Grands Relevés et Observatoires Virtuels
Ecole CNRS de Goutelas XXIV (2001)
Edité par D. Egret, J.-L. Halbwachs et J.-M. Hameury

Les grands relevés en ligne

François Bonnarel

Observatoire de Strasbourg

Abstract. We present large on-line survey resources : on-line archives and data and tools available at CDS. An extensive set of URLs is provided.

1. Introduction

Dans ce chapitre nous essayons de fournir une description des ressources en ligne des grands relevés à partir de deux sources : les archives proposées par les groupes d'une part, la mise en ligne au CDS d'autre part.

Je ne donne pas de bibliographie, mais, pour chaque relevé, une adresse URL qui vous donnera accès aux données et aux informations complémentaires. Les lecteurs sont invités à compulser la version électronique des cours, qui leur permettra d'aller directement sur ces sites. Ils trouveront des références bibliographiques dans le cours de Daniel Egret.

Il convient tout d'abord de se demander pourquoi il faut chercher des données dans les archives. Après tout on pourrait se dire que la science ayant été faite par les producteurs de données, il n'y a plus rien à exploiter. En fait une tradition toujours très active plaide pour le contraire.

Certains astronomes (les plus nombreux ?) chercheront des *catalogues de sources* à des fins diverses :

- analyse de distributions spatiales
- identifications croisées d'objets observés à différentes longueurs d'onde.
- recherches d'objets rares (naines blanches du halo, quasars, naines brunes)

D'autres, de plus en plus fréquemment, s'intéresseront aux *images calibrées* :

- parce qu'elles permettent de comprendre le catalogue,
- parce qu'elles permettent de vérifier sa qualité (recenser les objets manquants ou les objets fusionnés),

– mais surtout parce qu'elles permettent une corrélation directe des pixels, ce qui va se révéler nécessaire pour tous les cas où l'identification croisée de sources ponctuelles ne suffit pas.

Enfin certains chercheront les données brutes ou semi-brutes afin de refaire certaines étapes de la réduction avec d'autres buts scientifiques.

Nous allons successivement aborder les relevés optiques CCD, les relevés en proche infra-rouge, les relevés Schmidt, et enfin les relevés aux autres longueurs d'onde.

2. Les relevés optiques CCD

2.1 ING WFS

Il s'agit des Wide Field Surveys de l'Isaac Newton Group qui sont réalisés sur l'Isaac Newton Telescope aux Canaries (diamètre 2,5m). Il s'agit d'un relevé en cinq couleurs (*ugriz*) de 100 degrés carrés qui atteint une à deux magnitudes de plus que le SDSS (voir paragraphe 2.3).

L'archive est en ligne mais son accès est restreint aux astronomes britanniques et néerlandais et à leurs collaborateurs.

URL : http ://archive.ast.cam.ac.uk/wfsurvey/wfsurvey.html

2.2 Les observations CFH 12K

Depuis janvier 1999, une caméra 12000×8000 fonctionne en 5 couleurs ($BVRIZ$) au foyer primaire du télescope CFH.

Les archives de données brutes sont disponibles au Centre de Données Canadien CADC (plusieurs dizaines de Téraoctets). L'accès est restreint aux communautés française, canadienne et hawaïenne. L'astrométrie de ces images n'est pas encore disponible, mais devrait l'être le cas dans l'avenir. Les données sont sous forme de fichiers FITS avec extension.

URL : http ://cadcwww.dao.nrc.ca/cfht/ Choisir ensuite CFH12K.

2.3 Le "Sloan Digital Sky Survey"

Ce relevé, qui couvre un quart du ciel Nord autour du pôle galactique et une partie du plan galactique, comporte 5 couleurs (u' g' r' i' z') et atteint la magnitude 23 en r'. L'accès aux données est restreint pendant deux ans aux membres du consortium.

