

# Découvrir des supernovae en utilisant les images des télescopes TAROT

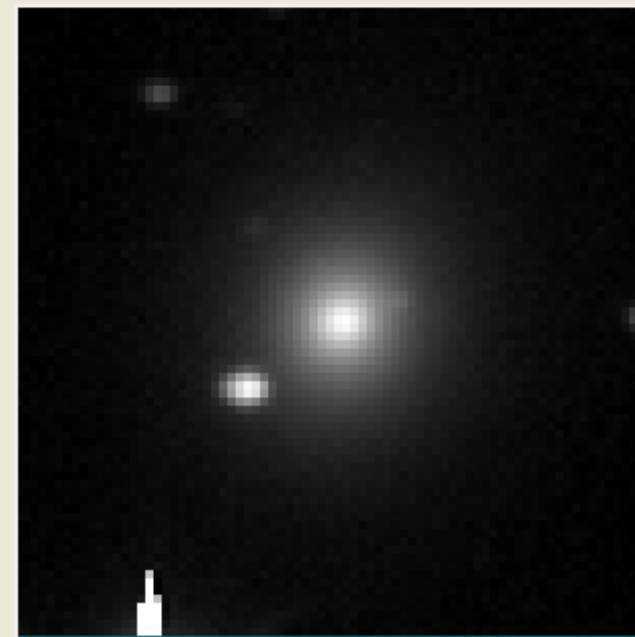
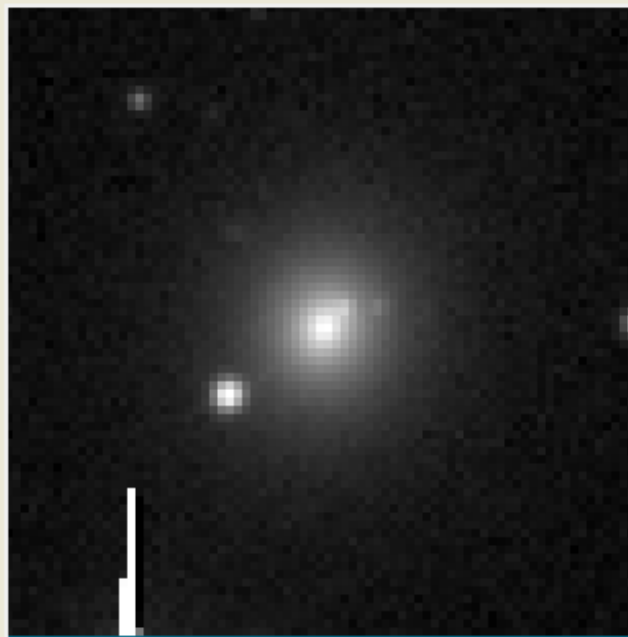
Projet coordonné par Alain Klotz, professeur en Astrophysique à l'Université de Toulouse



2012-01-08T01:01:22.88

NGC1404.fit 90/129

2007-02-05T01:21:48.55



# Qu'est-ce qu'une supernova ?

- **Les étoiles sont des boules de matière chaude qui émettent de la lumière**
  - Le soleil est une étoile.
  - Les étoiles visibles à l'oeil la nuit appartiennent à notre galaxie, la Voie Lactée.
  - Il existe aussi de nombreuses étoiles doubles.
- **Au cours de leur existence, les étoiles puisent leur énergie en transformant leur matière.**
  - L'hydrogène est converti en hélium et ainsi de suite jusqu'au fer.
  - Le fer est l'atome le plus massique qu'une étoile peut créer.
- **Au bout d'un certain temps, la source d'énergie s'épuise, l'étoile peut exploser**
  - Les étoiles plus massives que quelques masses solaires explosent en supernova.
  - Le résidu stellaire est une étoile à neutron ou un trou noir.
- **Il y a deux types de supernovae**
  - Les supernovae de type II qui résultent d'un effondrement gravitationnel
  - Les supernovae de type Ia qui résultent d'un transfert de matière entre deux étoiles.
- **Les supernovae servent à contraindre les théories de cosmologie**
  - Les supernovae de type Ia sont utilisés pour contraindre l'accélération de l'Univers.

# Qu'est-ce que les télescopes TAROT ?

## - Les télescopes TAROT sont des observatoires robotiques autonomes

- Deux télescopes, l'un à Calern (nord de Grasse, France), l'autre au Chili (La Silla, ESO)
- Informations : <http://tarot.obs-hp.fr>
- Il n'y a pas de présence humaine pour piloter les télescopes la nuit
- Les images sont accessibles par internet

## - Les télescopes TAROT traquent l'émission optique des sursauts gamma

- Les sursauts gamma sont des cataclysmes stellaires (tout comme les supernovae)
- L'émission gamma est détectée par des satellites.
- Les télescopes TAROT sont reliés aux satellites par internet.
- Le but est de pointer TAROT en quelques secondes lorsqu'un sursaut est détecté.

## - Les télescopes TAROT observent de nombreux champs sur le ciel

- En dehors des sursauts gamma, les télescopes TAROT observent toute la nuit.
- Les images obtenues par TAROT servent à des sujets d'études très divers.

## - Les images de galaxies observées par TAROT

- Le logiciel de traitement des images est muni d'un catalogue de galaxies proches.
- Lorsqu'une image TAROT contient une galaxie, elle est stockée dans un fichier à part.
- On va utiliser ces images de galaxies pour trouver des supernovae.

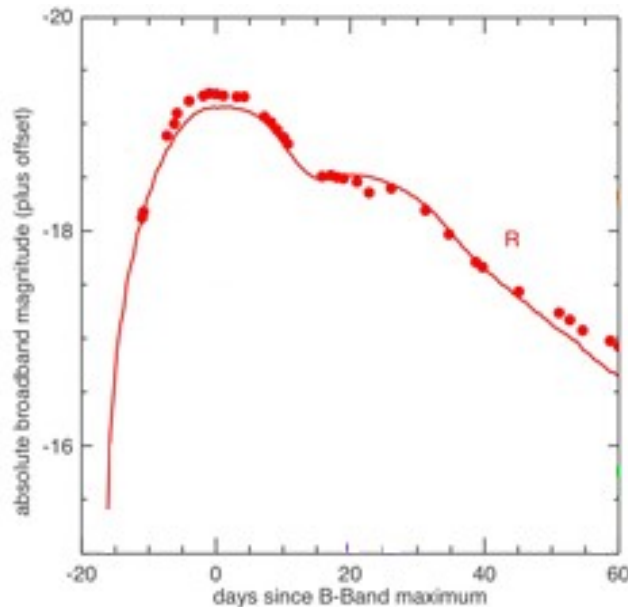
# Comment découvrir des supernovae ?

## - Le taux de supernova est d'environ une par siècle dans une galaxie

- Inutile de chercher une supernova dans notre galaxie (trop rare)
- Si l'on surveille 100 galaxies sur une année, on aura environ 1 découverte par an.
- Avec TAROT on essaye de surveiller environ 1000 galaxies par an.
- Rechercher la présence d'une supernova dans les galaxies les plus proches.

## - Les programmes automatiques

- Quelques télescopes sont dédiés spécifiquement à la découverte de supernovae.
  - La liste des programmes de recherches actuels peut se trouver en explorant:
    - <http://www.cbat.eps.harvard.edu/lists/RecentSupernovae.html>
    - <http://www.rochesterastronomy.org/supernova.html>



La figure ci-contre montre qu'une supernova de type Ia culmine à une magnitude absolue  $M = -19$  environ.

La limite de détection de TAROT est d'environ  $R = 17.5$  ce qui correspond à une distance de 200 Mpc.

Il faut donc observer des galaxies plus proches que 200 Mpc.

