

TRAITEMENT D'UNE IMAGE AVEC ASTROMETRY

Image initiale :



Elle résulte de l'empilement, par Jean-Louis Betoule (JL), d'un grand nombre de photos d'une seconde de pose, en pied fixe, avec un objectif de 400 mm de focale.

En me transmettant cette image, JL me demandait deux choses :

- Déterminer la région qui est photographiée (coordonnées centrales, orientation, identification des étoiles).
- Quelle est la magnitude de l'étoile la plus faible ?

Utilisation d'Astrometry

Le logiciel fonctionne selon deux modalités :

- Mode en ligne : l'image est « envoyée » sur (**Upload** en anglais) le site qui contient à la fois les logiciels et les catalogues d'étoiles. Le résultat (si l'image est localisée) est affiché sur une page web.

- Mode local : les logiciels nécessaires sont installés sur l'ordinateur ainsi que les catalogues d'étoiles.

Deux séries de catalogues sont proposés : Le catalogue Tycho2 et le catalogue USNO.

Le second est beaucoup plus gros parce qu'il contient beaucoup plus d'étoiles.

Dans ce qui suit, il est question de l'usage en local en ayant installé le catalogue Tycho 2.

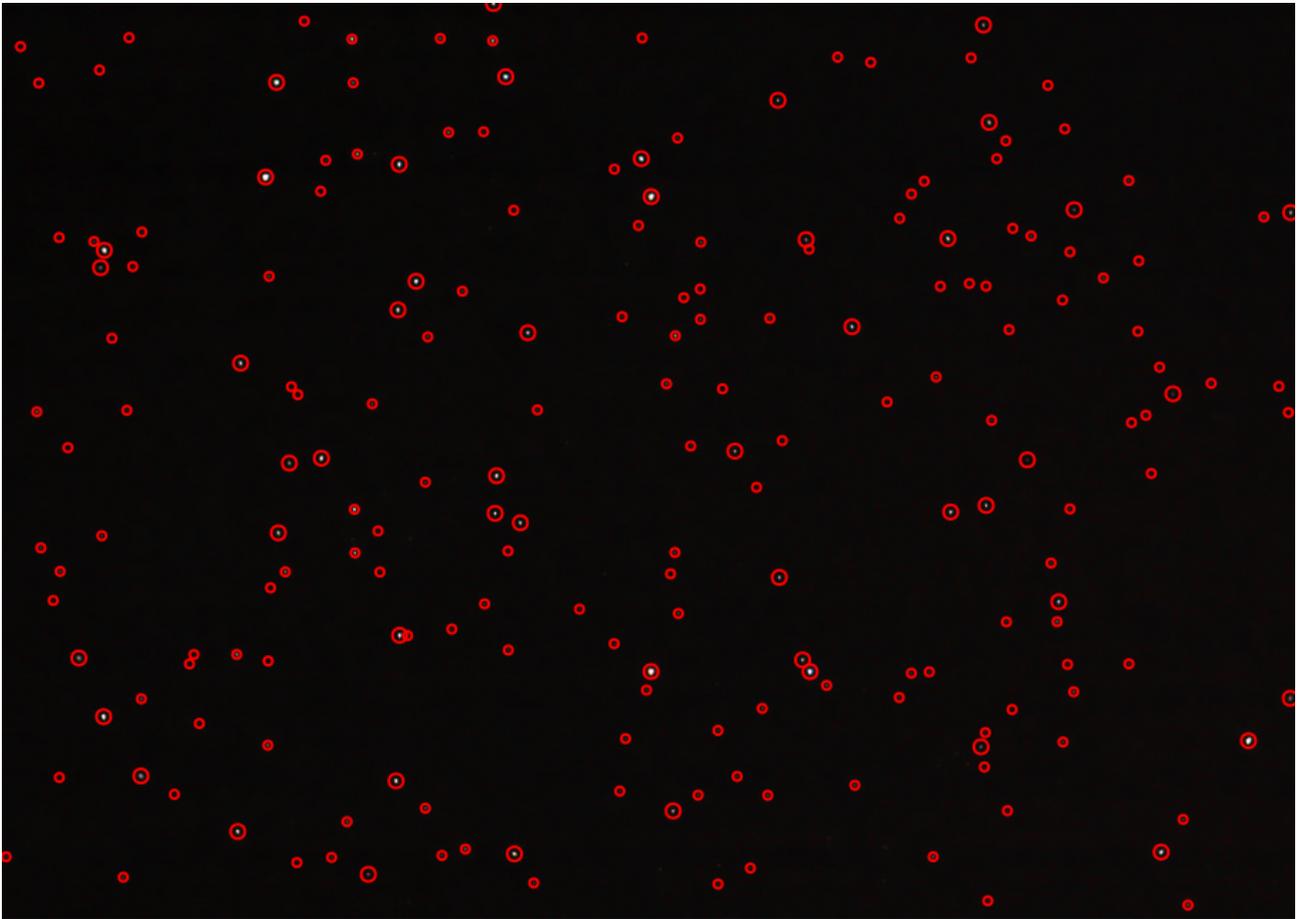
Les fichiers image vont être affichés ci-dessous et commentés.

