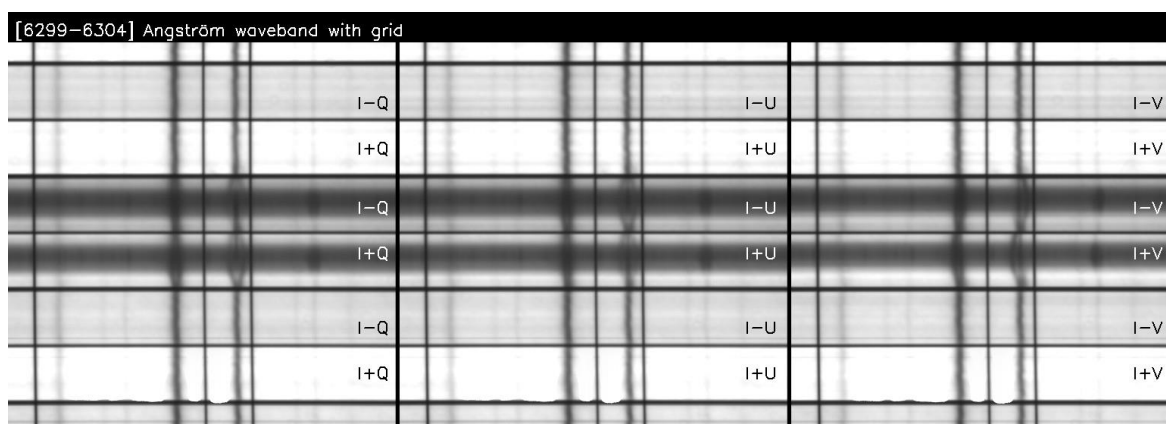


Figure 10 : mode MTR à grille de Semel

e) Mode spectro imagerie Double Passage Soustractif Multicanal DPSM (Figure 11)

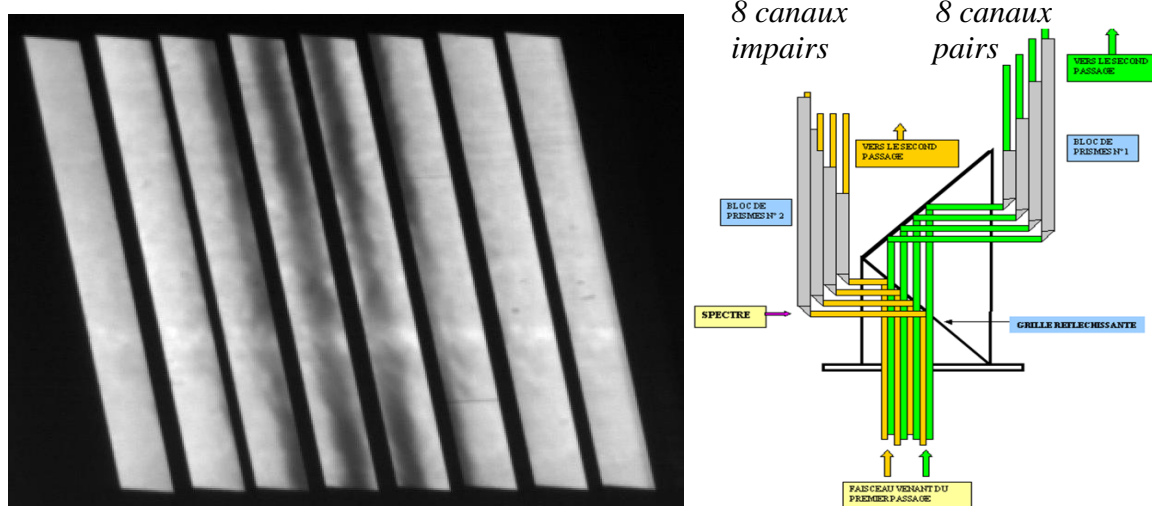


Figure 11 : mode DPSM à 16 canaux simultanés, ici les 8 canaux impairs, caméra 384 x 288

f) Mode spectro imagerie polarimétrique DPSM à grille de Semel
Stokes I+S et I-S en bandes alternées de 15 arcsec de largeur sur la même caméra, avec S = Q, U, V
en sequence (Figure 12), et éventuellement, en plus, S = -Q, -U, -V si échange de voies demandé