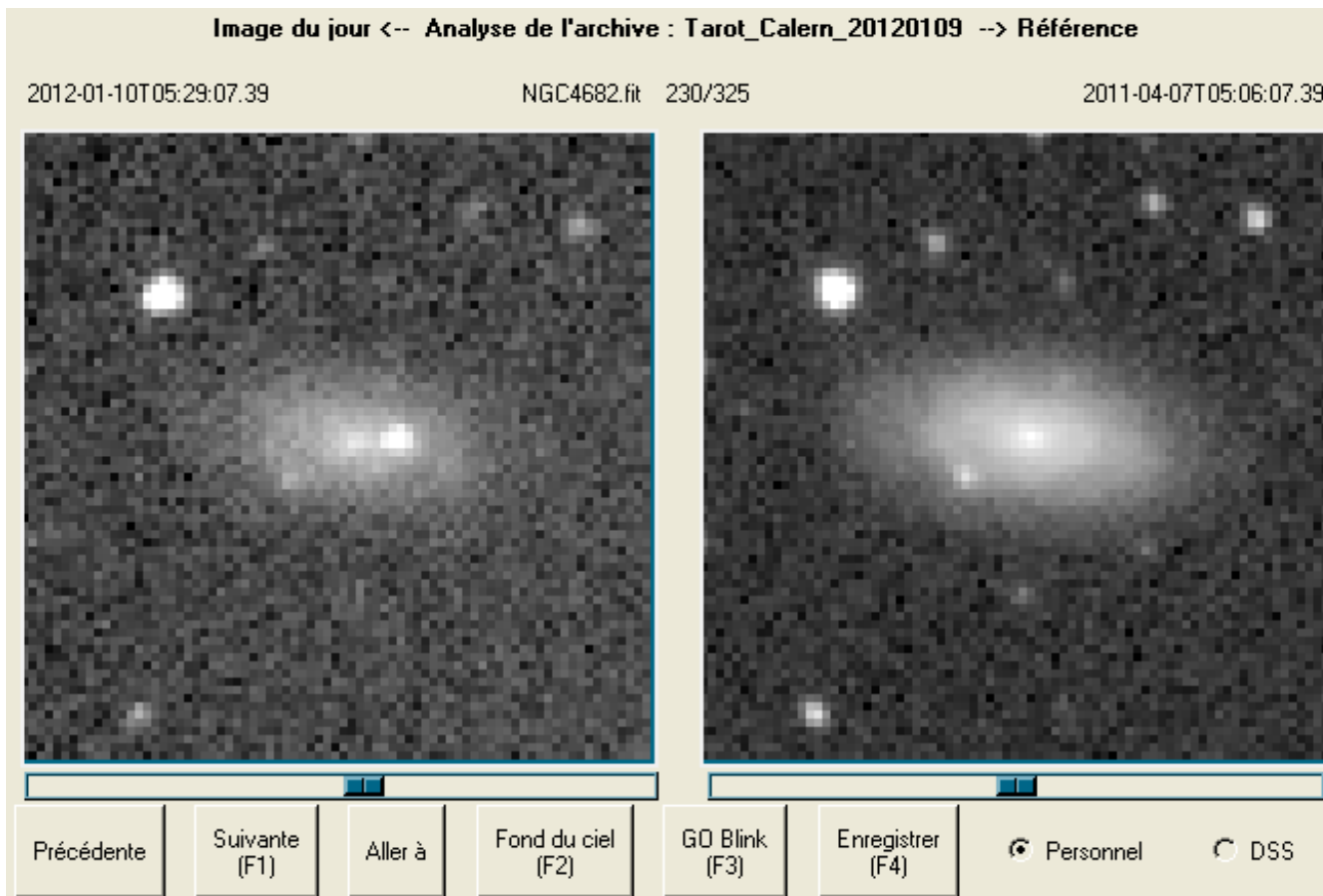
La durée de visibilité à 100 Mpc est d'environ 1 mois.

# Comment découvrir des supernovae avec TAROT ?

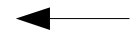
## - Découvrir les supernovae avec les télescopes TAROT

- Les télescopes TAROT n'ont pas vocation à ne faire que des images de galaxies.
- Les galaxies présentes sur n'importe quelle image de TAROT sont archivées
- On a un fichier d'archive par nuit et pour chaque télescope
- Un fichier d'archive contient typiquement 200 à 300 images de galaxies.
- Le but est d'inspecter visuellement la présence d'une étoile en plus sur les images.
- Un outil de téléchargement et de visualisation est disponible dans le logiciel AudeLA.

L'image de la nuit montre la présence d'une supernova que l'on repère par inspection visuelle



L'image de référence a été prise plusieurs jours avant



# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Télécharger AudeLA : <http://www.audela.org>

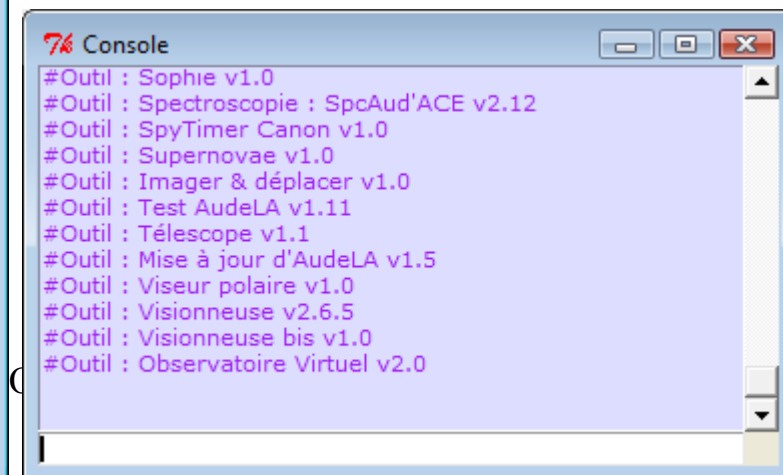
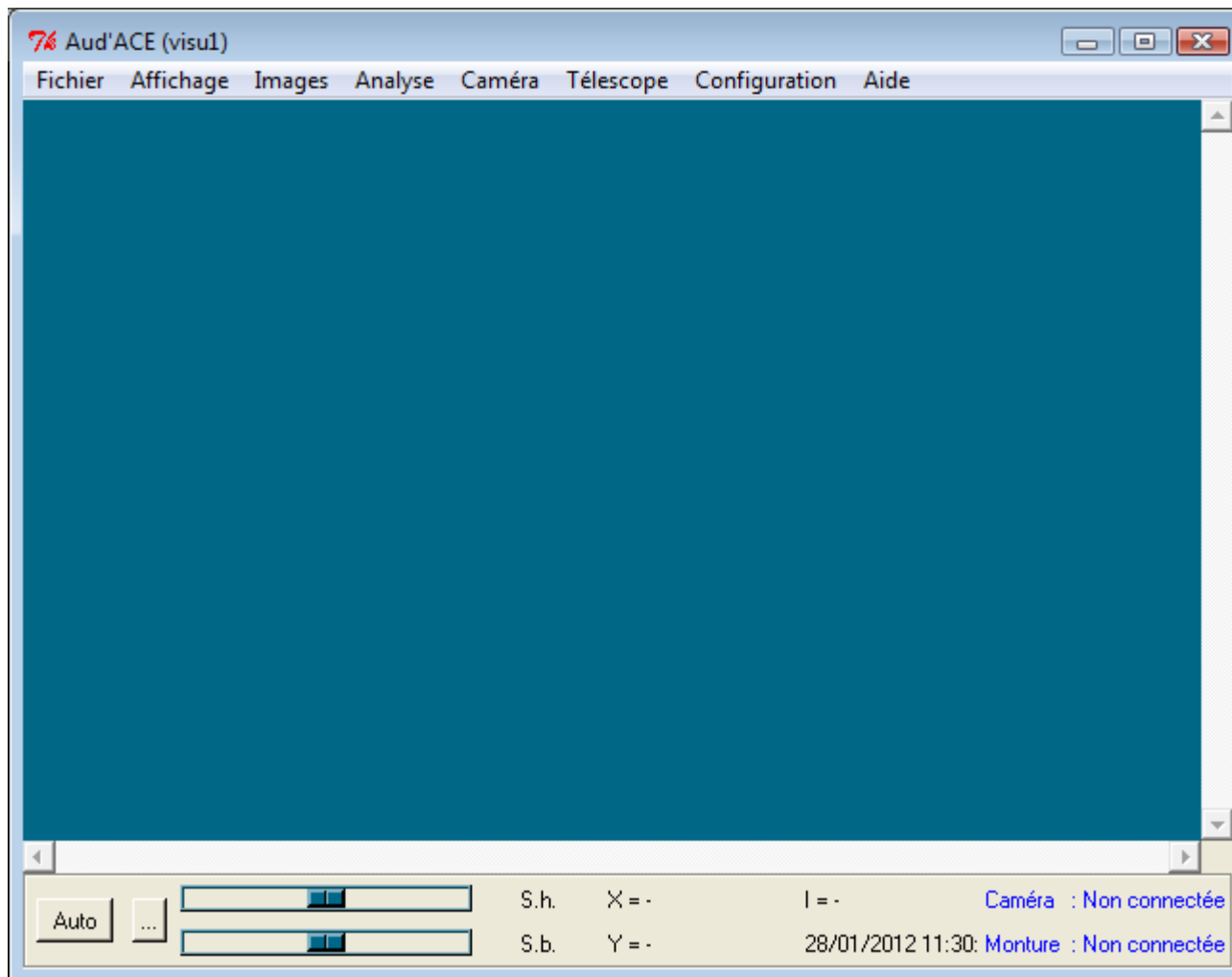
- Le logiciel AudeLA est utilisé pour piloter les télescopes TAROT
- AudeLA est un logiciel libre et gratuit pour Windows et Linux.