On va ensuite essayer d'accéder au contenu des fichiers de données au format « fit ».

La documentation en anglais est disponible à l'adresse <http://astrometry.net/doc/readme.html#output-files>

2. Les fichiers « image » générés

2.1. *cible-obs.png*



Chacune des étoiles individualisées a été entourée d'un cercle rouge.

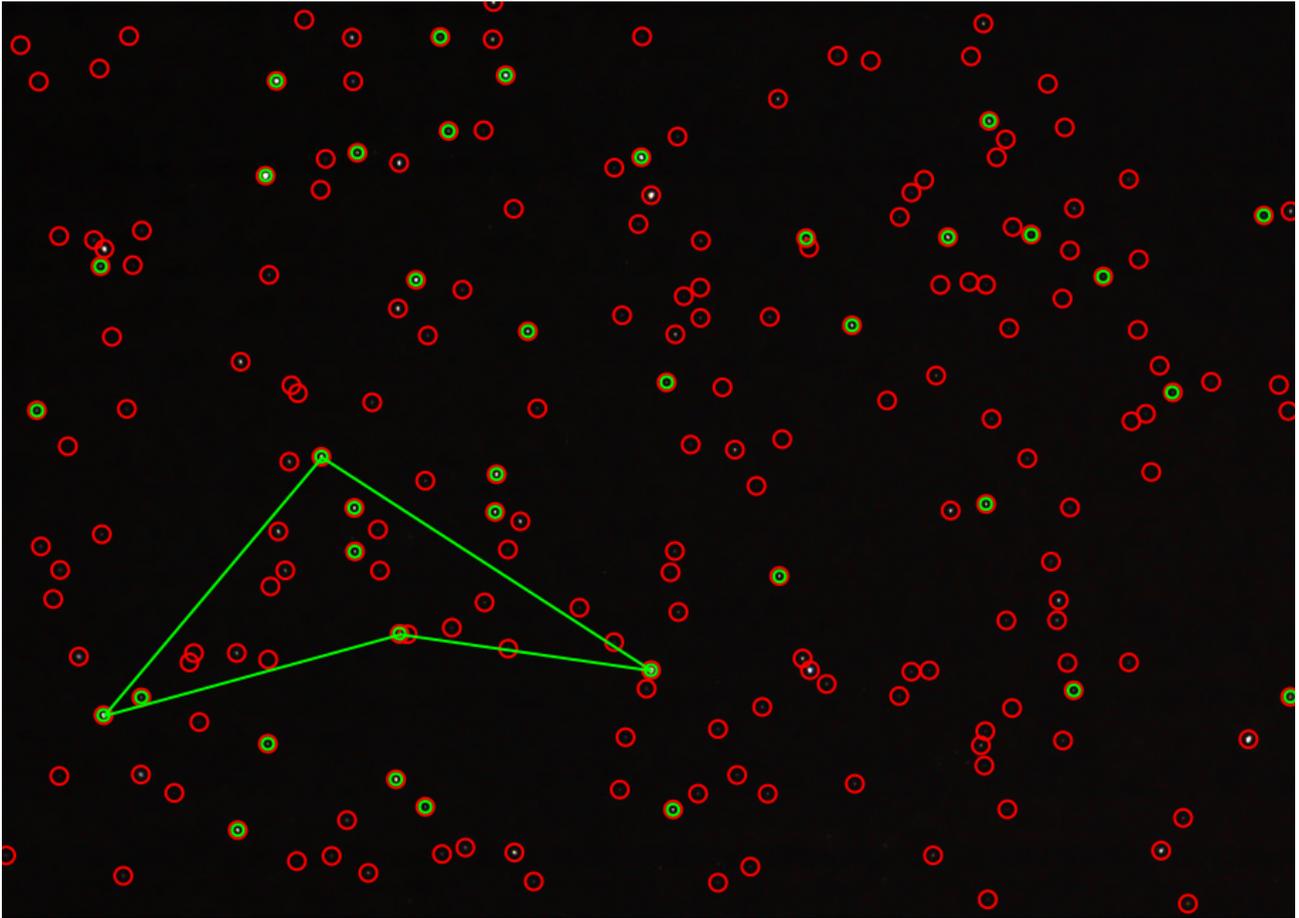
Dans la documentation :

```
<base>-objs.png a plot of the sources (stars) we extracted from the image.
```