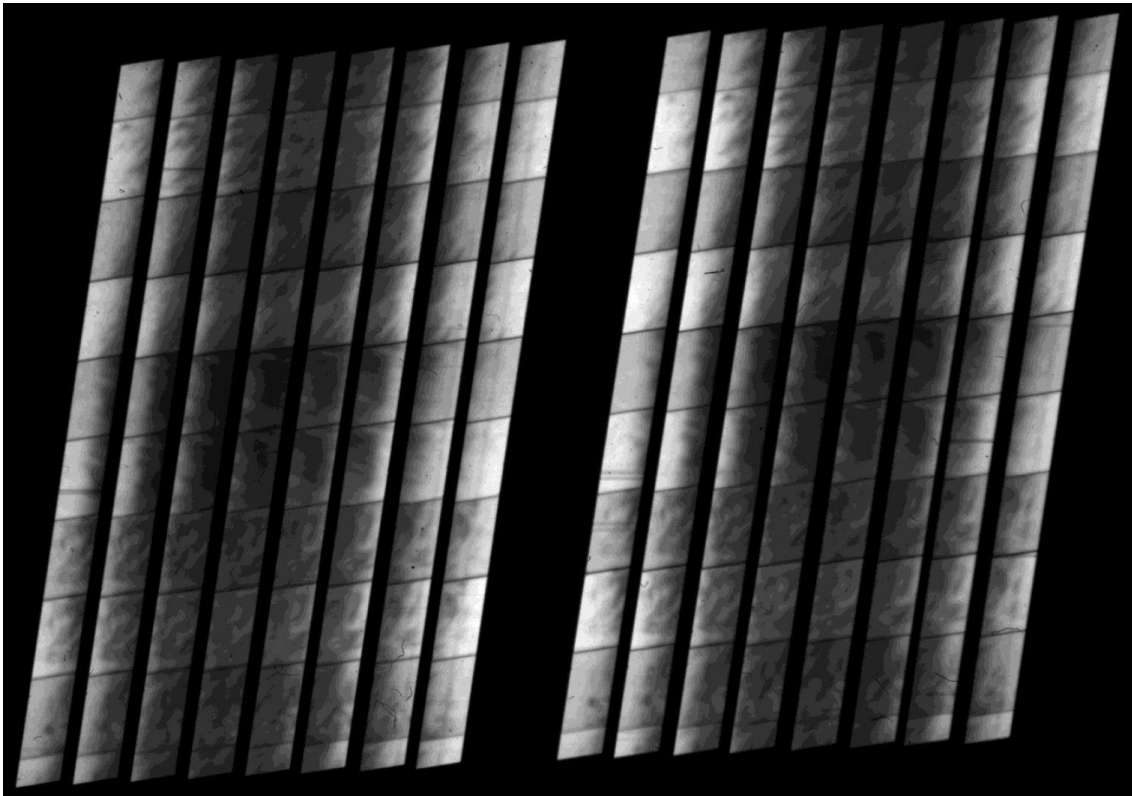


Figure 12 : mode DPSM polarimétrique à grille de Semel et à 2 x 8 canaux entrelacés, caméra prêtée par le DASOP, format 1536 x 1024, année 2000

