

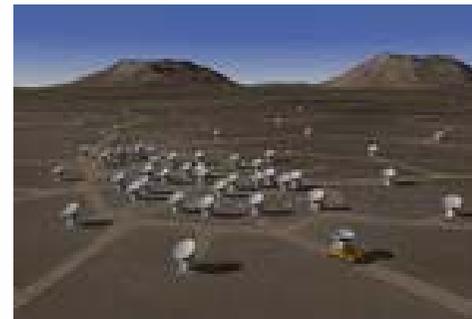
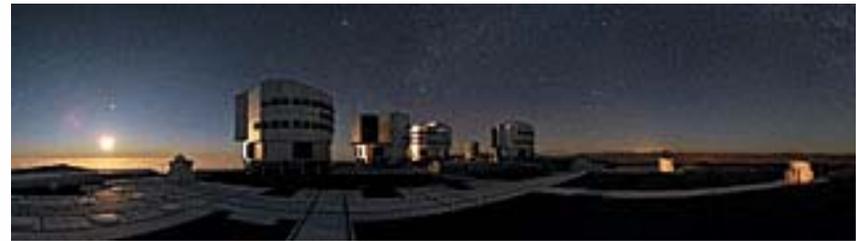
# Les données astronomiques et l'Observatoire Virtuel

Françoise Genova, UMR 7550



Research Data Sharing  
without barriers

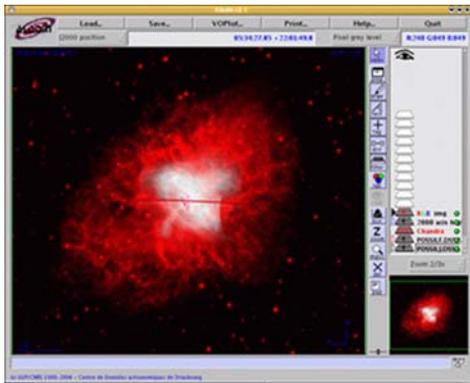
# □ Les infrastructures de recherche en astronomie



**Et les données!**

# □ Pourquoi les données en astronomie?

- Au coeur de la démarche scientifique



- Astronomie multi-longueur d'onde et multi-messagers

La combinaison d'observations par différents instruments permet de comprendre les phénomènes à l'oeuvre – une part significative et croissante des publications

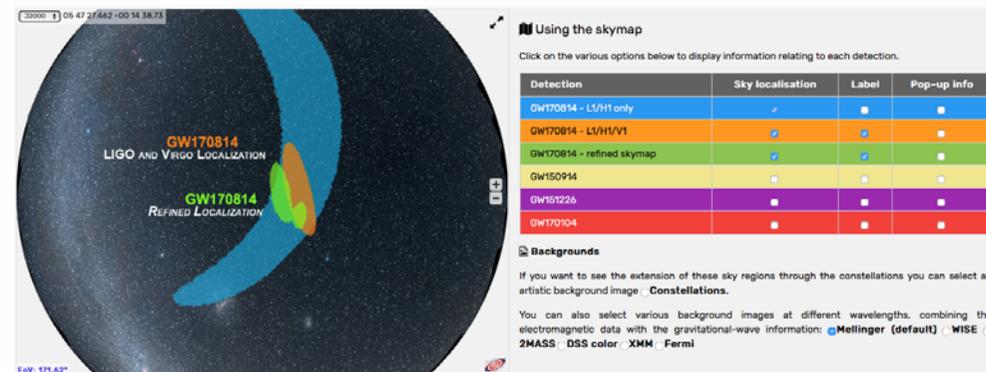
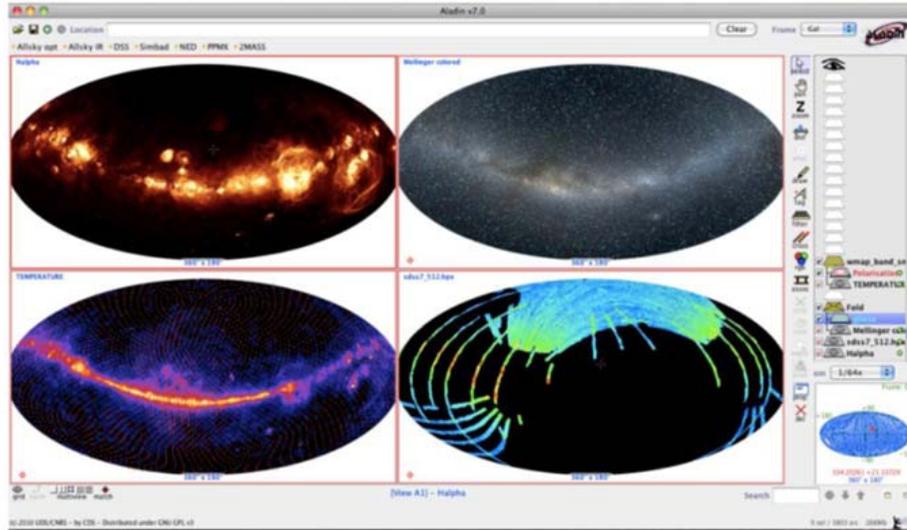
- Variabilité des objets