2.2. *cible-ngc.png*

Elle est identique à l'image initiale (mais au format png) et n'est pas reproduite ici.

2.3. cible-indx.png



On retrouve les étoiles entourées en rouge.

Certaines sont entourées en vert (associées au catalogue d'étoiles?)

Le tracé géométrique correspond au mode de fonctionnement d'Astrometry qui s'efforce d'identifier des « formes » particulières permettant d'identifier la zone sans erreur possible.

Dans la documentation :

<base>- indx.png	sources (red), plus stars from the index (green), plus the skymark ("quad") used to solve the image.
---------------------	--

Remarque :

Le nombre d'étoiles entourées de vert est beaucoup plus réduit que le nombre d'étoiles possibles.
Aucun paramètre n'est documenté pour en augmenter le nombre.

Hypothèses :

- Ce nombre est réduit délibérément pour accélérer l'exécution du logiciel.
- Il est réduit parce que le catalogue installé contient moins d'étoiles.

Pour le moment, pas de réponse.

3. Quelques fichiers de données « fit »

Ils vont être explorés en utilisant le langage de programmation Python complété de la bibliothèque dédiée aux fichiers fit : pyfits

3.1. Exemple du fichier « cible-indx.xyys »

(remarque : le code donné en exemple est tout sauf exemplaire. Il est rédigé de façon à obtenir au plus vite la réponse à la question suivante : « qu'y a-t-il dans ce fichier ? »).

```
# -*- coding:Utf-8 -*-
from __future__ import print_function
import pyfits as pf
nom_fichier = 'cible-indx.xyys'
hdulist = pf.open(nom_fichier)
print("Données du fichier ",nom_fichier)
hdulist.info()
scidata = hdulist[1].data
hdulist.close()
print(scidata.shape)
for i in range(0,38):
    print(i,";",scidata[i][0],',';',scidata[i][1])
```

Extrait du listage obtenu :

```
...
0 ; 185.380592571 ; 124.044092447
1 ; 663.390121677 ; 167.511150318
2 ; 192.829717687 ; 57.2889914314
...
```

Les numéros à gauche correspondent aux numéros des éléments lus dans le fichier. Mais que signifient les valeurs à droite ?

On a fait l'hypothèse qu'il s'agissait des coordonnées x et y des étoiles identifiées dans l'image et reporté celles- des trois premières étoiles. L'hypothèse semble se vérifier.



Dans la documentation :

<base>- indx.png	sources (red), plus stars from the index (green), plus the skymark (“quad”) used to solve the image.
---------------------	--

3.2. Fichier cible.rdls

Le fichier contient le même nombre de lignes de données que le précédents.

Le même code peut être utilisé, en changeant le nom du fichier analysé.

```
# -*- coding:Utf-8 -*-
from __future__ import print_function
import pyfits as pf
nom_fichier = 'cible.rdls'
hdulist = pf.open(nom_fichier)
print("Données du fichier ",nom_fichier)
hdulist.info()
scidata = hdulist[1].data
hdulist.close()
print(scidata.shape)
for i in range(0,38):
    print(i,";",scidata[i][0],';',scidata[i][1])
```

Extrait du listage obtenu :

```
...
0 ; 109.390503053 ; 52.1311097288
1 ; 110.444448341 ; 51.0482160956
2 ; 109.148565258 ; 52.0352166737
...
```

Mais que signifient ces valeurs ? Reportons-nous à la documentation en ligne d’Astrometry.net.