## - Installer AudeLA

- A la fin de l'installation, on a deux fenêtres:

Fenêtre de visualisation  
et des menus

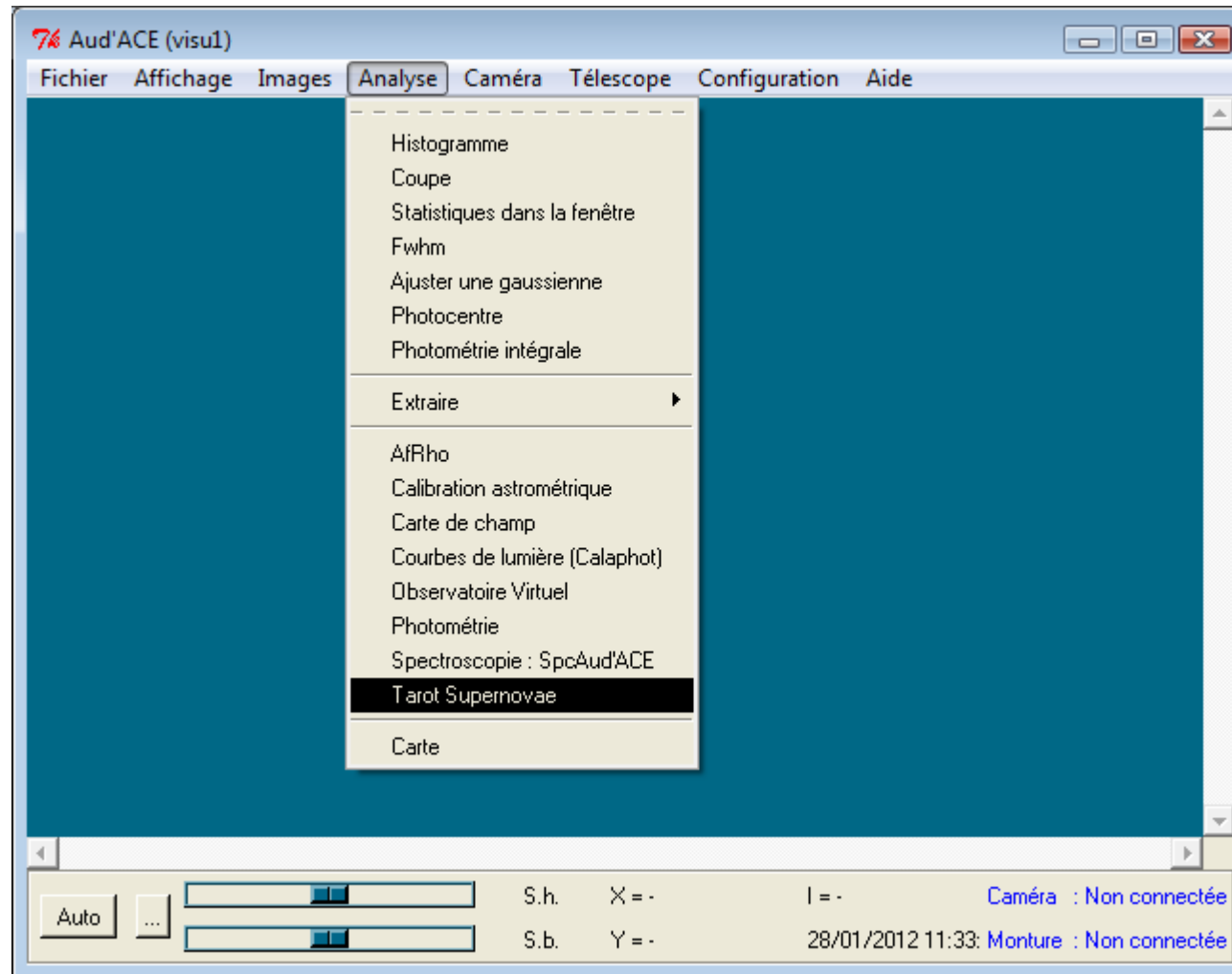
Fenêtre de  
la console



# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Accéder à l'outil TAROT Supernovae

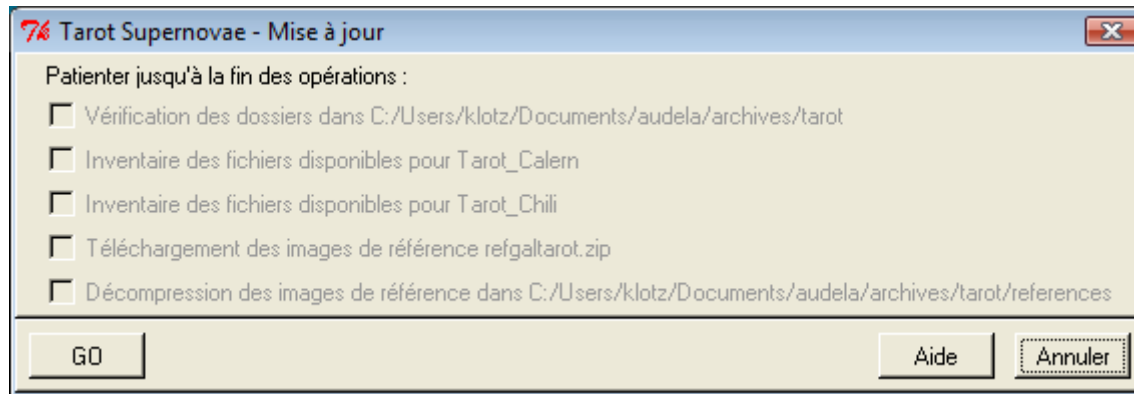
- Menu Analyse, choisir l'item TAROT Supernovae



# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Mise à jour

- Au démarrage de l'outil TAROT Supernovae, une fenêtre de mise à jour apparaît.
- La première mise à jour peut prendre plusieurs minutes.





# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Bandeau de l'outil TAROT Supernovae

- On choisit le site d'observation et la nuit pour laquelle on souhaite télécharger les images.
- Les images d'une nuit sont rassemblées dans un fichier .zip