- Comparaison modèles/observations

- etc

- Optimisation du retour scientifique des investissements

# Le ciel multi-longueur d'ondes / multi-messenger



# □ Les données en astronomie

- Observations des télescopes sol et spatiaux >> Archives des observatoires
- Très grands relevés du ciel (informations homogènes sur un grand nombre d'objets)
- Bases de données à valeur ajoutée (CDS) – données homogénéisées, extraites en particulier des publications et grands relevés
- Données bibliographiques (journaux académiques, base de données ADS maintenue par la NASA)
- Données de modélisation

# □ Le Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS)

- Créé en 1972 par l'INAG (>CNRS/INSU) et l'ULP (>UNISTRA)
  - Collecter les données utiles sous forme électronique
  - Les améliorer en les évaluant et en les comparant
  - Distribuer les résultats à la communauté scientifique internationale
  - Mener des recherches utilisant les données
- Dans une structure de recherche de l'Université, l'Observatoire Astronomique de Strasbourg (UMR 7550)
- Equipe intégrée de chercheurs/documentalistes/informaticiens (~30 personnes, 1/3-1/3-1/3)
- « Big and smaller data »: données résultats de recherche, validées par des publications + données d'observation « de référence »

# □ Page web (et accès par programmes)

The screenshot displays the CDS website interface within a browser window. The browser's address bar shows 'cds.u-strasbg.fr'. The website header includes a navigation menu with 'Portal', 'Simbad', 'VizieR', 'Aladin', 'X-Match', 'Other', and 'Help'. Below the header, the main content area features the CDS logo and the text 'Centre de Données astronomiques de Strasbourg' and 'Strasbourg astronomical Data Center'. A central row of four tiles provides quick access to 'Entry point to all services', 'Object database', 'Catalogue database', and 'Interactive sky atlas', each with a search input field. Below this, there are sections for 'Other services' (X-match, Dictionary, Sesame, SimPlay), 'Hosted services' (ADS mirror, A&A, TIPTOPbase, INES), and 'Recent events' (LISA VIII conference). A 'Latest news' section lists recent catalog additions and other astronomical news. A 'Featured news' section highlights 'Gravitational Waves - Aladin-Lite and Aladin visualisations' with a corresponding image. A left sidebar contains a comprehensive list of links, including 'Home', 'About CDS', 'People', 'Support', 'myCDS', 'Virtual Observatory projects', 'Other projects', 'Authorities', 'Links', and 'NASA'.

# □ Noms d'objets dans SIMBAD

Fichier Edition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

ngc 4151

simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-basic?ident=ngc+4151&submit=SIMBAD+search

Some important notes on this object about identifications and objects associations. In [NAME UMA REGION](#)

notes:

**Hierarchy** : number of linked objects  
whatever the membership probability is (see description [here](#)) :

parents : 4      siblings : 134      Display criteria : All

**Identifiers (78) :**

<a href="#">NGC</a> 4151	<a href="#">II</a> 1208+397	<a href="#">RX</a> J1210.5+3924	<a href="#">[SAG2012]</a> 182.6350+39.4063
<a href="#">2A</a> 1207+397	<a href="#">IGR</a> J12106+3925	<a href="#">LRCs</a> J121031.3+392450	<a href="#">[CHM2007]</a> HDC 706 J121032.65+3924207
<a href="#">3A</a> 1208+396	<a href="#">INTDEF</a> 475	<a href="#">SDSS</a> J121032.56+392421.1	<a href="#">[CHM2007]</a> LDC 867 J121032.65+3924207
<a href="#">AKARI - FIS-V1</a> J1210324+392428	<a href="#">IRAS</a> z12080+3940	<a href="#">SWIFT</a> J1210.5+3924	<a href="#">[SB91]</a> 1208+396
<a href="#">AKARI - IRC-V1</a> J1210321+392418	<a href="#">IRAS</a> s12080+3940	<a href="#">TC</a> 195	<a href="#">[SRL2007b]</a> 107
<a href="#">B2</a> 1208+39	<a href="#">IRAS</a> s12079+3941	<a href="#">TYS</a> 1208+396	<a href="#">[KVC2005]</a> 1
<a href="#">B2_3</a> 1208+39	<a href="#">KPG</a> 324b	<a href="#">TYC</a> 3017-939-1	<a href="#">[L82005]</a> MCC 4151 X1
<a href="#">B3</a> 1208+396	<a href="#">KUG</a> 1208+396A	<a href="#">2U</a> 1207+39	<a href="#">[M98c]</a> 120800.8+394111
<a href="#">BPS</a> BR 16920-0025	<a href="#">LEDA</a> 38739	<a href="#">3U</a> 1207+39	<a href="#">[SMM2004b]</a> J121032.55+392421.0
<a href="#">BNE</a> 1208+3941	<a href="#">LJHY</a> 30	<a href="#">4U</a> 1206+39	<a href="#">[T76]</a> 57A
<a href="#">CARO</a> 1530	<a href="#">LM</a> 1207+397	<a href="#">UGC</a> 7166	<a href="#">[VV2000c]</a> J121032.5+392421
<a href="#">1E</a> 1208.0+3941	<a href="#">2MASX</a> J12103258+3924210	<a href="#">UGC</a> J121032.5+392421	<a href="#">[VV2003o]</a> J121032.5+392421
<a href="#">2E</a> 2603	<a href="#">2MASX</a> J12103265+3924207	<a href="#">WN</a> 1208+3941	<a href="#">[VV2006c]</a> J121032.5+392421
<a href="#">2E</a> 1208.0+3941	<a href="#">MAXI</a> J1210+394	<a href="#">WISE</a> J121032.58+392421.2	<a href="#">[VV2010c]</a> J121032.5+392421
<a href="#">1ES</a> 1208+39.6	<a href="#">MCG+07-25-044</a>	<a href="#">WN</a> B1208.0+3941A	<a href="#">[VV98c]</a> J121032.5+392421
<a href="#">FIRST</a> J121032.5+392420	<a href="#">NVSS</a> J121032+392420	<a href="#">WN</a> B1208.0+3941	<a href="#">[W7994]</a> 1208+396
<a href="#">GB6</a> B1208+3941	<a href="#">PDC</a> J1210.5+3924	<a href="#">2XMM</a> J121032.5+392421	<a href="#">[S882003]</a> RX J1210.5+3924 1
<a href="#">B7C6</a> 120800.7+394100	<a href="#">RHS</a> 1074	<a href="#">XSS</a> J12106+3927	<a href="#">AAV80</a> 1205+39
<a href="#">1H</a> 1210+393	<a href="#">RGL</a> J1210.5+3924	<a href="#">z</a> 1208.0+3941	
<a href="#">II</a> 1208+396	<a href="#">IRXP</a> J121032.4+392418	<a href="#">z</a> 215-45	

**Plots and Images**

# Tri des références par importance pour l'objet dans SIMBAD

simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-id-refs/submit-sort+references&ident=%401877869&Name=NGC++4151

NGC 4151 , the SIMBAD biblio

other query Identifier Coordinate Criteria Reference Basic Script TAP Output Help  
 modes : query query query query query submission options