Dans la documentation :

<base>.rdls	a FITS BINTABLE with the RA,Dec of sources we extracted from the image.
-------------	---

Faisons l’hypothèse que les valeurs correspondent, pour chacune des lignes, aux coordonnées (Ascension Droite et DECLinaison) de l’étoile dont le numéro de ligne correspond.

En appariant les valeurs, on pourrait obtenir l’ébauche de tableau suivant :

Ligne	X sur image	Y sur image	AD de l’étoile	DEC de l’étoile
0	185.380592571	124.044092447	109.390503053	52.1311097288
1	663.390121677	167.511150318	110.444448341	51.0482160956
2	192.829717687	57.2889914314	109.148565258	52.0352166737

Remarque : AD et DEC sont donnés en degrés et décimales et non sous la forme habituelle :

AD : Heure, minutes, secondes

DEC : Degrés, minutes d’angle, secondes d’angles.

Il est possible de convertir ces valeurs bien que ce ne soit pas forcément utile : les catalogues d’étoiles, tels Tycho 2 contiennent les coordonnées selon les deux formes.

3.3. Discussion

Cette démarche doit permettre de répondre à une demande : quelle est la magnitude de l'étoile la plus faible ? La documentation précise que les étoiles sont identifiées de la plus lumineuse à la plus faible. Dans les deux listes ci-dessus, il s'agit de l'objet de rang 37 (le trente-huitième). Voici ses éléments récapitulés (page suivante).

Ligne	X sur image	Y sur image	AD de l'étoile	DEC de l'étoile
37	224.383242952	322.376567656	110.230341933	52.2679716569

- *Hypothèse 1 : il est possible à partir de AD et DEC, en utilisant le catalogue Tycho 2, d'obtenir l'identification de l'étoile ainsi que sa magnitude visuelle.*
Remarque : pour quelle date, les valeurs AD et DEC sont-elles valables et faudra-t-il convertir celle d'un catalogue pour les rendre conformes (ce qui compliquera encore) ?
- *Hypothèse 2 : il est possible d'identifier l'étoile en faisant appel à une base de données en ligne.*
Ce point est détaillé ci-dessous.

3.4. Trouver l'étoile avec une base de données en ligne.

La capture d'écrans suivante montre comment procéder.

Cadre rouge : adresse de la base de données.

Cadre vert : onglet à activer.

Cadre jaune : coordonnées entrées (le « d » après les valeurs numériques signifie que l'on entre des valeurs décimales).

Cadre bleu : le bouton à cliquer pour obtenir une (des) réponse.

Remarque : juste au-dessus à droite de ce cadre, la zone « define a radius » est suivie d'une valeur numérique (en minute d'arc). Il s'agit du cercle à l'intérieur duquel on cherche les étoiles.

SIMBAD: Query by coordinates

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

Enter coordinates:

Coordinates: The following writings are allowed:
20 54 05.689 +37 01 17.38
10:12:45.3-45:17:50
15h17m-11d10m
15h17+89d15
275d11m15.6954s+17d59m59.876s
12.34567h-17.87654d
350.123456d-17.33333d <=> 350.123456 -17.33333

define the input : system : FK5 epoch : 2000 equinox : 2000

or choose : -- a predefined frame --

define a radius : 5 arc min

La capture suivante montre les résultats obtenus.

L'étoile la plus proche (des valeurs entrées) est la première. Elle porte un numéro du catalogue HD (Henry Draper) : HD 56711 et sa magnitude visuelle est 7,91.

Show entries Search:

N°	Identifieur	dist(asec)	Otype	ICRS (J2000) RA	ICRS (J2000) DEC	Mag V	Mag I	Sp type
1	HD 56711	0.12	*	07 20 55.2867	+52 16 04.583	7.91		K2III
2	NVSS J072038+521329	216.85	Rad	07 20 38.7	+52 13 30			~
3	TYC 3405-601-1	265.67	*	07 21 11.1851	+52 19 46.732	11.44		~

