

Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines

Fouilles Massives d'Archives Spectroscopiques

L'Observatoire Virtuel en planétologie

Exemples de deux cas scientifiques
ou cas d'utilisation

Astéroïdes

51 Peg

Alain Sarkissian

Avant de commencer

Le contexte:

Vous avez une idée de fouille d'archive

Le faire à la main (et à l'œil nu) prend un temps considérable

Le faire d'une façon automatique est la solution mais:

- L'archive que vous voulez regarder change en permanence (nouveau éléments, nouvelle version d'analyse, nouveau paramètres)
- Il existe plusieurs archives (observatoires) pour la même chose
- Votre fouille nécessite une recherche séquentielle de plusieurs archives distinctes

- Vous voulez comparer observation et modèle

=> L'Observatoire Virtuel est votre solution

CADRE

Mise en place de l'Observatoire Virtuel pour la Planétologie

IPDA: International Planetary Data Alliance

Europlanet IDIS: Europe

La mise en place avance à grands pas
sur les modèles de l'IVOIA, du PDS et de PSA.

En cours:

formats, accès, structures, dictionnaires, modèles de données

Mais encore beaucoup à faire

Plan

- 1 Astéroïdes
 - Présentation du cas scientifique
 - Le workflow, étape par étape
 - Démo / exercice
- 2. 51 Peg
 - Présentation du cas scientifique
 - Le workflow, étape par étape
 - Démo / exercice

First Byurakan Survey (FBS)

- 1965 – 1980 Observatoire de Byurakan (Arménie)
- 1m télescope Schmidt + objectif prisme
- Couverture du ciel: $DEC > -15^\circ$
toutes RA (sauf Voie Lactée)
- Total: 17 000 deg^2
- 2180 plaques; 1133 champs
- Champs: $4^\circ \times 4^\circ$



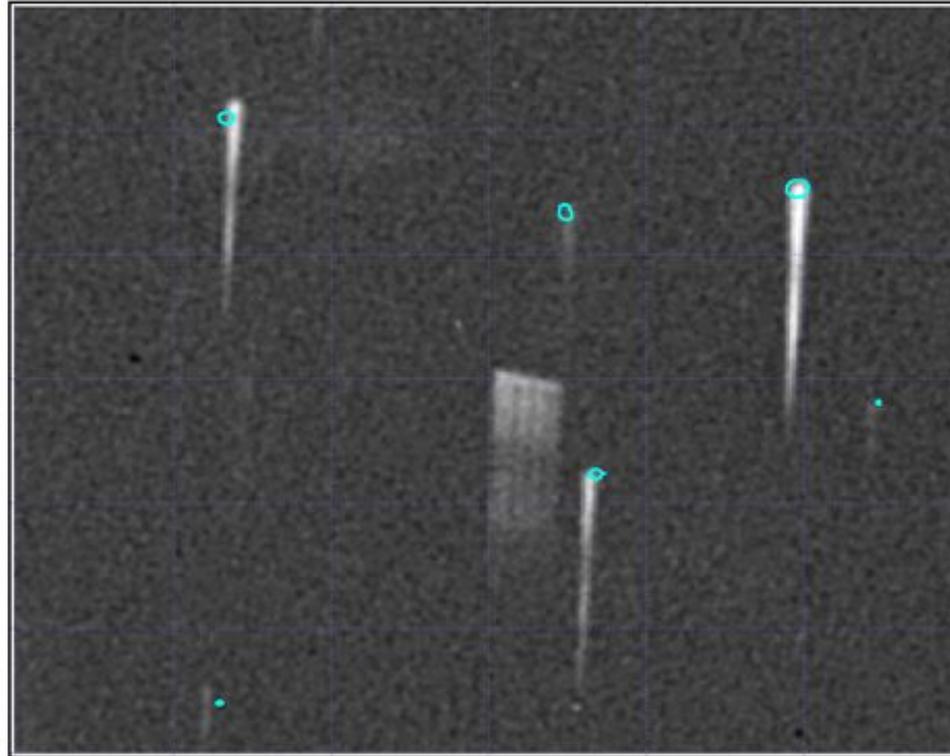
- A l'origine, études des galaxies (Seyfert, AGN, ...)
- 20 000 000 objets (spectres)
- Magnitude limite: 17.5 (V)
- Domaine spectrale: 3400 – 6900 Å
- Résolution 50 Å
- Digitalisé depuis 2005 (DFBS)
- En format VO depuis 2006 (Collaboration IMCCE, OBSPM, IPSL, Université d'Erevan)
- Une dizaine d'articles depuis 2005, 1 livre dédié
2 "workflows" VO, Astéroïdes et étoiles carbonées

Astéroïdes dans le DFBS

- Extraction de données pour l'étude d'objets du Système Solaire
- Dans le cadre de l'Observatoire Virtuel
- Valorisation scientifique des archives
- Propriétés Dynamiques (important pour NEOs)
- Propriétés Physiques (colorimétrie, albédos, propriétés de surface)
- Classes et familles dynamiques

Exemple de plaque du DFBS, 4° x 4°





Eurykleia Mag 10.6 fbs0070eve LOC 014132+161034 Xpix 2757.4 Ypix 7063.5

EXATODS + SKYBOT + DFBS + Sky view = VO Workflow

Alain Sarkissian (LATMOS, France), Areg Mickaelian (Byurakan, Armenia) ,
Jerome Berthier (IMCCE, France), Frederic Vachier (IMCCE, France)

EXATODS (simplifié)

<http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml>

Logiciel graphique VO, Aladin (via SAMP ou PLASTIC)

<http://byurakan.phys.uniroma1.it/index.php?page=plitelist>

Base DFBS : coordonnées des plaques, date et heure d'observation

http://vo.imcce.fr/webservices/skybot/skybot_query.php?-ep=1965-11-18T02:00:00&-ra=23.5&-dec=+30&-bd=4.0&-loc=123&-mime=text&-from=D'Alembert

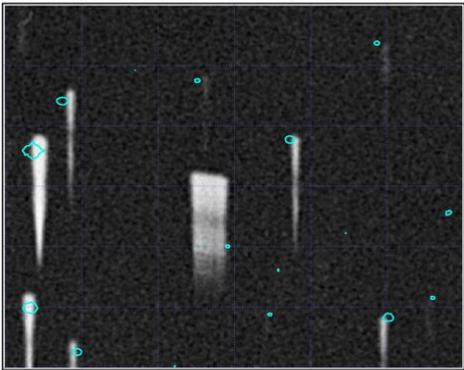
Base Astéroïdes en fonction de la date d'Observation et du champ. EXATODS trouve un astéroïde brillant dans la plaque, il va extraire cette partie du DFBS centrée sur l'astéroïde.