Une première distribution des données, représentant 5% du relevé (460 degrés carrés), est disponible depuis le mois de juin 2001. Les interfaces sont de trois types :

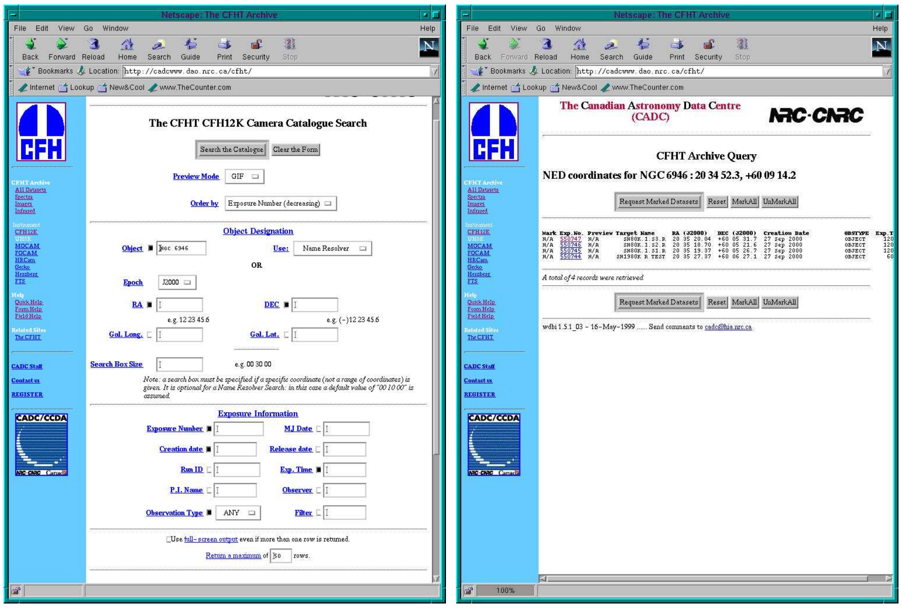

Figure 1.: *Exemple d'interface d'archive à des données CCD grand champ : l'archive CFH12K sur le site du CADC.*

– une interface Web grand public dénommée SkyServer. Elle permet de visualiser beaucoup de choses, mais elle ne permet pas de récupérer d'autres produits que des tables HTML et des images GIF ou JPEG.

– une interface Web plus professionnelle installée au STScI : "The MAST interface" qui se décline en une version pour le catalogue, une pour les images, et une pour les spectres. Elle permet entre autres de récupérer des images FITS, du moins quand on connait les identifications des observations.

– Enfin il existe une interface avancée. C'est un logiciel qui doit être installé localement.

Par ailleurs une copie du catalogue doit être rendue publique au CDS via VizieR. Un accès aux images devrait alors être possible à distance via Aladin.

URL pour les interfaces MAST : http ://archive.stsci.edu/sdss/
URL pour l'interface SkyServer : http ://skyserver.fnal.gov/en/

2.4 Les relevés EIS

L'ESO a entrepris depuis 1997 une série de relevés réalisés sur deux télescopes : le GOODS/ESO survey, le EIS Wide survey, le EIS deep survey, le WFI pilot survey et le Pre-Flames survey. Ces relevés couvrent de quelques dizaines à quelques centaines de degrés carrés. Ils sont en lignes à l'ESO mais leur accès se fait par un mot de passe fourni par l'ESO.

La plupart de ces relevés sont des relevés profonds avec des magnitudes limites de 26–27 dans le visible, 23–24 dans le proche Infrarouge.

URL : http ://www.eso.org/science/eis/

3. Les relevés dans l'Infrarouge proche

3.1 2MASS

Il s'agit d'un relevé de tout le ciel dans les bandes J, H, et K du proche infra-rouge, réalisé avec deux télescopes. Les magnitudes limites sont respectivement de 17, 16.4 et 15.6. La "Second Incremental Release" comporte 19600 degrés carrés. Les catalogues et les images sont disponibles sur leur site (et également au CDS, voir ci dessous).