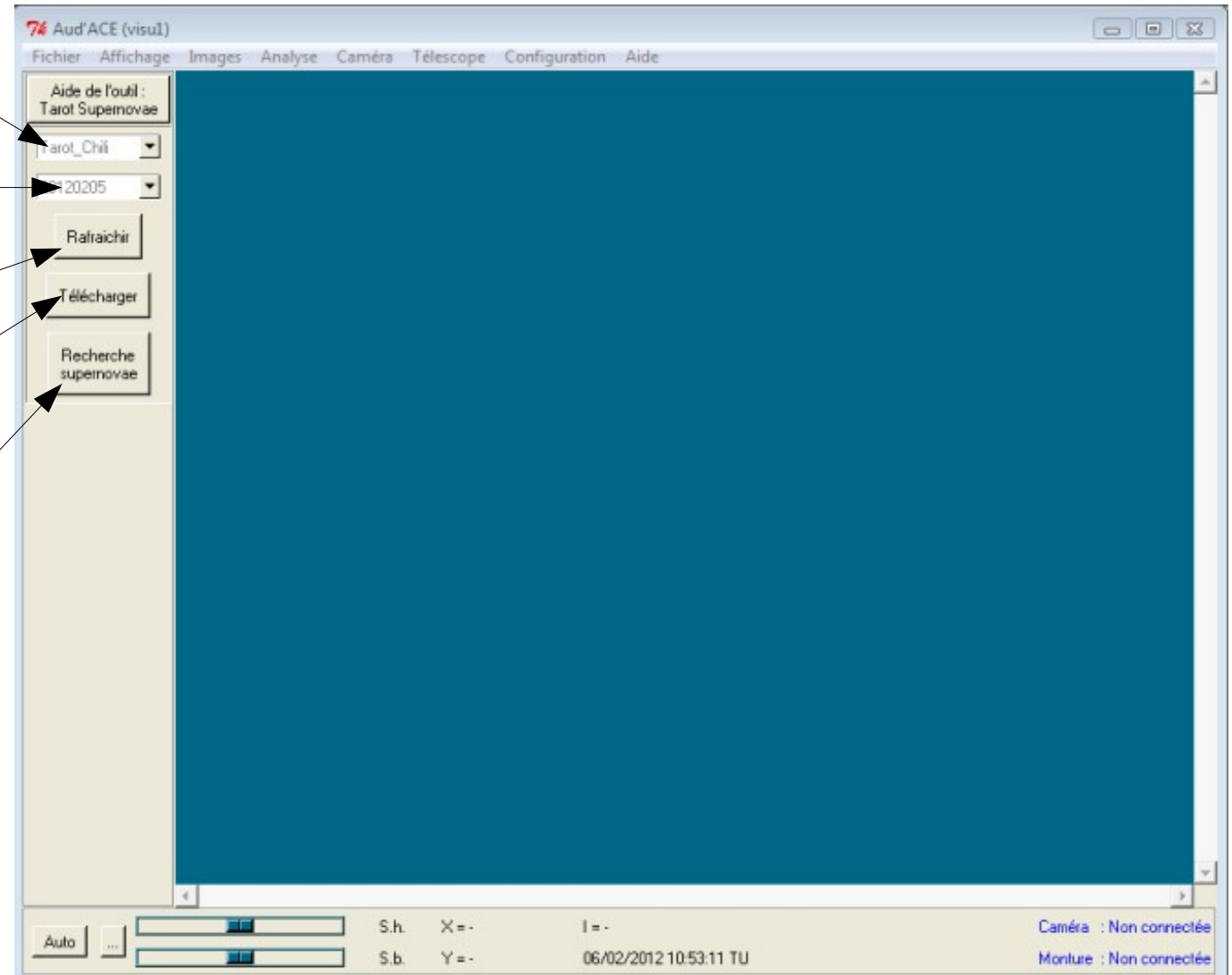
Choix du site TAROT

Choix de la date  
de la nuit

Bouton pour actualiser  
les dates de nuit

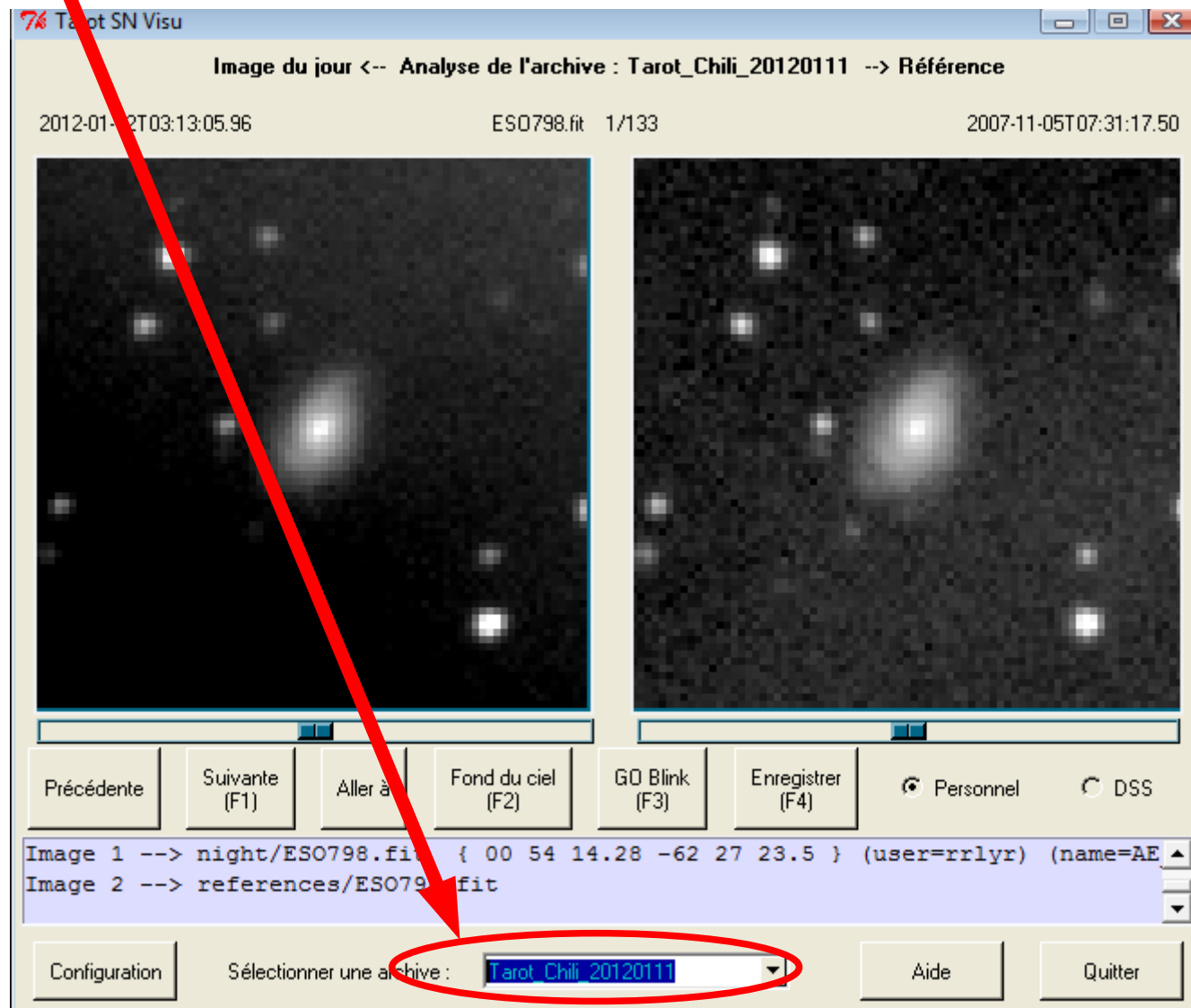
Bouton pour démarrer  
le téléchargement.

Bouton pour démarrer  
la fenêtre d'analyse  
visuelle.



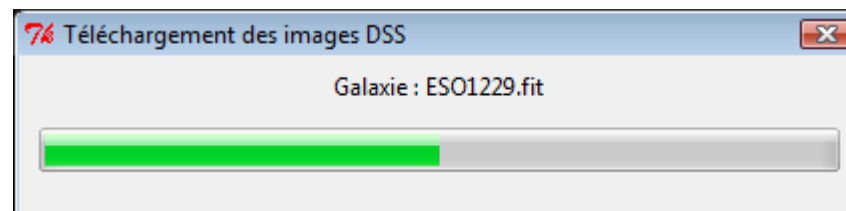
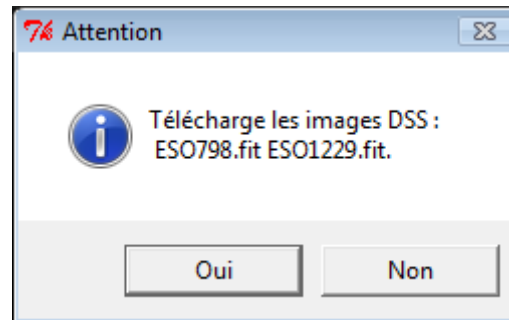
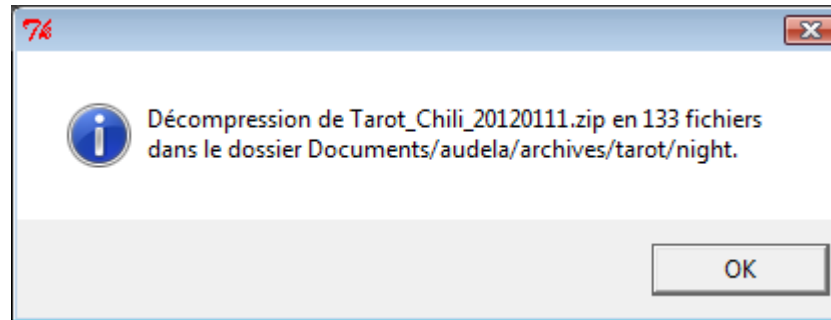
# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

- Fenêtre de l'outil TAROT Supernovae
  - Sélectionner une archive téléchargée.



# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

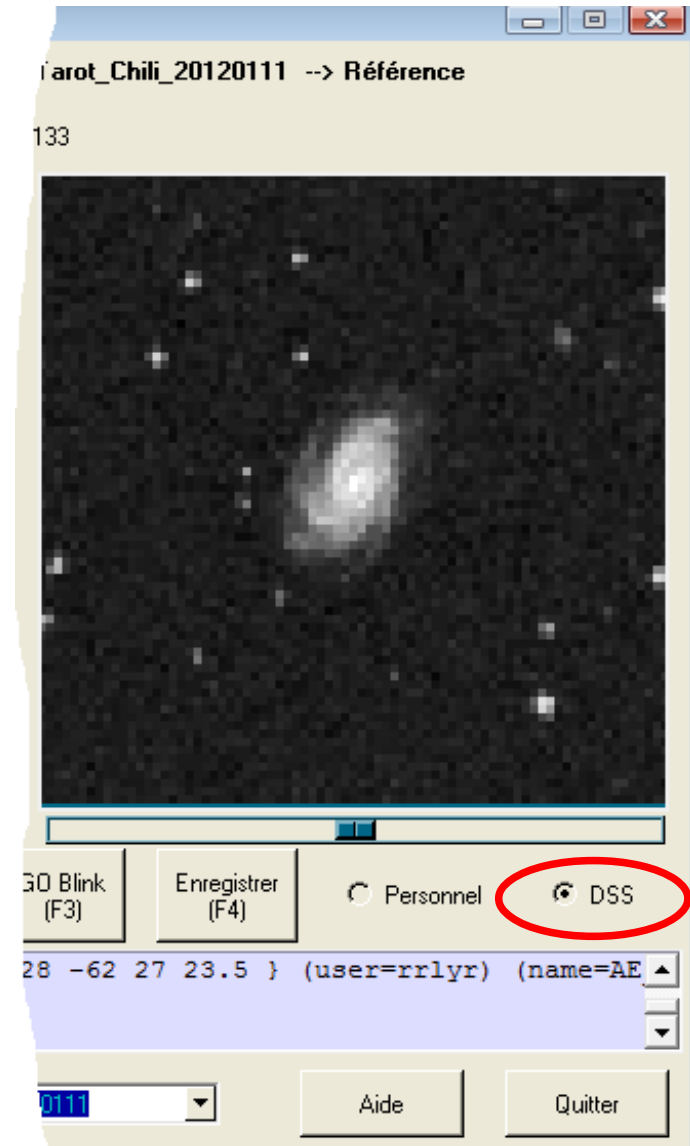
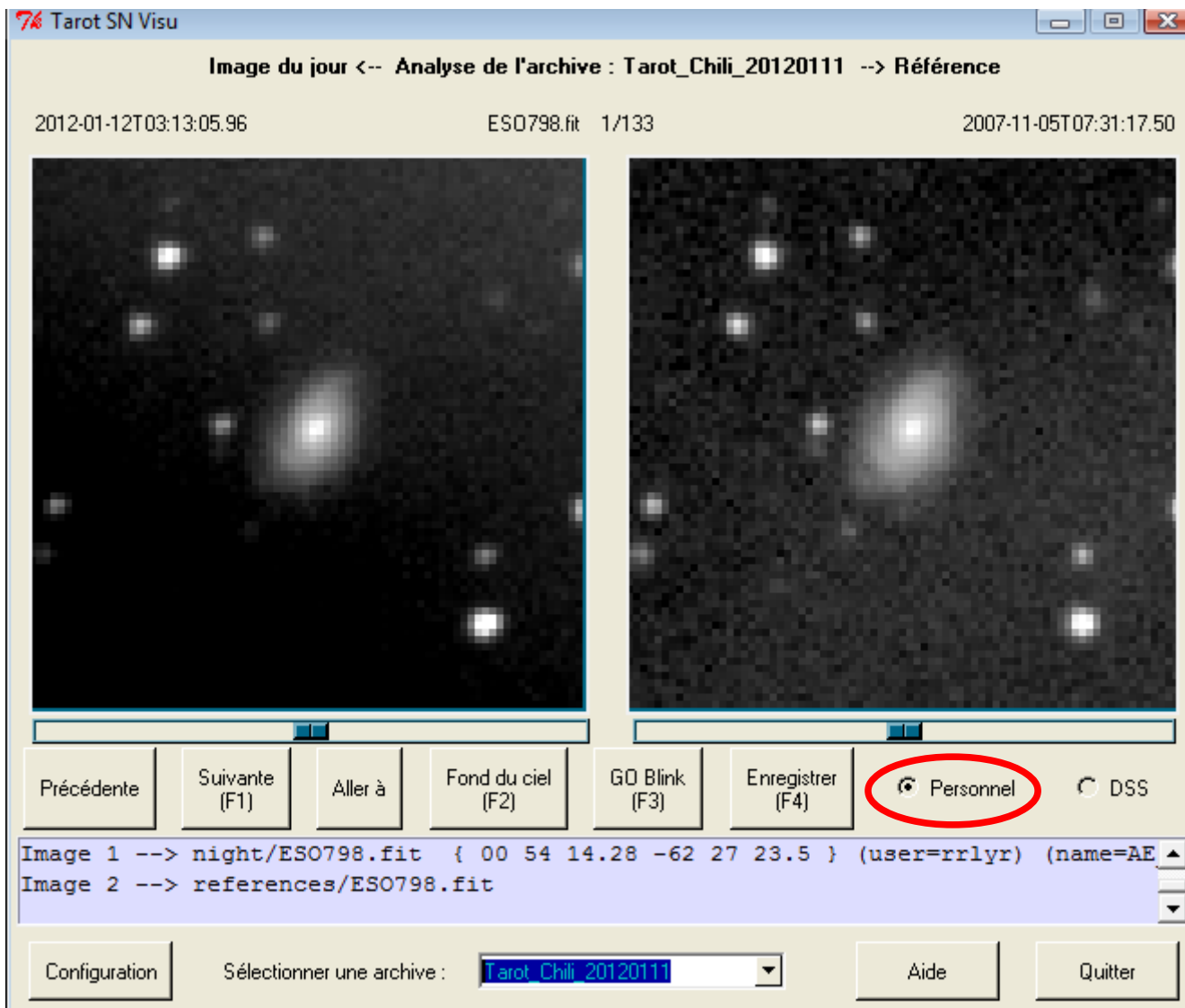
- **Décompression de l'archive et téléchargement des images DSS**
  - Le téléchargement des images DSS peut prendre plusieurs minutes.



# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Choix des images de référence personnelles ou du DSS

- Il est souvent plus facile de comparer avec les images personnelles.



# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

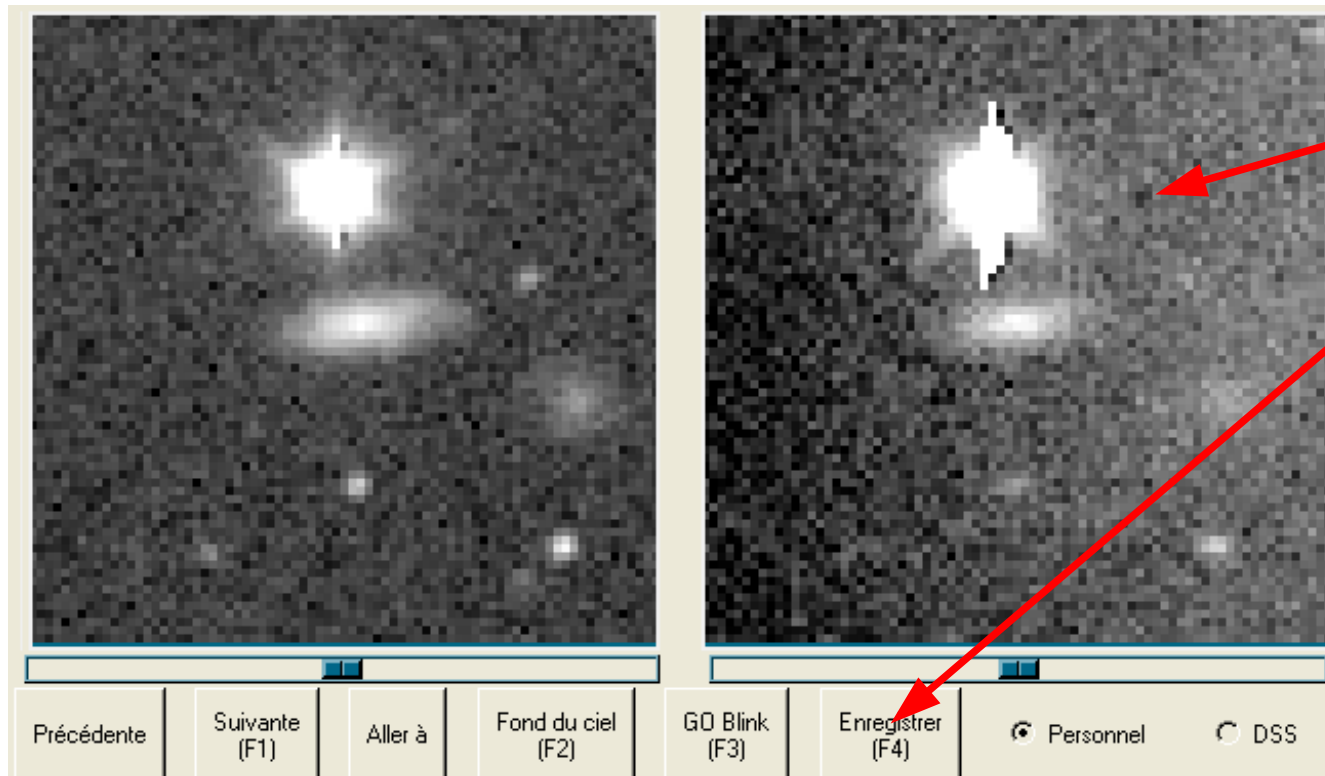
## - Outils de comparaison

- L'inspection visuelle directe.

Si l'image de référence personnelle n'existe pas, l'image du DSS est affichée et l'image de la nuit le devient automatiquement référence pour les prochaines nuits.

Si l'image de la nuit est de meilleure qualité que l'image de référence personnelle appuyer sur F4 pour qu'elle devienne la nouvelle image de référence

- L'ajustement des seuils de visualisation (tirettes sous les images).
- Mise à plat du fond de ciel lorsque c'est nécessaire (raccourci F2).
- Le clignotement des deux images (raccourci F3).