II – 2 – LE SYSTEME INFORMATIQUE DE BAGNERES

Le principe d'archivage des données THEMIS était une base de mots clefs FITS avec les données en arrière plan sur cartouches magnétiques DLT (magasin de Digital Linear Tape, évolution de 20 Go en 1995 à plus de 100 Go dix ans plus tard), ces cartouches ½ pouce parvenant par voie postale de Tenerife à Bagnères (à cette époque l'espace disque nécessaire pour un stockage tout en ligne était prohibitif en termes de coûts). Chaque DLT était relu et les mots clef FITS de chaque fichier étaient extraits puis indexés et stockés en ligne sur une base de données sous ORACLE. Le système d'interrogation travaillait sur les mots clef, ceux-ci étaient très détaillés et documentés, autorisaient une recherche multi-critère très fine et précise (Figure 13) et permettaient de retrouver aisément les fichiers désirés sur DLT, qui étaient alors descendus sur un espace disque temporaire de téléchargement. Une requête impliquait donc la descente d'un ou plusieurs fichier DLT sur disque et récupération via Internet (lien http ou protocole FTP). Ce système de gestion de données a été mis au point par Martine Lafon, qui était l'ingénieure responsable technique. L'informatique reposait sur un serveur UNIX de DEC. Par la suite, avec l'apparition des disques USB de grande capacité, nombre d'observateurs rapportaient leurs données du télescope directement sur un disque personnel.

La base de données a ensuite été déplacée à Tarbes (campus universitaire) lors de la fermeture du site de Bagnères de Bigorre et a fonctionné jusqu'au moment où la pression sur le télescope THEMIS a décliné après 2015 suite au départ en retraite progressif des observateurs solaires français, communauté qui a presque totalement disparu aujourd'hui. Les anciennes données de BASS2000 Tarbes sur DLT puis sur LTO (Linear Tape Open) ont ensuite été copiées à Meudon, sur disque, grâce à la baisse considérable des coûts de l'espace de stockage, au sein d'une simple archive de sauvegarde à fonctionnalité réduite et consultable par quelques mots clef.

SIMPLE QUERY

Observations date : From Jan 1 1968 to Jan 31 2005

UT time : From 0 h 0 min to 23 h 59 min

Instruments : All instruments
 NRH2
 THEMIS-MSDP
 THEMIS-MTR

Select at least one instrument to activate the advanced query

For multiple instruments selection :
 all observations in chronological order
 simultaneous observations
for days when data exists for all selected instruments only

Table fields display
 All
 Min (themis)

Table fill | Scale

Submit query | Reset all

Advanced Query : [THEMIS - Nancy Radio Heliograph](#)

THEMIS ADVANCED QUERY Unactivated

Wavelength : interval selection : [] nm +/- 1 or multiple selection : all wavelengths, 4000 Å, 4307 Å, 4536 Å

Coordinates : heliographic (latitude, longitude) interval selection : ([] , []) +/- 1

Objects : all objects, ARC, AFS, AR

Physical parameters : all Physparas intensity

Available from 2004 campaign

Stokes parameter : all Stokes, +Q, +Q+U, +Q+U+V

Polarisation configuration : all, 2X1, 2X2, GRID

Type of observation : all, Fixed position only, Scan only

Seeing < [] range [0; 2] arbitrary units *MTR mode only*
 Simultaneous imagery

Number of images per burst : all, 1, 2, 3

Number of steps of the scan : all, 1, 2, 3

Submit query | Reset all

Figure 13 : interface de requête multi-critère : date, heure, coordonnées, longueur d'onde des raies, type d'objet, paramètre physique, Stokes Q, U, V, méthode d'analyse de polarisation

III – EVOLUTION DE BASS2000 A MEUDON APRES L'AN 2000

Bass2000 a pour adresse à Meudon : <https://bass2000.obspm.fr>

Services professionnels « Soleil entier » ouverts progressivement

Depuis les premiers spectrohélogrammes insérés en 1995, d'autres types de données « Soleil entier » ont suivi par la suite, mais seulement sous la forme d'un échantillon journalier d'images, l'intégralité des données (souvent trop volumineuses) étant conservée (en ligne ou hors ligne) par le producteur de données. En effet, l'apparition des réseaux à haut débit a changé la donne en ce premier quart du 21^{ème} siècle, autorisant la répartition des données pourvu qu'un portail centralisé permette d'y accéder de manière regroupée. Ainsi, l'antenne meudonnaise de BASS2000, sous la direction de Jean Aboudarham à partir de l'an 2000, a évolué en portail gérant des données réparties en plusieurs endroits accessibles au travers du réseau. On y a progressivement introduit :