URL : http ://irsa.ipac.caltech.edu/ choisir ensuite "Image Access 2MASS"

3.2 DENIS

DENIS est un relevé du ciel Sud dans les bandes I, J, K (magnitudes limites respectives : 18.5,16.5 et 14). En ce qui concerne le catalogue de sources ponctuelles, il existe une première distribution pour quelques pourcents du ciel Sud. Une nouvelle distribution pour environ 30 % du relevé sera disponible prochainement. Il existe également un catalogue spécifique pour les Nuages de Magellan : le DCMC. Ces catalogues sont disponibles dans VizieR au CDS. Les images sont également maintenant en ligne pour le consortium, sur le site de l'IAP. Sans doute seront-elles un jour disponibles via Aladin.

URL : http ://cdsweb.u-strasbg.fr/denis.html

3.3 CIRSI

Ce nom désigne des relevés infra-rouges réalisés dans les bandes J et H sur l'Isaac Newton Telescope et sur le télescope de DuPont aux Canaries. Les archives sont accessibles dans les mêmes conditions que

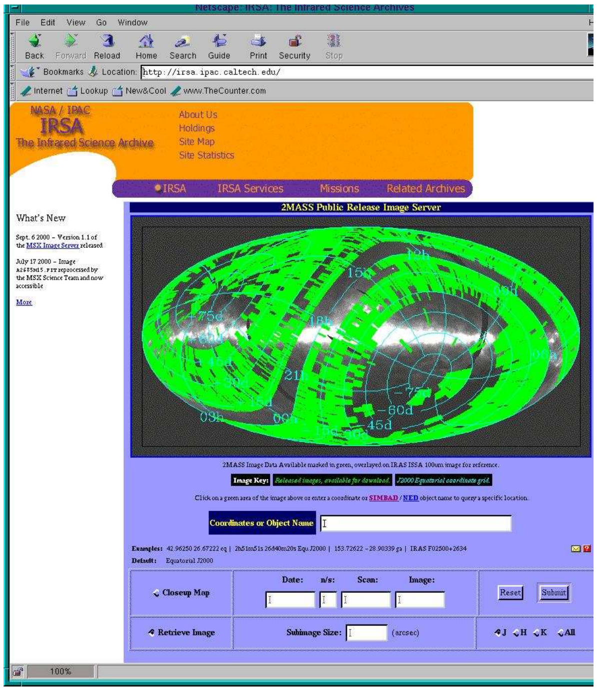

Figure 2.: *Interface image de la seconde "incremental release" de 2MASS*

les archives des ING WFS.

URL : http ://archive.ast.cam.ac.uk/cirsi/cirsi.html

4. Les grands relevés Schmidt

Ces relevés, à travers les diverses numérisations disponibles, sont les seuls à rendre accessible le ciel complet à des résolutions de l'ordre de la seconde de degré. En dépit de leur ancienneté, cela leur confère un intérêt réel. Par contre, leur magnitude limite (19 à 21 suivant les couleurs) et la mauvaise qualité de la photométrie (non-linéarité, grandes variations locales) sont de réels inconvénients.

4.1 Les plaques

- SERC/AAO (Télescope de Siding Spring, Australie) : $\delta < 0$, J (bleu) et I, de 1974 à 1987, R de 1990 à 2000.
- POSSI/POSSII (Palomar Schmidt Telescope) : E (rouge) pour $\delta >$ -20°, O (bleu) pour $\delta >$ -20°, de 1950 à 1958. J (bleu), F (rouge), N (bande I) pour $\delta > 0$, de 1987 à 2000.

– ESO : R (rouge) pour $\delta <$ -20° de 1978 à 1990.

4.2 Numérisation : l'APS

L'APS est l'Automatic Plate Scanner de l'université du Minnesota. Les numérisations concernent les plaques POSSI E et O. Le catalogue comporte 200 millions d'objets (Nord) de première époque. Un catalogue de galaxies (inclus dans Vizier) est également disponible. Tous les objets répertoriés correspondent à des doubles détections et disposent donc de deux couleurs. Le site fournit un accès au catalogue et à des images recomposées tirées des numérisations. Le catalogue sera intégré très prochainement dans VizieR (tests en cours en février 2002).