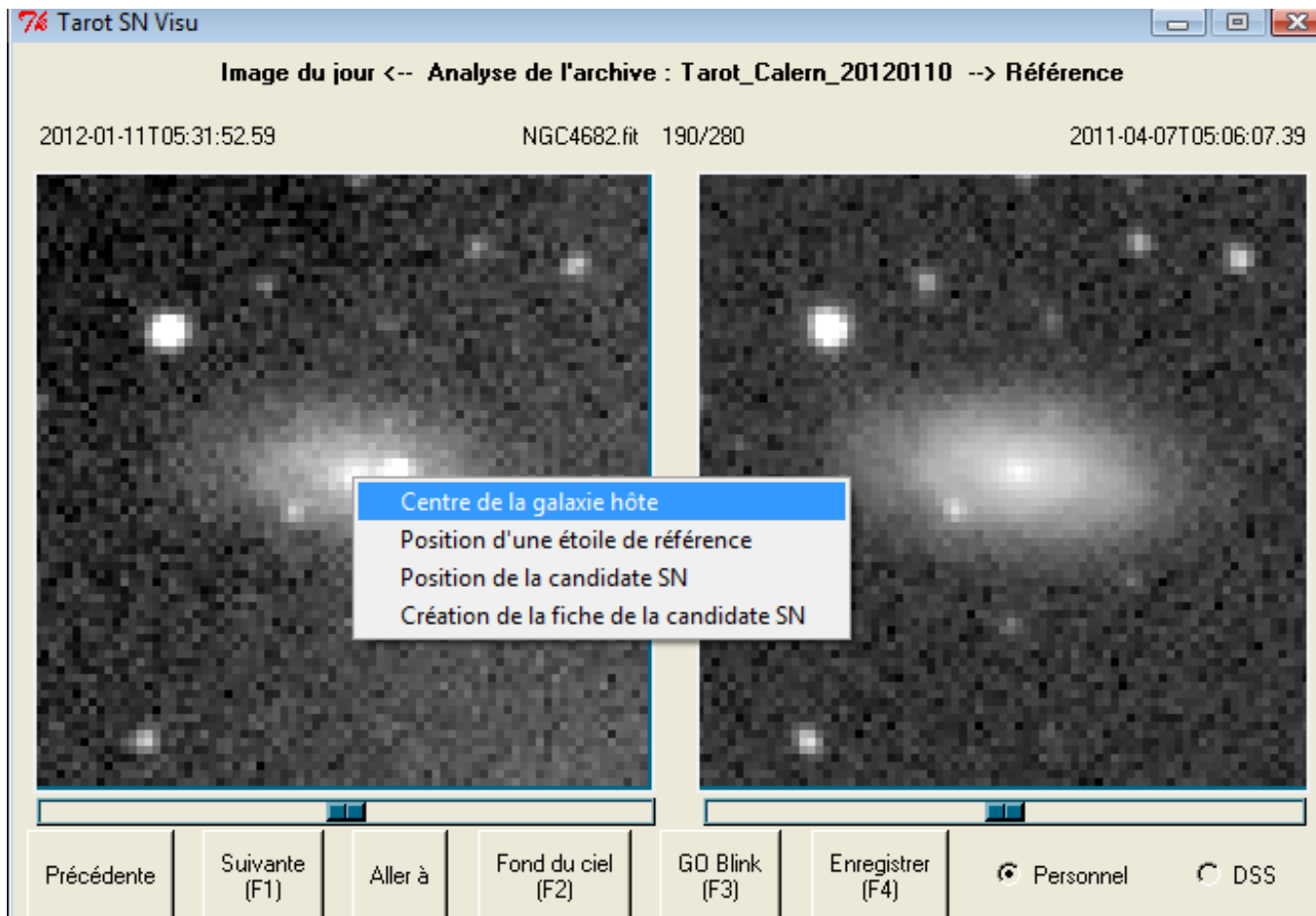
Ici l'image de référence personnelle est de moins bonne qualité

Appuyer sur la touche F4

# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Caractériser une candidate

- Placer le curseur sur le centre de la galaxie -> clic droit <Centre de la galaxie hôte>
- Placer le curseur sur une étoile de l'image -> clic droit <Position d'une étoile de référence>
- Placer le curseur sur la candidate -> clic droit <Position de la candidate SN>
- Placer le curseur n'importe où-> clic droit <Création de la fiche de la candidate SN>



# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Interpréter et compléter une fiche candidate

- Compléter le commentaire avec une note /5 et un texte d'explication.

- Compléter le canevas de l'annonce de la découverte si on est certain que la candidate est réelle.

- Vérifier qu'il n'y a pas d'astéroïde dans l'image.

- Vérifier si la supernova est déjà découverte (c'est le cas ici).

7% Candidate supernova

C:/Users/klotz/Documents/audela/archives/tarot/alert/NGC4682\_Tarot\_Calern\_20120110.txt

-----  
Personal comment about this candidate :  
5/5. Cette SN est deja connue ! C'est 2011jh.  
-----

Example of email :

Send to: cbat@cfa.harvard.edu and copies to dgreen@cfa.harvard.edu & green@cfa.har

Title: SN in NGC4682

X. YYYY on behalf of the TAROT Collaboration  
reports the discovery of an apparent  
supernova (mag about 14.7 +/- 0.3) on 2012-01-11T05:31:52.59  
using public images of the 0.25m robotic telescope  
TAROT Calern observatory, France.  
SN is located at about R.A. = 12h47m14.69s, Decl. = -10o03'49.0"  
(equinox 2000.0), which is 17" W and 1" N from the nucleus of  
NGC4682 (12h47m15.79s -10o03'49.9").  
The supernova does not appear in an image taken 2011-04-07T05:06:07.39.

-----  
Check minor planets from MPC Checker:

Object designation	R.A. h m s	Decl. d ' "	V	Offsets R.A. Decl.	Motion/min Mot. PA	Or
2003 UU72	12 47 28.6	-09 56 09	21.9	3.2E 7.7N	0.7 115.9	
2009 SA273	12 47 06.9	-09 54 20	21.7	2.2W 9.5N	0.3 120.4	

-----  
Check recent supernovae from CBAT:

SN	Host Galaxy	Date	R.A.	Decl.	Offset	Mag.	Disc.	Ref.
2011jh	NGC 4682	2011 12 22	12 47.2	-10 04	18W 1N	16.7		CBET 2953

Modifier le fichier de la candidate

OK

# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Que faire pour déclarer une découverte ?

- Toujours confirmer avec une autre image obtenue le lendemain
  - Au besoin, contacter des astronomes amateurs.
- Faire le tour des causes possibles d'artefacts
  - Pixel chaud, Pixel chauds, cosmique, pixels défectueux, mauvais recentrage, astéroïde, blooming, reflet
- A partir de la fiche candidate:
  - Changer X. YYYYYYY par le nom du découvreur.
  - Vérifier toutes les données numériques avant d'envoyer l'email.

Example of email :

Send to: `cbat@cfa.harvard.edu` and copies to `dgreen@cfa.harvard.edu` & `green@cfa.harvard.edu`

Title: SN in NGC4682

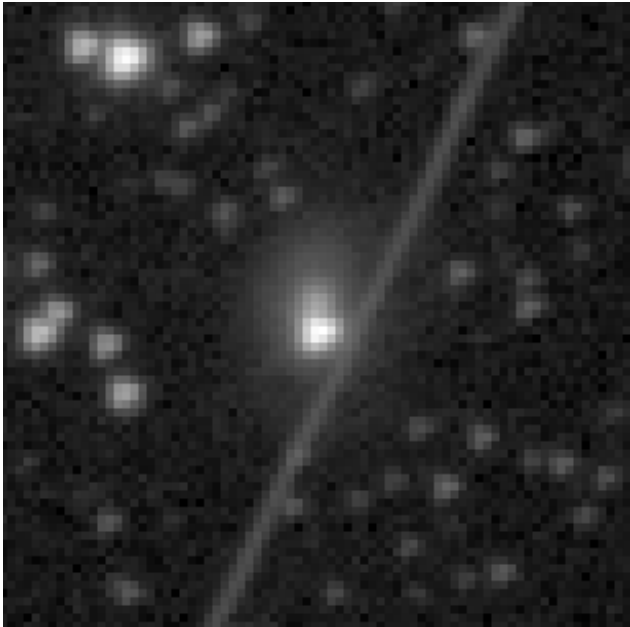
X. YYYYYY on behalf of the TAROT Collaboration reports the discovery of an apparent supernova (mag about 14.7 +/- 0.3) on 2012-01-11T05:31:52.59 using public images of the 0.25m robotic telescope TAROT Calern observatory, France. SN is located at about R.A. = 12h47m14.69s, Decl. = -10o03'49.0" (equinox 2000.0), which is 17" W and 1" N from the nucleus of NGC4682 (12h47m15.79s -10o03'49.9"). The supernova does not appear in an image taken 2011-04-07T05:06:07.39.



# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Différentes causes d'artéfacts

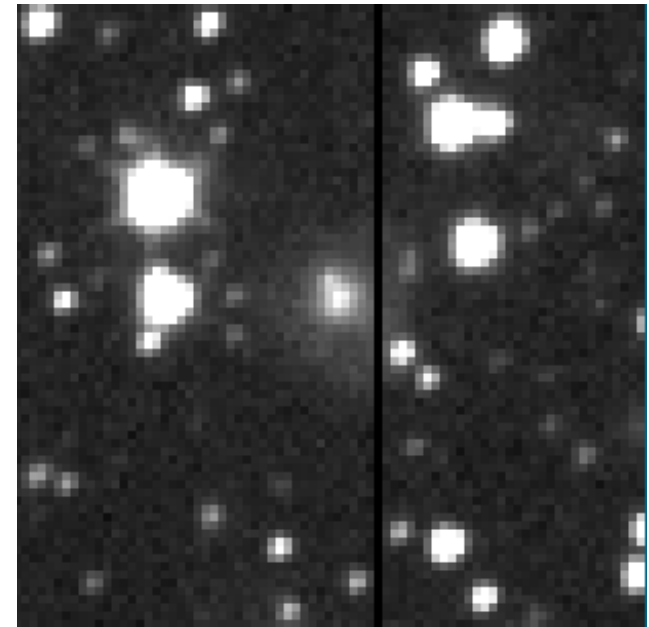
- Savoir les reconnaître...



Passage d'un satellite  
artificiel  
au cours de la pose



Mauvais recentrage des  
poses pour synthétiser  
l'image finale de la galaxie

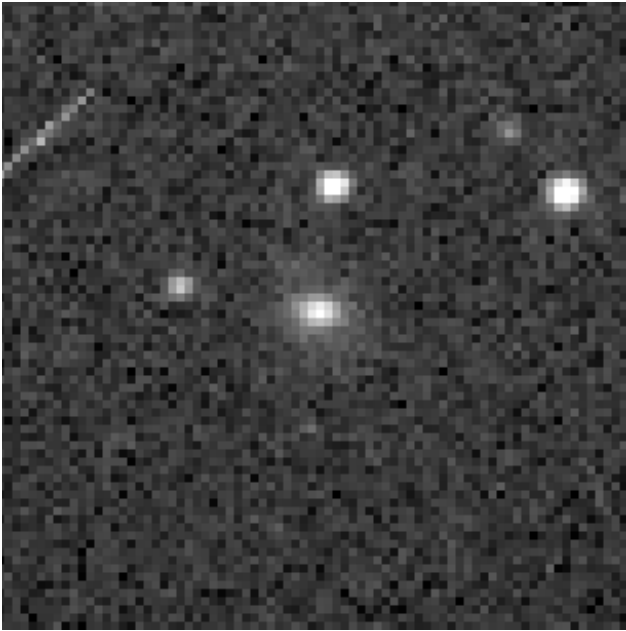


Colonne CCD défectueuse

# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Différentes causes d'artéfacts

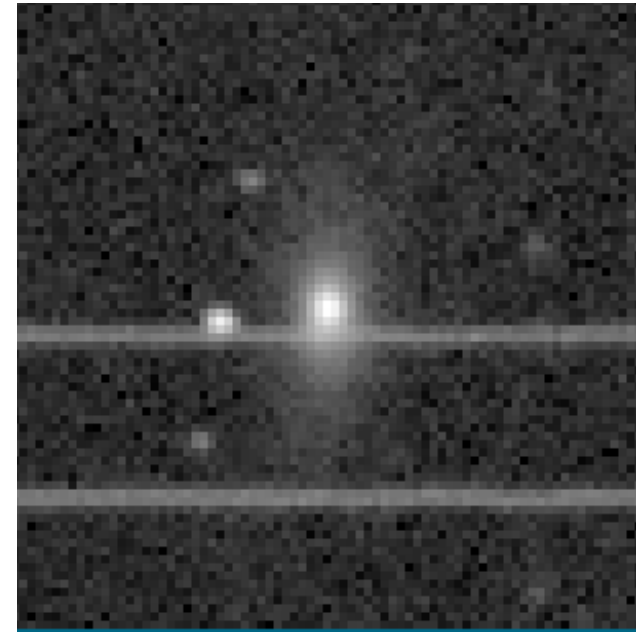
- Savoir les reconnaître...



Cosmique sous forme d'une trainée courte et fine.



Pixels chauds. N'ont pas d'étalement comme les étoiles.

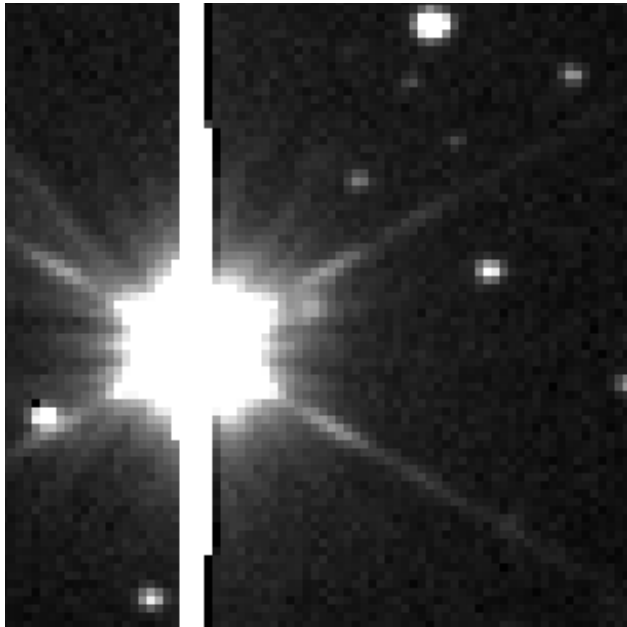


Passages de satellites géostationnaires. Trainées horizontales aux déclinaisons voisines de  $+4^\circ$  au Chili et  $-6^\circ$  à Calern.

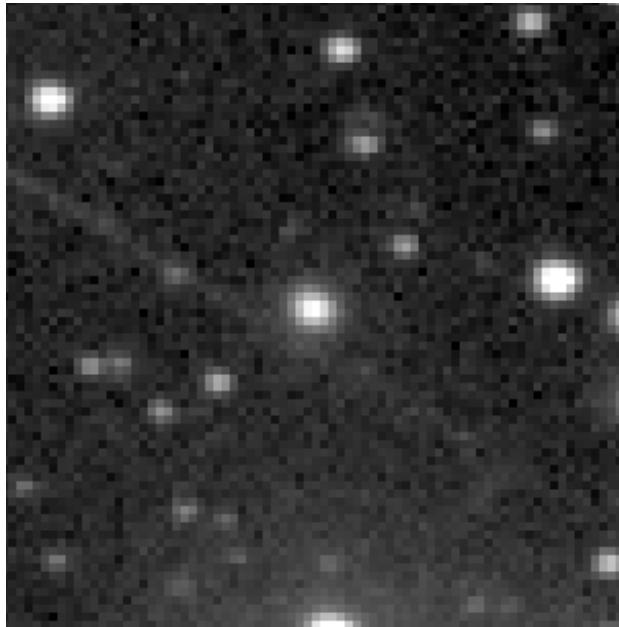
# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Différentes causes d'artéfacts

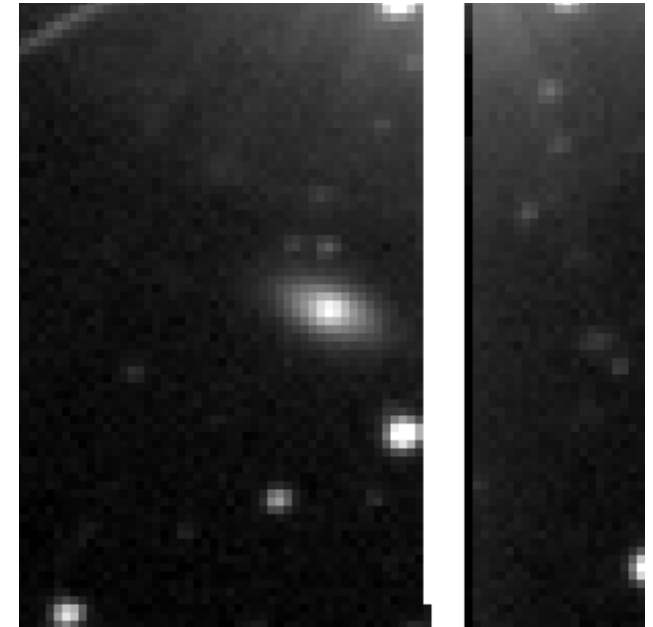
- Savoir les reconnaître...