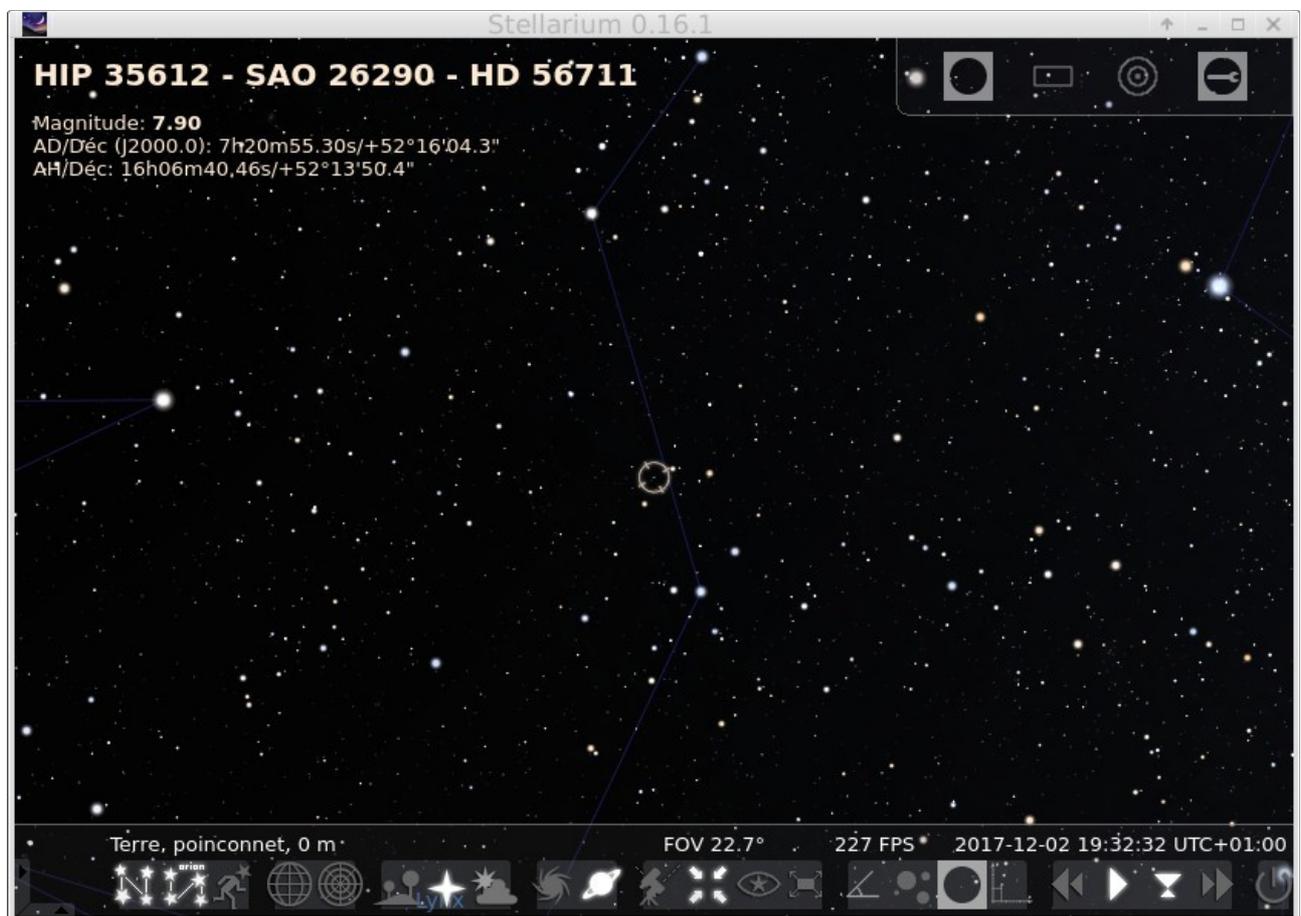
Showing 1 to 3 of 3 entries Previo

Comment la situer ?

Prenons l'exemple d'une recherche avec Stellarium.

Dans l'outil de recherche de ce logiciel tapons HD 56711.

Cela donne :