URL : http ://aps.umn.edu/

4.3 Numérisation : PMM / USNOA2.0

Le PMM est le “proper motion machine” mis en œuvre par l'US Naval Observatory. Ce programme a effectué les mesures du POSSI et du POSSII, de l'AAO/SERC et de l'ESO ainsi que d'un certain nombre de plaques originales. Le catalogue USNO dans sa version actuelle 2.0 comporte 520 millions d'objets. Deux magnitudes grossières (R et B) sont données pour ces objets. C'est un catalogue de référence pour l'astrométrie.

Ce site fournit maintenant un accès en ligne à ses images (FITS ou JPEG).

URL : http ://ftp.nofs.navy.mil/data/fchpix/

4.4 Numérisation : l'APM

L'APM est l'“astronomic plate machine” située à Cambridge. Cette machine a numérisé les plaques de l'AAO R et du SERC J et celles du POSSI. Un catalogue de galaxies, bien connu des cosmologues a d'abord été obtenu. Aujourd'hui deux catalogues complets des hémisphères Nord et Sud sont disponibles. Le site donne accès à ces catalogues et à des cartes de champs qui en sont issues. Ils sont en cours d'intégration dans Vizier (le Nord est déjà disponible).

URL : http ://www.ast.cam.ac.uk/ apmcat/

4.5 Numérisation : COSMOS et SUPERCOSMOS

Le Royal Observatory d'Edimbourg, a mis en œuvre successivement deux machines à mesurer : COSMOS, et maintenant SUPERCOSMOS. Les catalogues de première époque réalisés à l'aide de COSMOS peuvent être consultés en ligne, par exemple en Australie. Mais leur qualité est discutable, en particulier quand on les compare à ceux issus de SUPER-COSMOS.

Cette dernière machine est de haute précision. Les régions autour du pôle galactique Sud ont été mesurées en premier lieu, et, progressivement la totalité du ciel sera mise en ligne. Les catalogues et les images compressées à l'aide de HCOMPRESS sont mis en ligne petit à petit, plaque par plaque. Ce site est aujourd'hui interfacé à AladinJava.

URL COSMOS :
http ://www.aao.gov.au/htdocs/local/www/apmcatbin/cosmos/index.html
URL SUPERCOSMOS SKy Surveys : http ://www-wfau.roe.ac.uk/sss/

4.6 Les numérisations du STScI

Dès le début des années 1980, le STScI a entrepris lui aussi de numériser les plaques du POSSI V (un relevé rapide) puis du SERC J, afin de constituer le catalogue d'étoiles-guides nécessaire aux observations du Hubble Space Telescope. Le pas d'échantillonage, relativement surdimensionné, était de 25 microns. Le catalogue GSC-1 qui en a résulté comporte environ 20 millions d'objets. Il est disponible par ftp, ainsi que dans Vizier sur le site du CDS. Les plaques numérisées du SERC J, ainsi que des numérisations à la même résolution du POSSI E, compressés d'un facteur 10 à l'aide de HCOMPRESS ont été distribués sous forme de 101 CD, sous le nom de DSS-1. Ces données sont en lignes au STScI lui même, mais aussi à l'ESO, au CADC, enfin au CDS (voir ci-dessous).

Pour capitaliser son expérience en terme de relevés Schmidt, mais aussi pour préparer les futures missions du NGST, le STScI a également entrepris de renumériser l'ensemble des relevés de seconde époque pour réaliser le GSC2, dont une version préliminaire est sortie en juin 2001. Ce catalogue est en ligne dans VizieR. Il contient près d'un milliard d'objets. La photométrie est de bien meilleure qualité que celle de l'USNO, puisqu'elle s'appuie sur un programme de calibration photométrique spécifique, celui du GSCPC II.