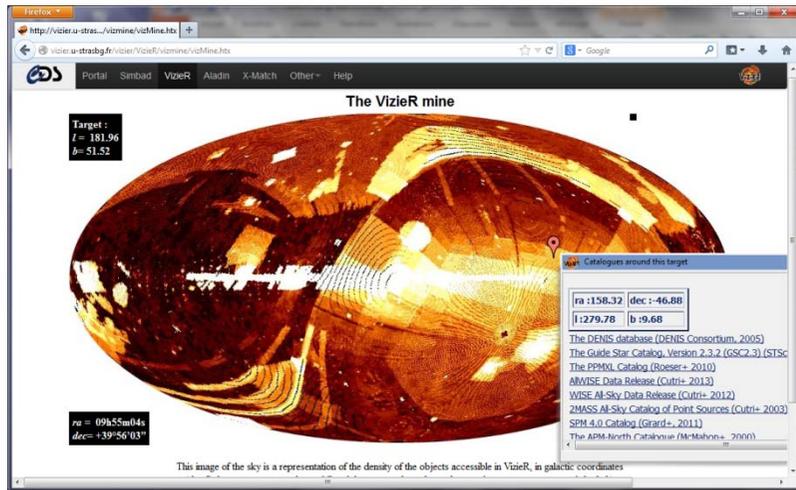
NGC 4151 , the SIMBAD biblio (2942 results) C.D.S. - SIMBAD4 rel 1.3 - 2015.11.01CET08:10:23

send the bibcodes to ADS

Sort references on where and how often the object is cited  
 trying to find the most relevant references on this object.  
[More on score](#)

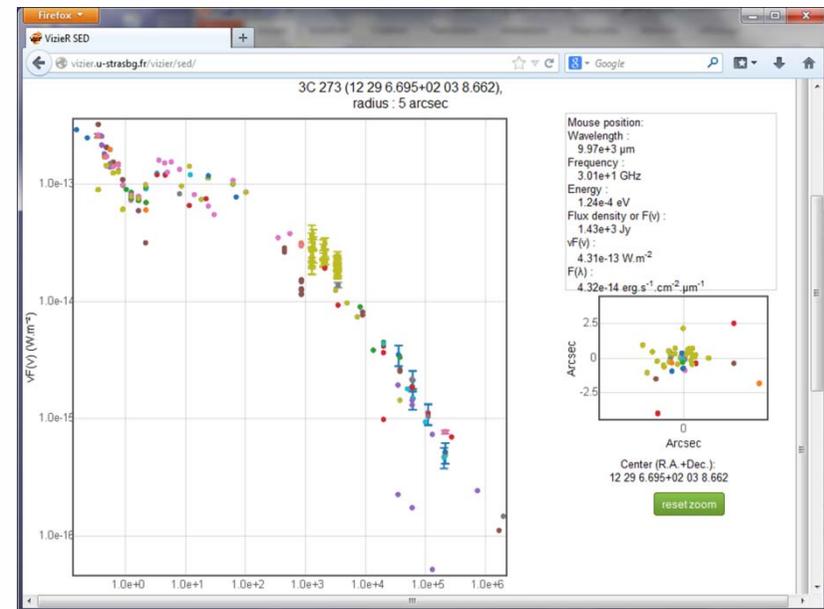
Bibcode/DOI	Score	in Title/Abstract/Keywords	in a table	in teXt, Caption, ...	Nb occurrence	Nb objects in ref	Citations (from ADS)	Title	First 3 Authors
<a href="#">2011ApJ...739...69M</a>	2528		D	X C	60	16	70	Outflows from active galactic nuclei: kinematics of the narrow-line and coronal-line regions in Seyfert galaxies.	MULLER-SANCHEZ F., PRIETO M.A., HICKS E.K.S., et al.
<a href="#">2011ApJ...742...23W</a>	2454	T R A		S X C	56	4	22	A deep Chandra ACIS study of NGC 4151. III. The line emission and spectral analysis of the ionization cone.	WANG J., FABBIANO G., ELVIS M., et al.
<a href="#">2013RAA...556A..136I</a>	2420	T R A		X C	54	12	4	Near-infrared imaging spectroscopy of the inner few arcseconds of NGC 4151 with OSIRIS at Keck.	ISERLOHE C., KRABBE A., LARKIN J.E., et al.
<a href="#">2007MNRAS...382...194N</a>	2403		D	S X F	59	33	274	An XMM-Newton survey of broad iron lines in Seyfert galaxies.	NANDRA K., O'NEILL P.M., GEORGE I.M., et al.
<a href="#">2008ApJ...174...31H</a>	2291	A	D	S X C	56	15	59	Circumnuclear gas in Seyfert 1 galaxies: morphology, kinematics, and direct measurement of black hole masses.	HICKS E.K.S. and MALKAN M.A.
<a href="#">2014ApJ...791...37O</a>	2223	T R A		S X C	47	7	12	The black hole mass of NGC 4151. II. Stellar dynamical measurement from near-infrared integral field spectroscopy.	ONKEN C.A., VALLURI M., BROWN J.S., et al.
<a href="#">2015AA...578A...57B</a>	2222	T R A		X C	46	1	1	Monitoring the temperature and reverberation delay of the circumnuclear hot dust in NGC	SCHNUELLE K., POTT J.-U., RIX H.-W., et al.