<http://skyview.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/images?Survey=digitized+sky+survey&position=45.4251234,7.068468756771&Return=GIF>

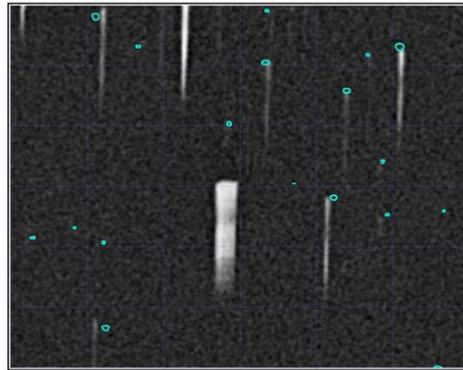
Base de champ d'étoiles, permettra de différencier l'astéroïde des autres objets

<http://esavo.esa.int/vospec/> : Analyse spectrale (via SAMP ou PLASTIC)

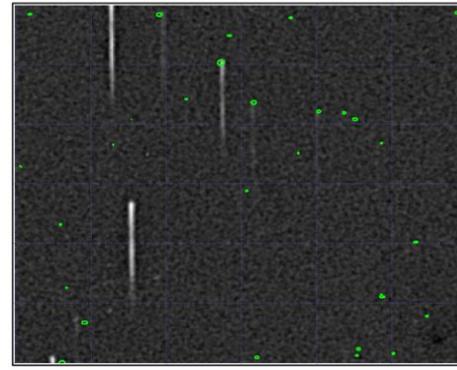
Répéter sur 2100 plaques du DFBS et + 400 000 astéroïdes



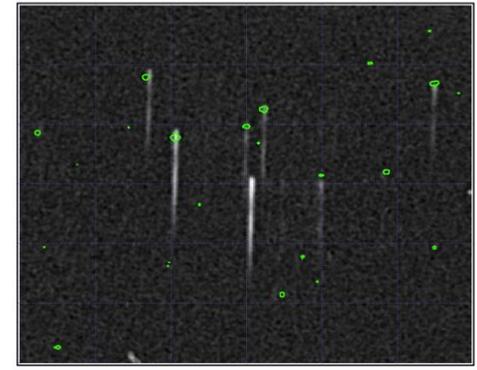
Dione Mag 12.8 fbs0216eve LOC 100142+270944 Xpix 4482.2 Ypix 4945.8



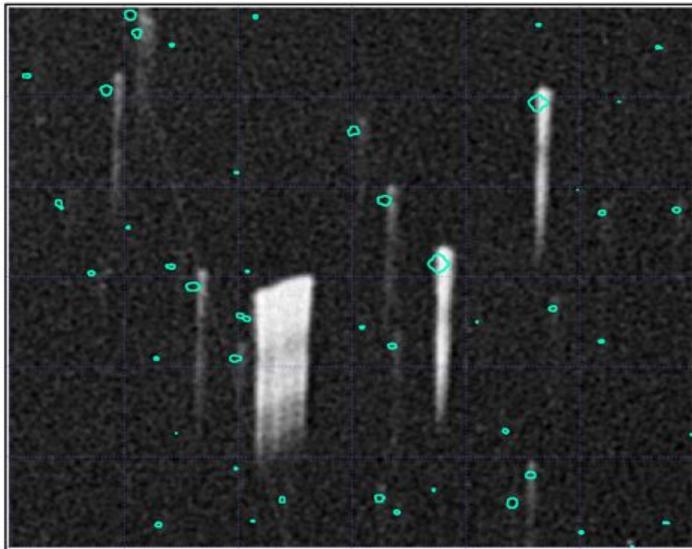
Bettina Mag 11.8 fbs1350eve LOC 030406+233455 Xpix 1290.5 Ypix 5758.1



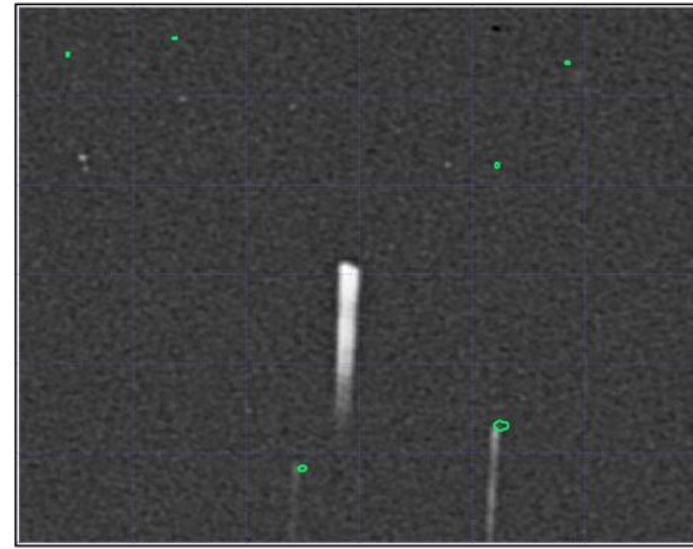
Eunike Mag 12.2 fbs0663eve LOC 100549+080030 Xpix 2477.1 Ypix 7761.3