URL : http ://archive.stsci.edu/dss/

4.7 Un catalogue du ciel Nord : le DPOSS

Un groupe de Caltech, en collaboration avec l'Observatoire de Naples a utilisé les numérisations du STScI pour faire indépendamment du GSC2 un autre catalogue du ciel Nord, orienté vers des applications en cosmologie. Ce projet est connu sous le nom de DPOSS, et la mise en ligne des données était imminente en février 2002. Une copie sera intégrée à VizieR.

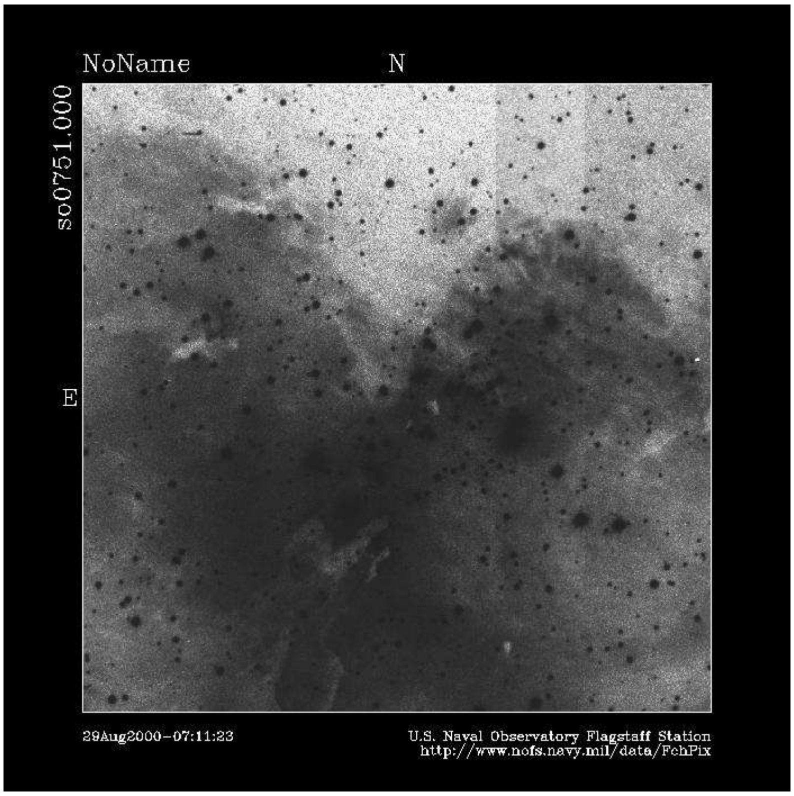

Figure 3.: *Exemple de sortie JPEG de l'archive d'images de l'USNO*

4.8 Numérisation : la Mama

Machine à mesurer française, la MAMA (Machine Automatique à Mesurer pour l'Astronomie) numérise avec un échantillonage de 10 microns (0.67 seconde de degré). Elle a réalisé les numérisations de certaines plaques AAO/SERC et de plaques POSSII, mais aussi de l'ESO R complet. Le Centre d'Analyse des Images de l'INSU/CNRS (CAI), qui gère l'exploitation de la MAMA, prévoit la production d'un catalogue avec un traitement optimisé pour les champs encombrés. Ce catalogue devrait être inclus dans VizieR, alors que les images numérisées de l'ESO seront toutes à terme intégrées à Aladin.

5. Relevés à d'autres longueurs d'onde

5.1 Les hautes énergies

HEASARC est un des rares sites que je connaisse où des données issues de relevés en hautes energies soient disponibles en ligne. Skyview est à la fois une base d'images et un jeu d'interfaces à ces données. W3Browse permet de consulter les données tabulaires issues des campagnes d'observations. On note, en ultraviolet extrême : EUVE ; en X : Rosat, Chandra, XMM ; en gamma : EGRET.

URL W3Browse :
http ://heasarc.gsfc.nasa.gov/db-perl/W3Browse/w3browse.pl
URL SkyView : http ://skyview.gsfc.nasa.gov/

5.2 Radio

Le VLA FIRST est un relevé Radio du ciel Nord aux fréquences de 1365 et 1435 MHz. La résolution angulaire est de 5 secondes de degré. Les données images sont disponibles sur le site sundog.