# □ Données de « longue traîne » dans VizieR



*Résultat de recherche  
Données validées par une publication  
Découvrables et réutilisables  
Même service que les  
très grands relevés*

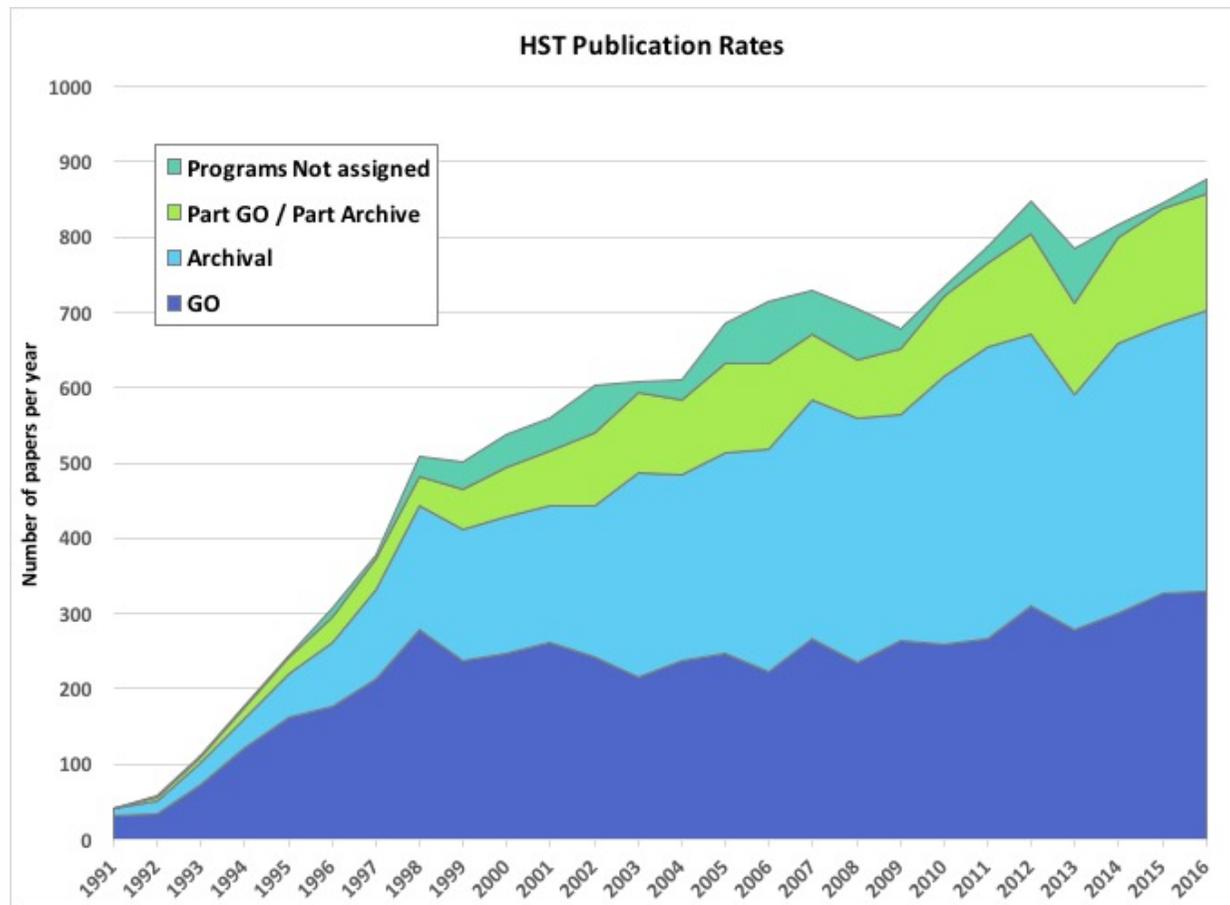
*“Photometry viewer”:  
mesures spectrales  
extraites  
de la collection  
Lien vers l’origine de  
la donnée*