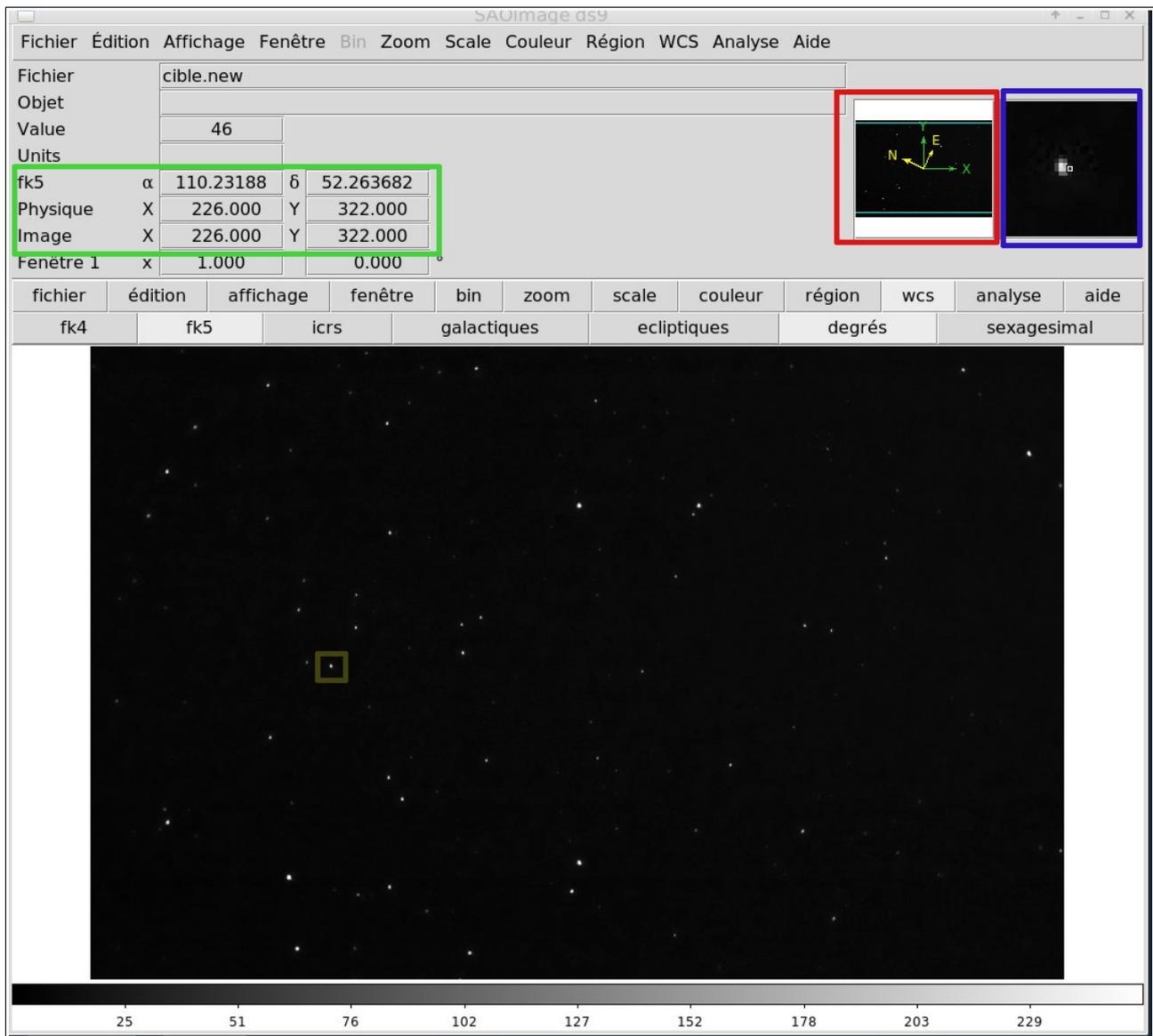


3.5. Autre manière de confirmer l'hypothèse.

L'exécution du programme a généré un fichier image au format fit : « cible.new »

Celui-ci est affichable avec le logiciel libre DS9.

Examinons le résultat obtenu, page suivante.



Le curseur de la souris est positionné dans le petit carré jaune dans l'image.

Le cadre vert contient les coordonnées AD et DEC ainsi que les X et Y dans l'image (à comparer avec le tableau page 7).

Le cadre rouge contient une vignette donnant l'orientation de l'image.

Le cadre bleu est un agrandissement de la zone où pointe le curseur de la souris.

L'image subit une symétrie horizontale quand elle s'affiche avec DS9 (le haut devient le bas et réciproquement).

4. Conclusion provisoire

Astrometry donne la bonne réponse sur les coordonnées de l'image (et son orientation).

Il est possible d'accéder aux données contenues dans deux fichiers « fit » simples

L'utilisation des fichiers « fit » annexes ne permet pas de donner la réponse attendue : ceux-ci ne contiennent qu'un nombre restreint d'étoiles (38 dans l'exemple alors que le programme en individualise 576).

La plus faible ne figure pas dans la liste.

Lien :

<http://astrometry.net/doc/readme.html#output-files>