Le NVSS est un relevé radio-continuum descendant jusqu'à la déclinaison -40°. Des images et un catalogue sont disponibles en format FITS sur un site FTP anonyme.

Le WENSS est un relevé à 92 cm fait à Westerbork avec une résolution de 54 secondes de degré. Les données en FITS sont disponibles sur un site ftp.

URL FIRST : http ://sundog.stsci.edu/
URL FTP NVSS : http ://www.cv.nrao.edu/nvss/anonftp.shtml
URL WENSS : ftp ://ftp.strw.leidenuniv.nl/pub/wenss/HIGHRES/

6. Les outils du CDS : Compilation des catalogues des relevés = VizieR

6.1 Contenu

- VizieR fournit un accès rapide à tous les très grands catalogues tels que GSC1,GSC2.2,USNOA 2., APM Nord (et bientôt Sud), 2MASS, DENIS.
- Le CDS a conclu des accords pour fournir dès que possible un accès au SDSS, au PNSC (projet DPOSS), à l'APS...
- Le CDS est impliqué dans le processus de distribution avancée des données du CFHLS.

- Certains catalogues de relevés radio comme le WENSS sont disponibles dans VizieR.
- Les catalogues issus de divers relevés cohabitent dans Vizier avec plus de 3500 catalogues astronomiques et tables de journaux.

6.2 Outils

- Corrélation : accès conjoint par coordonnées, ou par listes de coordonnées
- Caractérisation du contenu des catalogues par des UCD (unified column descriptor) permettant la comparaison intercatalogue.
- Disponibilité imminente d'un outil d'identification croisée.
- Accès aux grands catalogues par routines clients (pour la calibration astrométrique de grands relevés à l'aide de l'USNO par exemple).
- Grande variété de formats de sortie = ASCII, HTML, FITS, XML ....

URL : http ://vizier.u-strasbg.fr/

7. Les outils du CDS : Intégration des relevés = Aladin

7.1 Qu'est-ce qu'Aladin ?

Aladin est le serveur image du CDS. Il comporte essentiellement deux services :

- une base de données images qui gère directement des fichiers images de relevés : Le DSS1, le DSS2, des plaques numérisées par la MAMA (principalement, le relevé ESO), les images de la deuxième édition de 2MASS.
- une interface qui permet d'accéder non seulement aux images archivées au CDS mais aussi à divers serveurs du DSS, au serveur des images du HST, au serveur des images de SUPERCOSMOS, au serveur d'images SkyView. De nombreux contacts sont en cours pour ajouter d'autres relevés.

7.2 La base de données

La base de données du CDS, constituée initialement par des images de relevés Schmidt, s'étoffe aujourd'hui par l'intégration de relevés infrarouges, et prévoit l'intégration de relevés CCD. Cette évolution du contenu s'est accompagnée d'une évolution du logiciel qui permet de gérer la pluralité des relevés et qui distribuera prochainement des descriptions XML de son contenu.

7.3 L'interface

Les méthodes d'accès aux serveurs d'images et de catalogues en ligne sont diverses. Certaines images sont chargées par la génération dynamique d'URL à partir des registres d'observations ("log") contenus dans VizieR (cas du HST, de VLA FIRST...). Pour d'autres serveurs dont les interfaces HTTP acceptent des requêtes par coordonnées, c'est un formulaire adapté à chaque serveur qui est généré à partir d'une courte description ASCII du serveur et de ses paramètres d'interrogation.

Une fois chargées, les images peuvent être comparées aux images d'autres relevés, on peut y superposer des catalogues, jouer sur les contrastes, afficher en fausse couleur, superposer des annotations sur les images, et tout prochainement réaliser la composition colorée d'images de bandes spectrales différentes.