# □ L'infrastructure des données astronomiques

- Les données sont disponibles ET UTILISÉES
  - Plus d'articles basés sur les données d'archives du HST que sur les observations originales
  - 800.000 requêtes par jour sur les services du CDS (un seul des composants du paysage!)
- Les agences responsables des observatoires sols et spatiaux maintiennent les archives
- Services fournissant les données en réseau sur le web (~1993-1994), y compris les journaux académiques
- Interopérabilité des données et des outils: l'Observatoire Virtuel Astronomique

# Publications issues des données du Telescope Spatial Hubble



<https://archive.stsci.edu/hst/bibliography/pubstat.html>

# Services de données distribués, en réseau

The image displays four browser windows illustrating distributed astronomical data services:

- Top-left:** The SAO/NASA ADS Astronomy Abstract Service page for the paper "The ISO-SWS post-helium atlas (Vandenbussche+, 2002)".
- Top-middle:** The SAO/NASA ADS Abstract Service page showing a list of links for observation data from the Infrared Space Observatory (Obsno 04800954, AOT S06).
- Top-right:** The VizieR Result Page for the same paper, displaying a table of stars with columns for RA, DEC, Source, Simbad, Alias, Sp Type, TDT, RA, and DEC.
- Bottom-right:** The ISO Postcard Server page for observation ID 04800954, providing details on target name (WR147), AOT (SWS06), start/end times, and validation status, along with a grid of 24 spectral line plots.

# □ Les standards jouent un rôle essentiel

- Il faut des standards (et qu'ils soient utilisés par les producteurs de données!) pour Découvrir, Accéder, Réutiliser les données et les rendre interopérables (i.e. « FAIR »)
- Point de départ: le format FITS (1977)
  - Intègre données et métadonnées: les données sont **réutilisables**
  - Permet de partager les observations des télescopes
  - Permet de développer des outils
  - Maintenu par l'Union Astronomique Internationale
- Bibcode (fin des années 80)
  - Identification d'une référence bibliographique (bien avant les DOI!)
  - Liens entre bases de données et journaux dès le début du web