Gerda Mag 13.2 fbs0975eve LOC 135957+051223 Xpix 5473.4 Ypix 575.89



Irene Mag 11.6 fbs0353eve LOC 093415+095006 Xpix 6542.4 Ypix 2241.1



Irene Mag 12.1 fbs0831tim LOC 031328+385332 Xpix 8052 Ypix 4490.1

magnitude < 13.5

200 spectres d'astéroïdes exploitables, 30 saturés ou étoile en fond

Analyse spectrale en cours, collaboration LATMOS/BAO/IMCCE

Identification des astéroïdes carbonés

2. 51 Peg

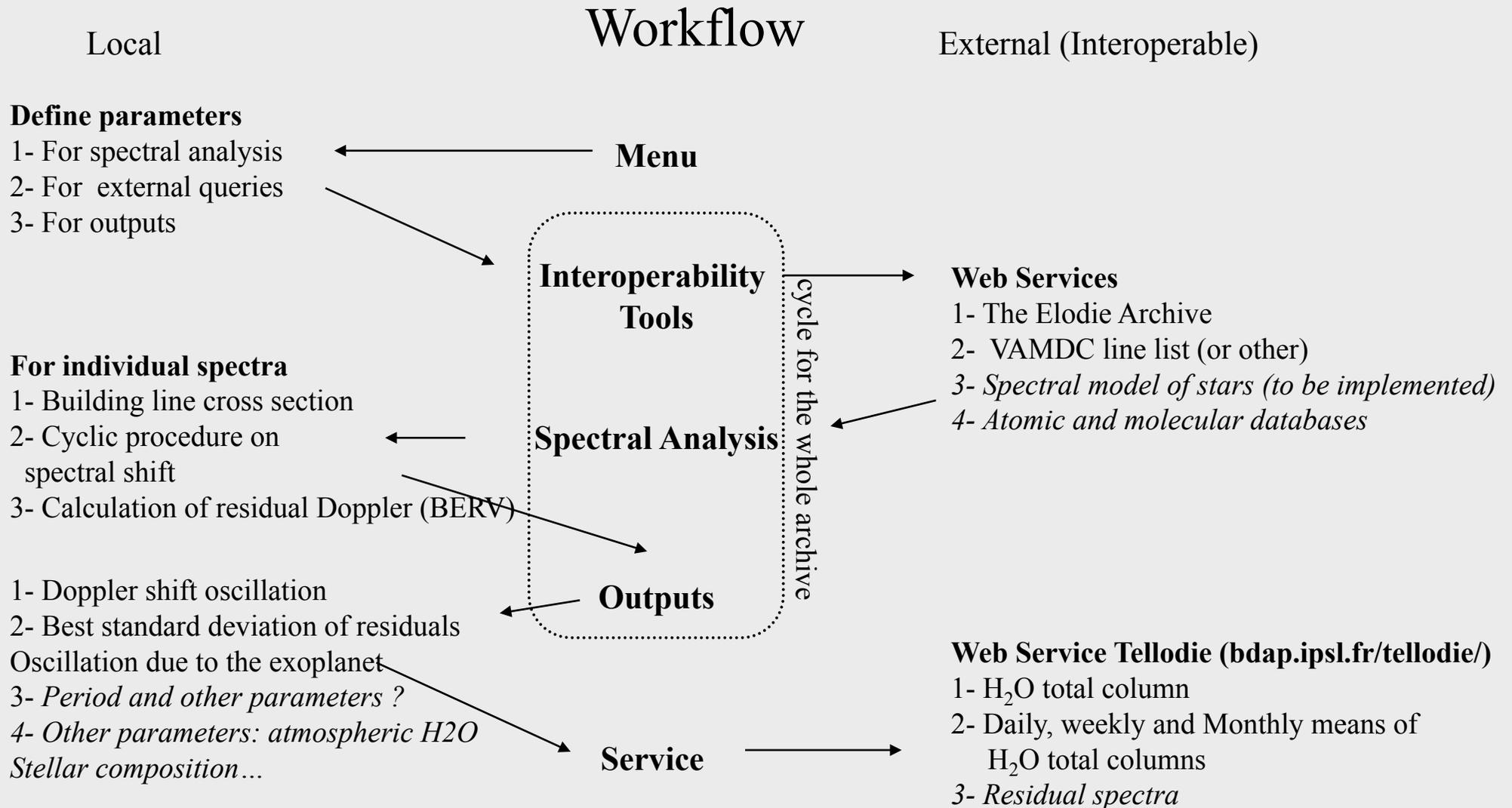
Introduction du cas scientifique

- ❑ **Objectif: Trouver les signatures d'exoplanètes dans les archives existantes. Le spectre d'une étoile accompagnée d'une exoplanète se décale en longueur d'onde d'une quantité très faible, périodique, mais détectable par les instruments**
- ❑ **Outils: Elodie (Sophie), Simbad (via Elodie ou via Aladin), exoplanet encyclopaedia, VAMDC (base de données atomiques et moléculaires), analyse spectral (Splat, VOSpec, etc...).**
- ❑ **Construire la procédure dans un format maison et tester les éléments**
- ❑ **A faire chez vous : le faire sous forme d'un WORKFLOW en format VO**

Historique

- ❑ **Détection des exoplanètes par la méthode des vitesse radiales (décalage spectral Doppler) sur 100 000 raies spectrales de 51 Peg (Mayor & Queloz),**
- ❑ **On se propose de chercher dans les archives les plus évidentes, celle avec laquelle on a découvert 51 Peg**
- ❑ <http://atlas.obs-hp.fr/elodie/E.cgi?>

The Elodie Workflow: Absorption Stellar Lines in the Elodie Spectra
 Doppler shifts in spectral lines due to exoplanet around the star
 18 000 spectra available on-line of 30 000 existing



Le workflow étape par étape

- 1. Sélection de l'étoile: 51 Peg
- 2. Recherche des spectres dans Elodie

<http://atlas.obs-hp.fr/elodie/>

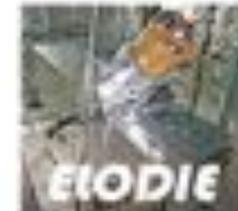
Elodie: Base de données spectrales à haute résolution