- Héliographes CCD de Meudon entre 1999 et 2004, films MPEG en ligne, mais intégralité des données FITS sur CD et DVD, en cours de relecture pour archivage final sur disque en ligne. Les héliographes avaient une cadence d'une image par minute. Ils ont fonctionné entre 1956 et 1997 en version film 35 mm ; un héliographe existait à l'OHP de 1958 à 1994 ; l'ensemble des films représente 130 km de pellicule 35 mm (3000 bobines de 45 m) qu'il n'est pas envisageable de numériser à cause du coût. Un catalogue existe, la numérisation d'une bobine pouvant se faire à la demande.
- CLIMSO au Pic du Midi (lunettes à filtres et coronographes)
- Nançay Radio Héliographe 169-470 MHz
- Nançay Décamétrie
- H α Belgique
- MeteoSpace Calern, lunettes à filtres (T1 = H α centre, T2 = H α aile, T3 = CaII K), avec sa base complète de données à Nice, volumineuse en raison de la haute cadence des 3 caméras CCD 2048².
- * interface Web : https://solar-ftp.oca.eu/pub/DEPOT/MTS_CALENDAR.html
- * accès direct aux données T1, T2, T3 via <https://solar-ftp.oca.eu/pub/DEPOT/MTS/>

Ouverture de BASS2000 aux amateurs (SOLEX)

Une collaboration PRO/AM entre professionnels et amateurs a été montée à Meudon sous l'égide de Milan Maksimovic lorsqu'est apparu le mini spectrographe SOLEX conçu par Christian Buil (2023). SOLEX permet en effet de réaliser des spectrohéliogrammes de grande qualité (meilleure qu'avec un filtre) venant compléter les données de Meudon où il n'est guère possible d'avoir plus de 250 jours d'observations par an. Bass2000 a donc été ouverte aux données des amateurs, essentiellement H α , pourvu qu'un standard strict soit respecté, c'est-à-dire FITS avec mots clef documentés. Ce formatage a été intégré par Valérie Desnoux au programme INTI de traitement du cube de données (x, y, λ) généré par la caméra des SOLEX. Avec près de 20 amateurs observant régulièrement et géographiquement dispersés, il n'y a plus un jour sans observation dans Bass2000. Tous les jours de l'année sont désormais observés. Une observatrice de Meudon contrôle l'entrée des données SOLEX et les valide, pour éviter toute erreur de chargement.

IV – LES ACTEURS

L'antenne Meudonnaise de BASS2000 a été montée de toutes pièces par Jean-Marie Malherbe en 1995. Jean Abouharham a repris l'œuvre à partir de l'an 2000 avec l'aide des ingénieurs Christian Renié et de Paulette Michenau. La collection argentique des spectrohéliogrammes depuis 1908 y a été intégrée par Isabelle Bualé et Florence Cornu.

Bass2000 Bagnères a été créée sous l'égide de Thierry Roudier avec Martine Lafon comme responsable technique, qui a effectué un travail complexe et remarquable ; grâce à son action, on conserve aujourd'hui une archive de « l'âge d'or » du télescope THEMIS de l'INSU/CNRS. Elle fut aidée par Franck Grimaud dans les tâches techniques et Marie Pierre Arberet au niveau du secrétariat. Nadège Meunier a repris la direction scientifique au début des années 2000 et a beaucoup développé les fonctionnalités de la base en introduisant notamment des pré-traitements efficaces et en intégrant d'autres instruments. Lors de son départ pour l'observatoire de Grenoble, Frédéric Paletou a pris la suite.