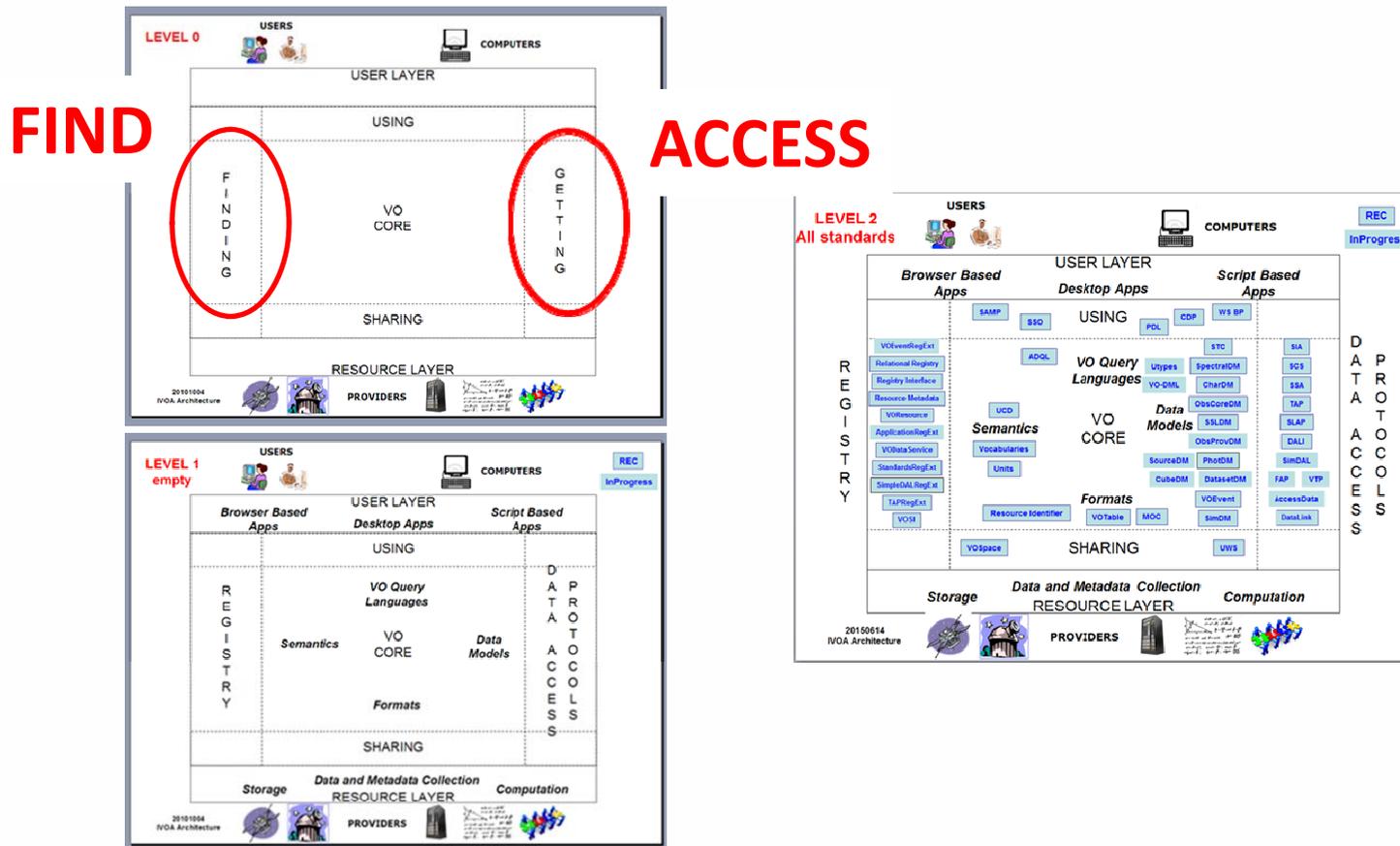
# □ L'observatoire Virtuel astronomique

- Activité internationale depuis ~2000-2001
- Interopérabilité **des données et des outils**
  - **Trouver** les données, y **accéder**
  - **Interopérabilité**
  - Les standards sont développés sous l'égide de l'International Virtual Observatory Alliance (IVOA)
  - Une fine couche pour assurer l'interopérabilité
  - Standards réutilisés par d'autres disciplines
- Working Groups & Interest Groups

# □ Les membres de l'IVOA



# □ L'architecture de l'OV



# Les outils de l'OV

The screenshot displays the VizieR web interface. On the left, the 'Search Criteria' section is visible, with 'Save in CDSportal' circled in red. Below it, a table of search results is shown. The table has columns for various astronomical parameters, including RA, Dec, and magnitudes. A 'Broadcast' button is circled in red in the top right area. In the center, there is a plot of 'u' magnitude versus 'B' magnitude. At the bottom, there is a plot of 'SED' (Spectral Energy Distribution) for a specific source, with 'SED' circled in red. The interface also shows various navigation and tool icons at the top and bottom.