Plus de 17 000 spectres en ligne



The ELODIE archive

An on-line database
of high-resolution stellar spectra



[Introduction](#) | [Help](#)

NEW Access to [cross-correlation](#) results (2005/12)

Enter a designation or coordinates

11 Pgs

Examples:
[HD117998](#) [J04 14 57.15 32.00](#) [simbadprocion](#) [HD180007](#) [HD180073](#) [GJ3](#)

a. For identifiers
 you can choose to query :

b. For coordinate and around
 object queries, define a radius : [arcmin]

c. Choose a sample in the list:

Query a sample of objects in a region of the sky

a. Define a region of the sky
 (R1950 or J2000):

Right ascension from to
 examples: [18.00.00](#) to [18.00.00](#) (R1950)
[11.8.00.00](#) to [11.8.00.00](#) (J2000)

Declination from to
 example: [-02.00.00](#) to [02.00.00](#)

b. Choose a sample in the list:

Advanced search

a. [Set multiple constraints:](#) Select observations in a range of S/N, exposure time, date of observation...

b. [List of objects:](#) Upload a list of objects and find the corresponding observations.
 The file must contain one designation per line ([example](#))
 aucun fichier sélectionné

The ELODIE archive contains presently 33678 spectra, among which 17460 are public

Bibliographic reference for the ELODIE Archive: [Moutaka et al. \(2004\) PASP, 116, 682-688](#)

External links: [Pollux database project](#) · [Spectrophotometry in Hyperleda](#) · [UYES, Palomar Observatory Project](#)

- En deux parties,

a- Demandez le catalogue... des spectres de 51 Peg

- <http://atlas.obs-hp.fr/elodie/fE.cgi?c=o&o=51peg&a=t>

Réponse: !! The name <tt>51 Peg</tt> is not found in ELODIE archive

- <http://atlas.obs-hp.fr/elodie/fE.cgi?c=o&o=HD217014&a=t>

!-----

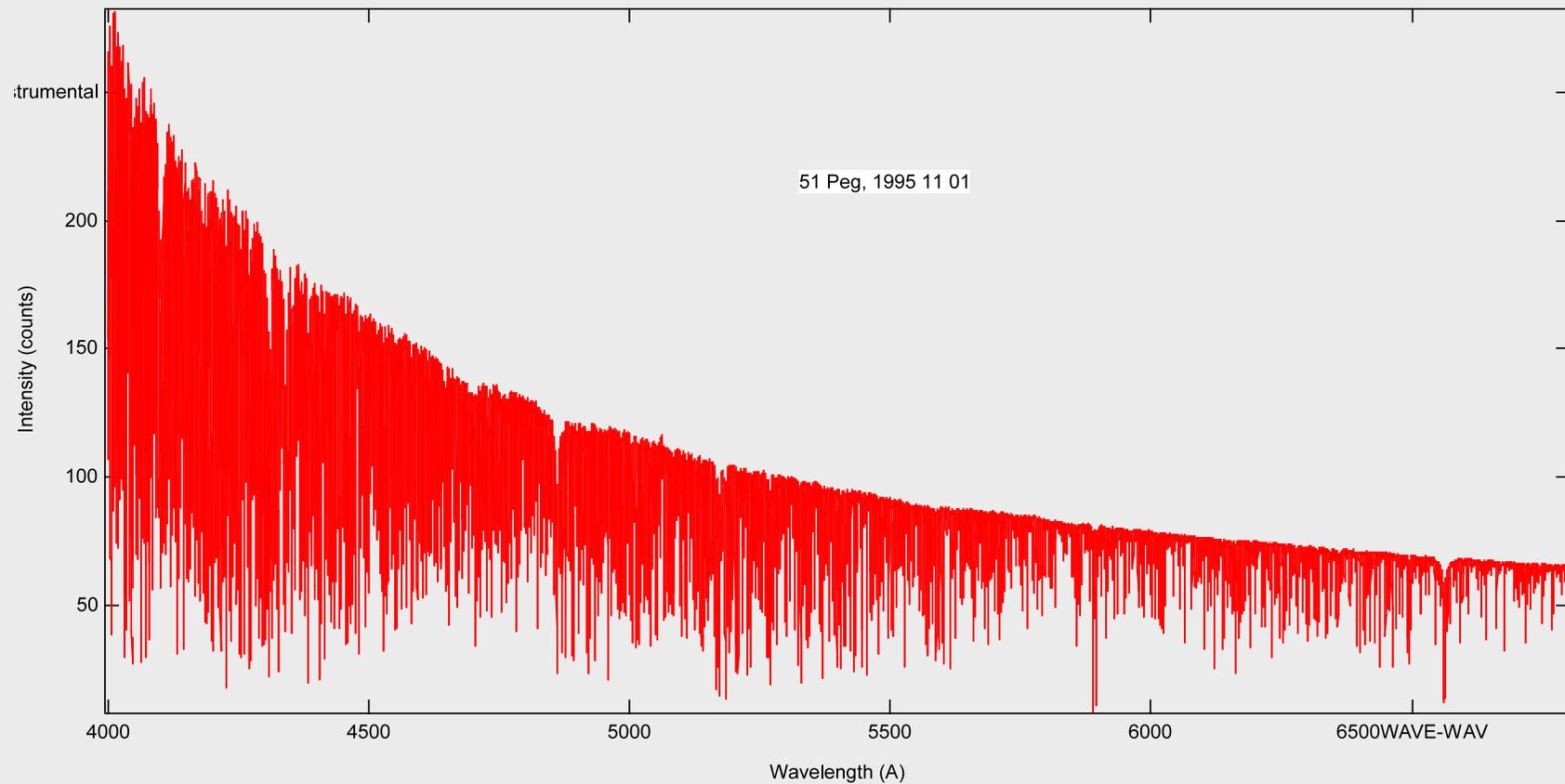
HD217014	J225726.9+204603	elodie:19940914/0022	65	OBTH
HD217014	J225726.9+204603	elodie:19940916/0017	68	OBTH
HD217014	J225726.9+204603	elodie:19941027/0008	54	OBTH
HD217014	J225726.9+204603	elodie:19941029/0009	161	OBTH
HD217014	J225726.9+204603	elodie:19950110/0007	127	OBTH
HD217014	J225726.9+204603	elodie:19950111/0008	107	OBTH
HD217014	J225726.9+204603	elodie:19950112/0007	74	OBTH
HD217014	J225726.9+204603	elodie:19950121/0010	94	OBTH