URL : http ://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml

8. Les outils du CDS : Identification croisée et bibliographie = SIMBAD

Les objets détectés dans les relevés peuvent être retrouvés dans SIMBAD s'ils ont été identifiés à des objets déjà connus, ou s'ils ont été cités dans des articles publiés. On accède ainsi à la liste des identificateurs de ces objets, aux références des articles qui les citent, à des liens vers d'autres bases de données, vers Vizier, ou vers des journaux électroniques.

URL : http ://simbad.u-strasbg.fr/sim-fid.pl

9. Vers l'Observatoire Virtuel

Dans le cadre du projet Européen AVO (Astrophysical Virtual Observatory), Vizier et Aladin seront utilisés comme des portails pour l'interopérabilité des archives. Dans ce cadre, de nouveaux registres d'observations seront intégrés à Vizier ; des liens vers les serveurs d'images correspondants seront ajoutés : ISO, XMM, MERLIN(Jodrell Bank), le CFHLS, les archives de l'ESO et du ST-ECF sont actuellement prévus.

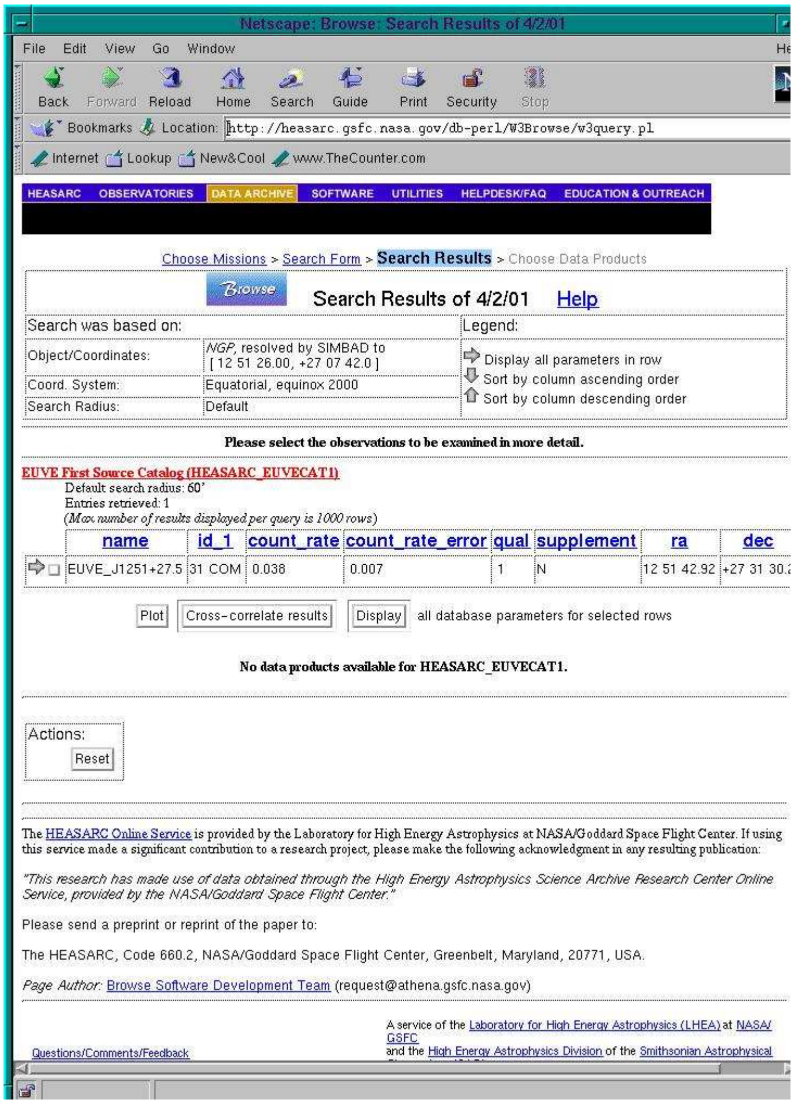

Figure 4.: *Interface W3Browse aux données EUVE*

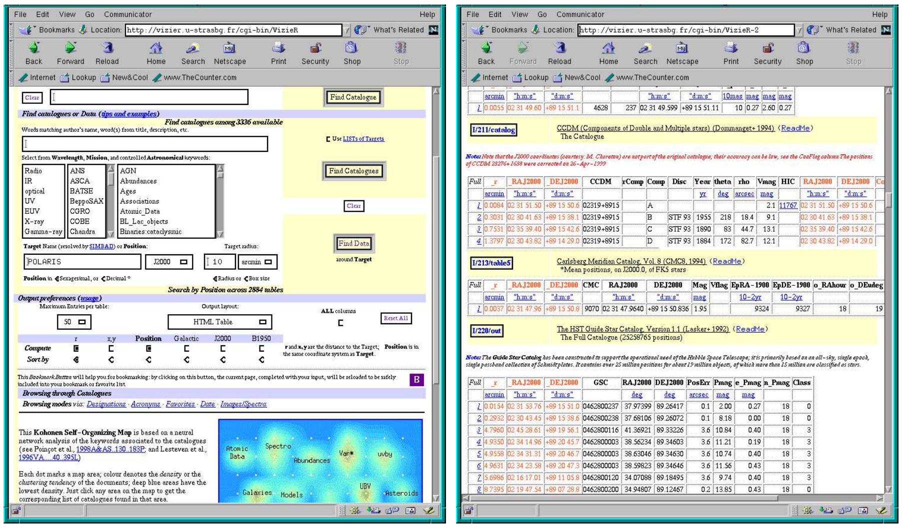

Figure 5.: *Recherche des données de catalogues autour de l'étoile polaire avec VizieR*

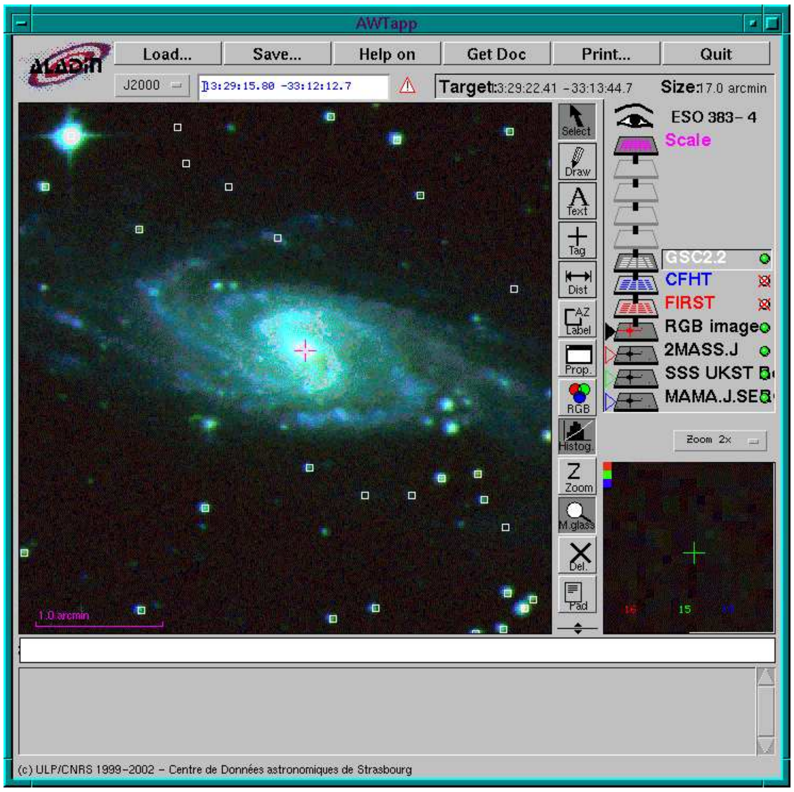

Figure 6.: *Aladin : Composition colorée d'une image MAMA SERC J, d'une image SUPERCOSMOS AAO R et d'une image 2MASS J avec superposition de sources GSC2.2*