Full	RAJ2000	DEJ2000	[BPG2011]	Ndet	Q	St	SED	zsp	q_FUVmag	NUVmag	u'mag	Bmag	S-Rmag
	"h:ms"	"d:ms"							mag	mag	mag	mag	mag
1	14 20 12.49	+53 07 29.7	000003	21	3	0	SED		20.889	20.254	19.006	18.616	16.619
2	14 22 32.04	+53 15 56.0	002141	6	0	0	SED		26.358	26.874	-32.768	28.632	28.053
3	14 21 40.33	+53 05 31.4	003350	18	1	5	SED						
4	14 21 07.38	+52 54 30.3	004590	20	0	4	SED						
5	14 21 07.20	+52 54 31.9	004591	20	0	5	SED						
6	14 20 08.68	+52 44 00.2	005366	17	2	5	SED						
7	14 19 44.98	+52 58 28.7	005468	18	1	6	SED						
8							SED						
9							SED						
10							SED	0.210800	4				
11							SED						
12							SED						
13							SED						
14							SED						
15							SED						
16							SED						
17							SED						
18							SED						
19							SED						
20							SED						

## □ En Europe

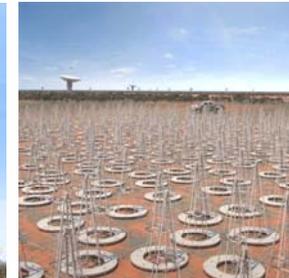


- France, Allemagne, Espagne, Grande Bretagne, Italie, ESA (ESO)
- Une série de projet en support à la coordination des activités européennes
  - Support aux scientifiques et aux centres de données, travail technologique (standards et outils)
- Work Package *Data Access, Discovery and Interoperability* du Cluster ASTERICS (2015-2019)

# □ Les grands projets impliqués

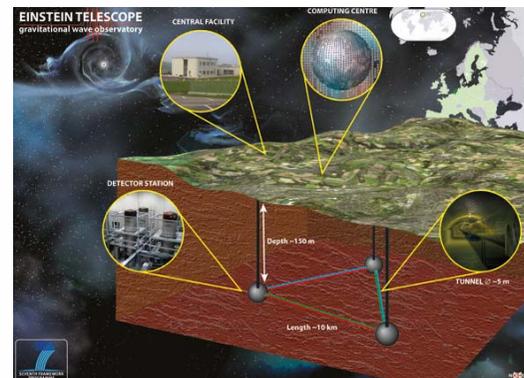
ESO Associate Partner; collaboration étroite avec ESA

CTA

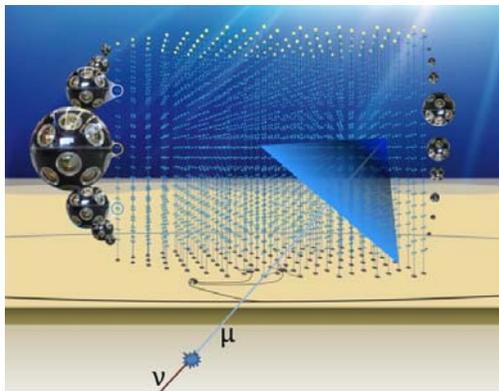


SKA

EGO/ET



KM3Net



## □ En France



- L'action Spécifique Observatoires Virtuels France (CNRS/INSU – CNES)
- CS: représentants des Programmes Nationaux, i.e. problématiques scientifiques
- Une communauté VO nationale très active et très visible dans l'IVOA
- Echanges techniques entre les centres de données

# □ Les données astronomiques sont FAIR

- Producteurs de données
  - Données FITS réutilisables
  - En général une courte période propriétaire sur les données d'observation (obtenues sur appel d'offre)
- Développeurs de l'OV
  - Une cadre pour trouver les données, y accéder et les faire interopérer
  - Outils interopérables

# □ Conclusions

- L'astronomie a été et reste une discipline pionnière
- Changement de paradigme effectué: les données en ligne sont utilisées par les chercheurs dans leur travail de recherche quotidien
- Collaboration au niveau international pour la standardisation, les liens entre services et l'interopérabilité
- Parmi les éléments essentiels:
  - La confiance des utilisateurs (qualité des données)
  - La pertinence vis-à-vis des besoins de la recherche
- Beaucoup de travail sous-jacent
  - Chercheurs, informaticiens, curateurs du contenu (une évolution du métier de documentaliste)
  - Quelles carrières dans les universités et les organismes de recherche?