b- Charger dans votre ordi chaque spectre individuellement

["http://atlas.obs-hp.fr/elodie/E.cgi?c=i&z=vs&o=elodie:19950110/0007"](http://atlas.obs-hp.fr/elodie/E.cgi?c=i&z=vs&o=elodie:19950110/0007)

b-bis- [wget "http://atlas.obs-hp.fr/elodie/E.cgi?&c=i&o=elodie:19960502/0041&a=mime:application/x-fits"](http://atlas.obs-hp.fr/elodie/E.cgi?&c=i&o=elodie:19960502/0041&a=mime:application/x-fits) -O 19960502_0041.fits

3. Télécharger en local tous les spectres d'Elodie sur 51 Peg Ici 51 Peg, Elodie à OHP, 1 Nov 1995



- 4. Vérification des propriétés de l'exoplanète sur "Exoplanet encyclopaedia" (période, type d'étoile, etc...) et avec Simbad (name resolver)

Propriétés de 51Peg d'après le Exoplanet Encyclopaedia, [http:// exoplanet.eu/](http://exoplanet.eu/) Disponible en format VO

The Extrasolar Planets Encyclopaedia

Established since February 1995

[Home](#) | [Interactive Catalog](#) | [Bibliography](#) | [Research](#) | [Meetings](#) | [Other Sites](#)



Interactive Extra-solar Planets Catalog

Maintained by © 2006 [Jean Schneider](#) (CNRS-LUTH, Paris Observatory)
 Technical support : [Cyril Dedieu](#) For the use of this catalog [README](#) first.

1.a. Candidates detected by radial velocity (update : 18 May 2006)

[<< Back to the Index Catalog](#) | [Data Catalog](#) | [Histograms](#) | [Correlation Diagrams](#) | [Planet Table](#)

(sorted by increasing period of the closest planet) Statistics : 154 planetary systems / 180 planets / 19 multiple planet systems

Planet Data (PDF version - XLS format)								
PLANET	M _{Jup}	PERIOD	SEM-MAJ AXIS	ECC.	INCL.	STATUS	DISCOV.	UPDATE
	(M _{Jup}) - stats	(days) - stats	(AU) - stats		(deg) - stats	ⓘ	(year)	
OGLE-TR-56 b	1.45	1.2119189	0.0225	0	81	R	2002	22/08/05
OGLE-TR-113 b	1.35	1.4324758	0.0228	0	88.2	R	2004	14/04/06
OGLE-TR-132 b	1.19	1.689857	0.0306	0	85	R	2004	13/04/05
Gliese 876 d	0.023	1.93776	0.0208067	0	-	R	2005	22/08/05
Gliese 876 c	0.56	30.1	0.13	0.27	7 84	R	2000	19/12/05
Gliese 876 b	1.935	60.94	0.20783	0.0249	84	R	2000	19/12/05
HD 86081 b	1.5	2.1375	0.039	0.008	-	R	2006	18/04/06

Star : 51 Peg

From the [Extrasolar Planets Encyclopaedia](http://www.obspm.fr/planets) : <http://www.obspm.fr/planets>

THE STAR

- Basic data :

Name	51 Peg
Distance	14.7 pc
Spectral Type	G2 IV
Apparent Magnitude	V = 5.49
Right Asc. Coord.	22 57 27
Decl. Coord.	+20 46 07

- More data :

- [Basic data](#) (from [Simbad](#))
- [Mass recent val](#) (from [ADS](#))

PLANET

- Basic data :

Name	51 Peg b
Mass	0.468 (± 0.007) M _J
Semi major axis	0.052 AU
Orbital period	4.23077 (± 5e-05) days
Eccentricity	0
Omega	0 deg
T _{max,rv}	2497 (± 0.022) JD 2 450 000

- [51 Peg Remarks](#) :

- The orbital distance to the star (0.05 AU) was incompatible with theoretical predictions (A. Boss, *Science*, **267**, 360, 1995) and has triggered speculations on orbital migration (Lin et al. 1996, Rasio et al., 1996)
- No second companion found (Marcy 1996)
- Further evidence for a planet (Hatzes et al., 1996, 1997); nonradial oscillation modes (l > 4) excluded to explain RV amplitude
- Further evidence for a planet (Pravdo et al., 1996) from X-ray non detection
- Planet or M2 star? This question was implicitly raised by a paper by the PTI team claiming that [the 51 Peg system may be resolved](#). See the [comment](#) by G. Marcy
- Circumstellar disk searched for at UKIRT and KECK but not found (Trilling et al. 1999 and 2000)

- [51 Peg Other web pages](#) :

- [Geneva Observatory data](#)
- [Velocity curves and data](#) (Butler and Marcy)
- [Precise radial velocity with AFOS](#) (Advanced Fiber Optic Echelle Spectrometer; Sylvain G. Korzenik et al., Harvard)
- photometric monitoring of 51 Peg at Mount Wilson (Henry et al.) versus [orbital phase](#) and [Julian Date](#)
- [51 Peg](#) Web page at U. of Oregon
- [Six charts](#) (Seti League)
- [Vanishing World](#) (Scientific American)

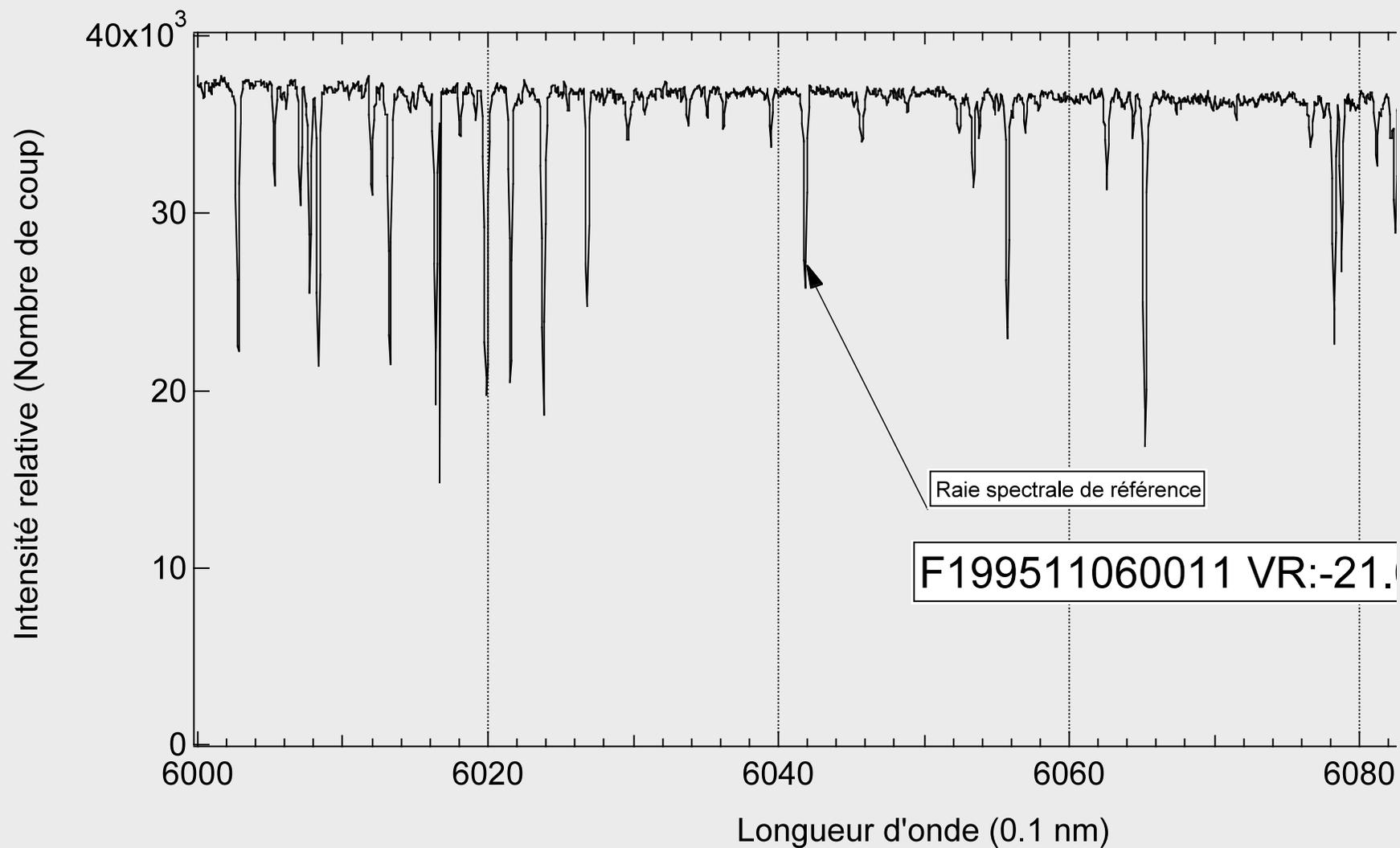
- 5. Infos sur les raies-bandes spectrales atomiques et moléculaires sur

<http://www.vamdc.eu/>

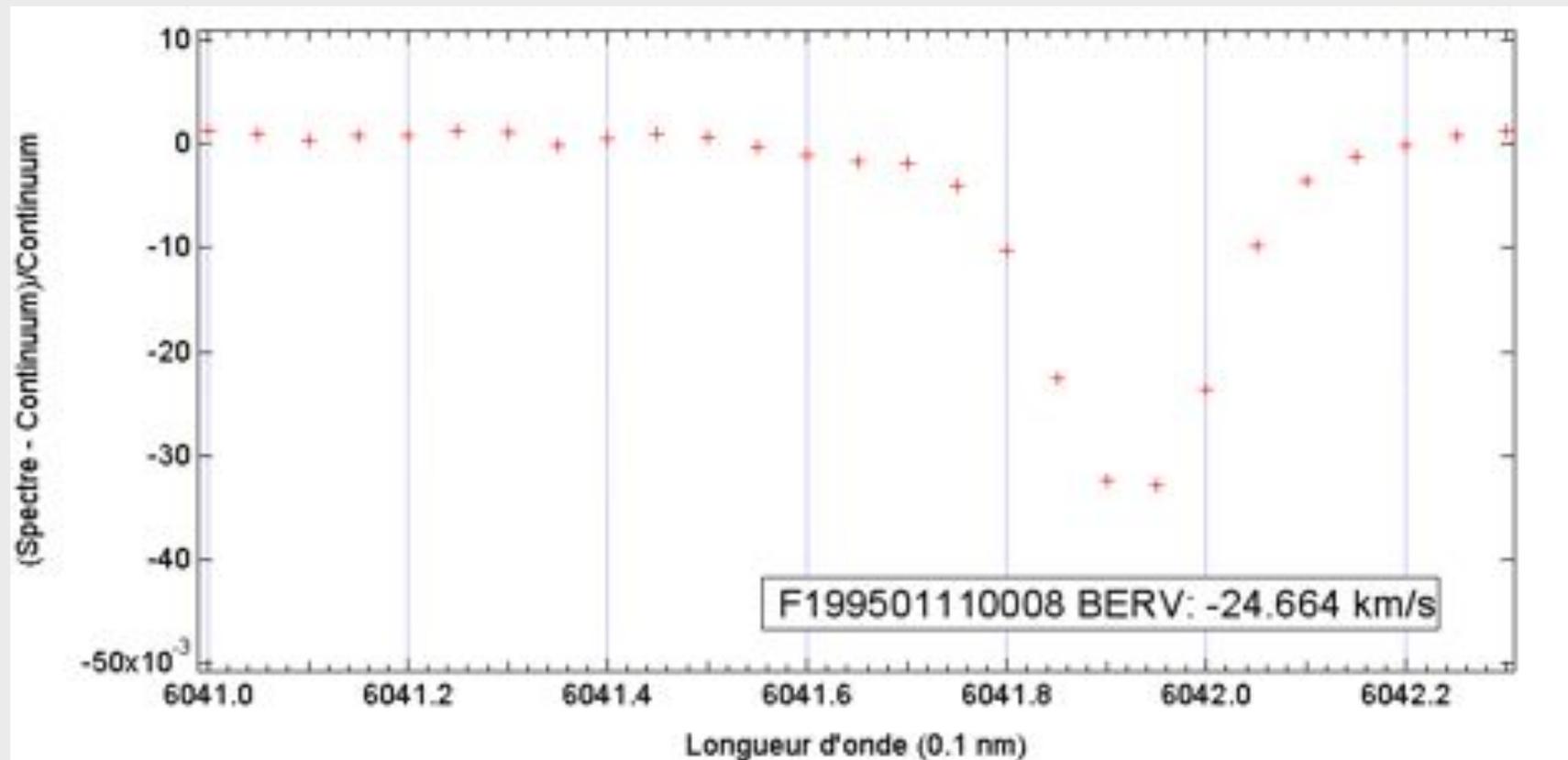
VAMDC

Database and Utilities

Selection de la raie spectrale
Le workflow le fera pour 100 000 raies



6. Analyse spectrale pour tous les spectres à 6042 Å
avec votools: Splat, VoSpec, etc...



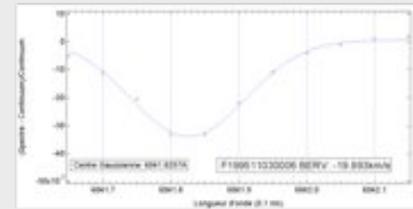
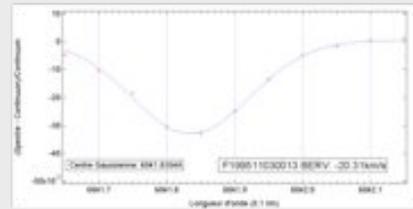
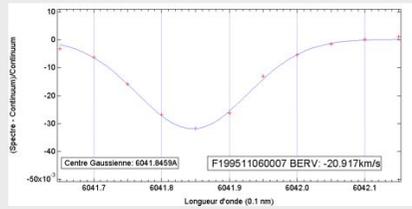
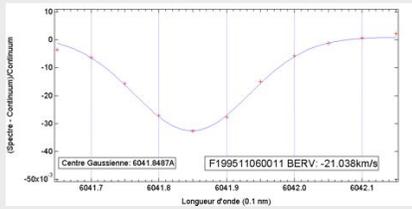
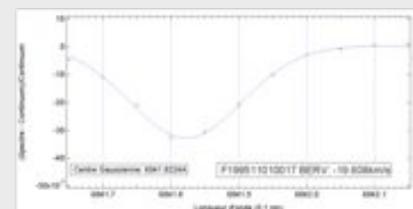
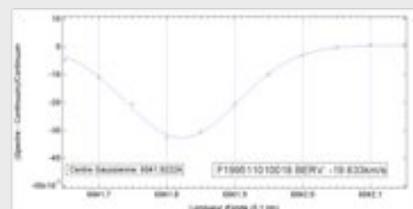
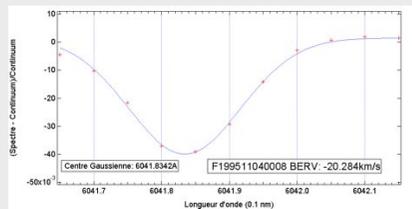
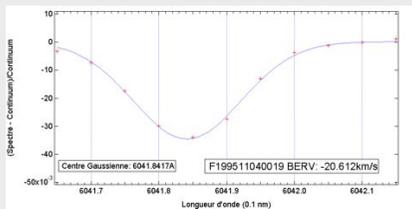
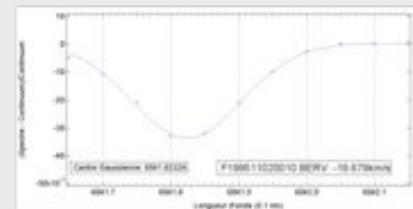
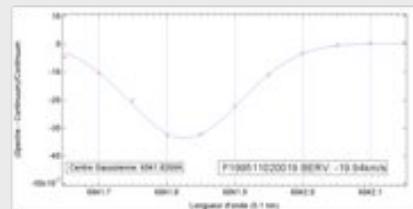
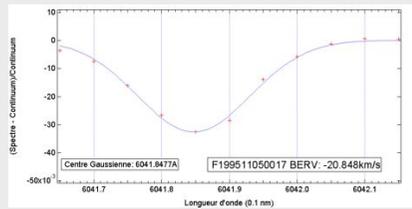
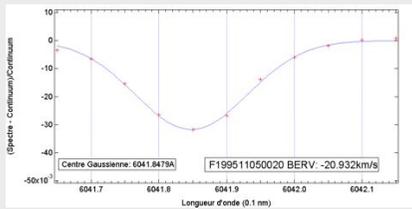
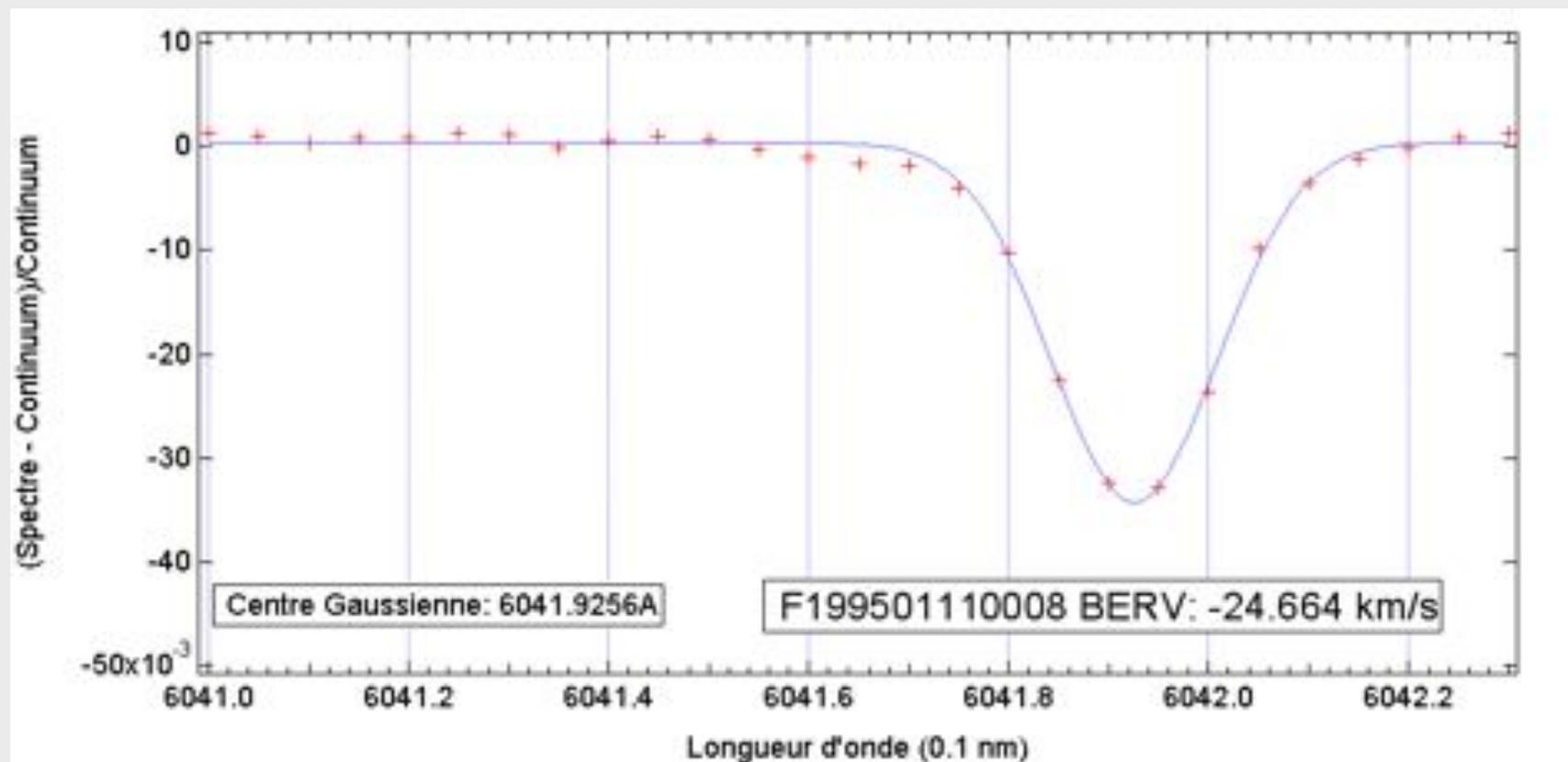


Figure 3 à 16. Zoom at very high resolution of the spectral line (red crosses). The Gaussian fit is the blue curve.



7. Fit de 6042 A par une simple Gaussienne simple:
=> Décalage spectrale (pas que...)

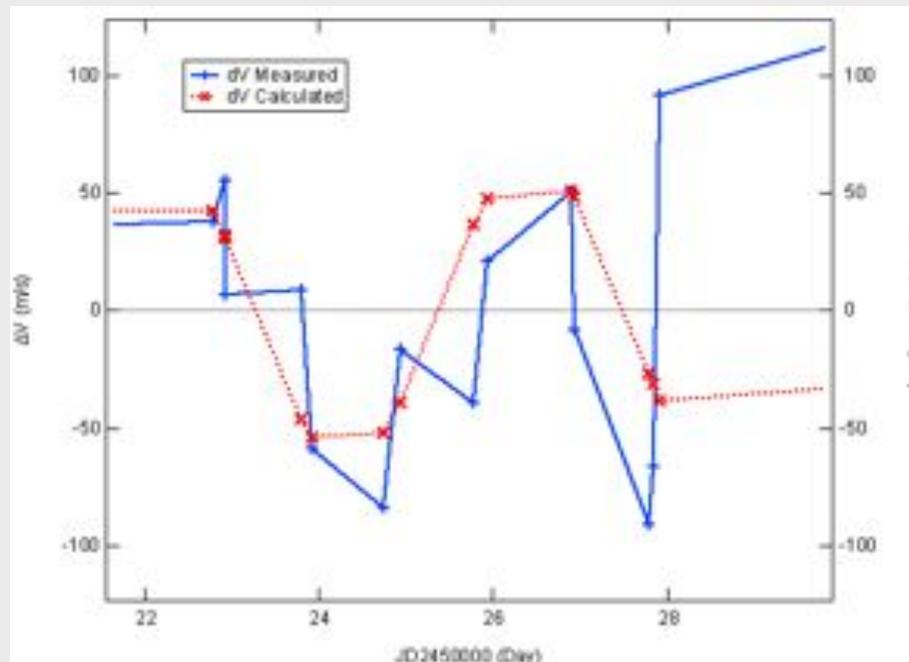


Pour tous les spectres

7. Vérification des périodicités

- Si l'exoplanète est connue: période, ΔV vs temps
- Sinon: ΔV vs temps et recherche de périodicité

Résultat pour 51 Peg



A vous...
Merci