Blooming et branche  
de diffraction d'une  
étoile brillante proche



Branche de diffraction  
d'une  
étoile brillante proche



Blooming (bavure toujours  
varticale) d'une  
étoile brillante proche

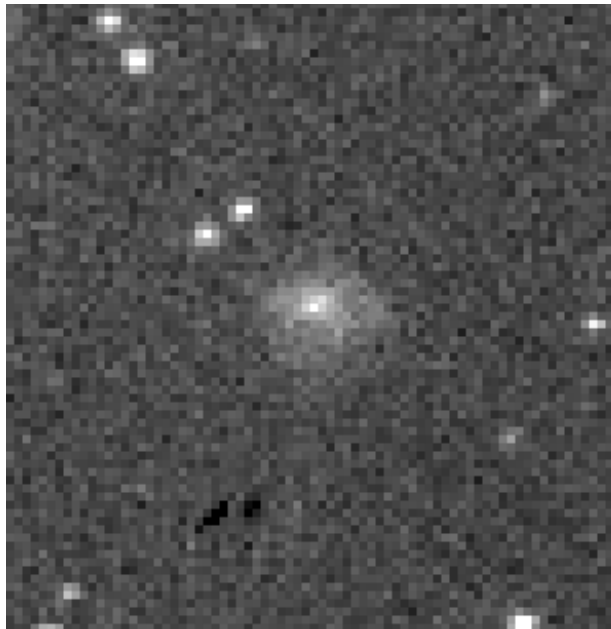
# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Différentes causes d'artéfacts

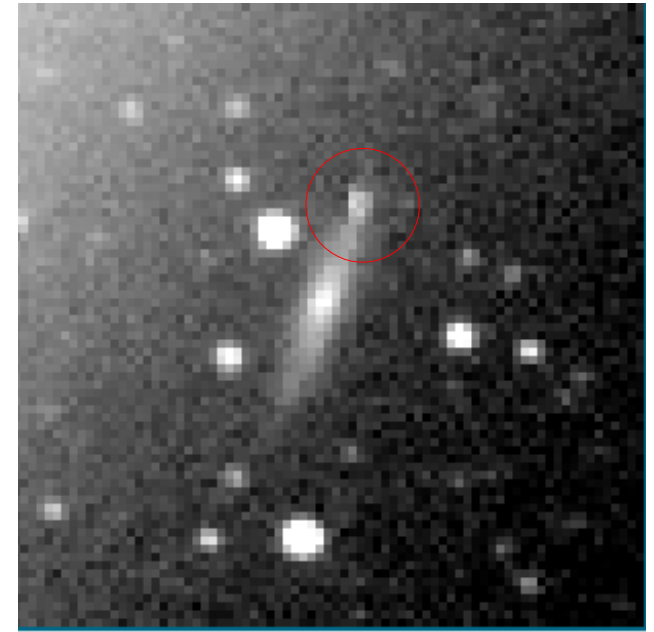
- Savoir les reconnaître...



Petit cosmique  
(en haut à droite)



Groupe de pixels  
défectueux

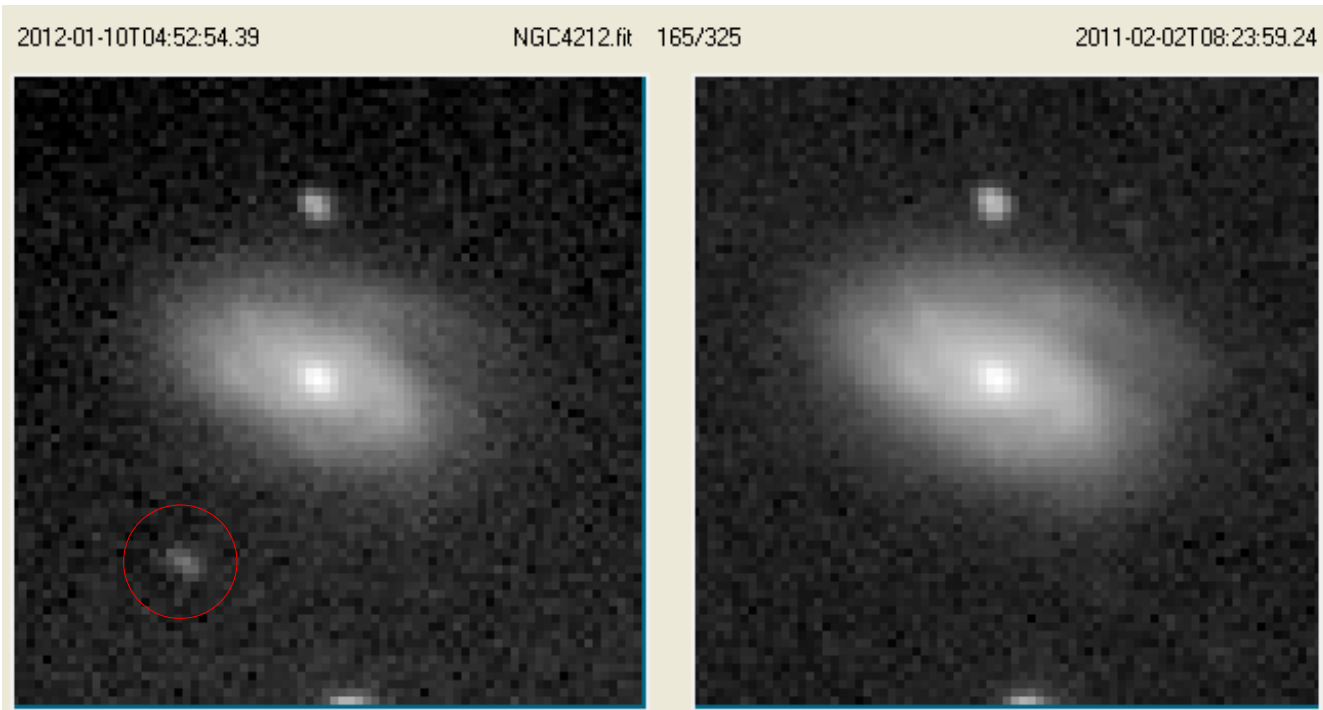


Groupe de pixels  
défectueux  
(difficile à diagnostiquer)

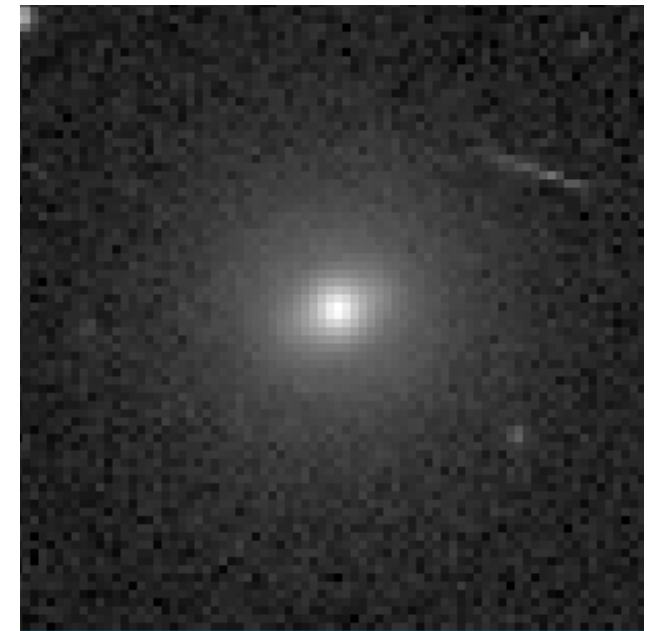
# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Différentes causes d'artéfacts

- Savoir les reconnaître...



Astéroïde (5849) 1990 HF1  
magnitude 16.4

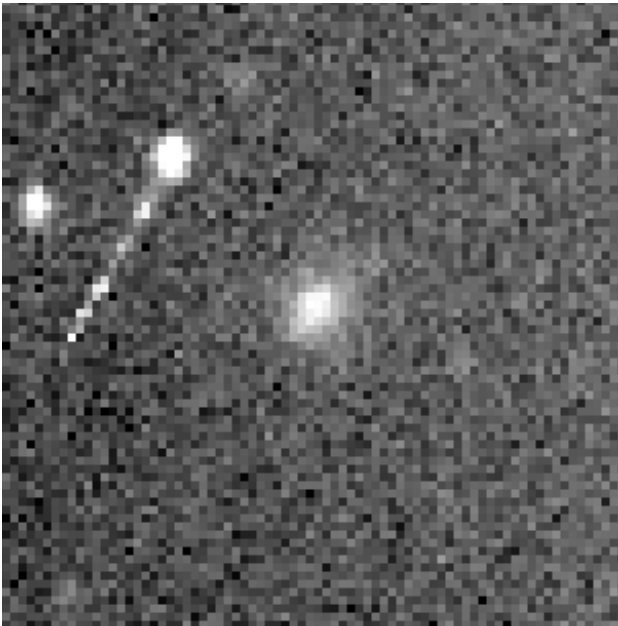


Cosmique

# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Différentes causes d'artéfacts

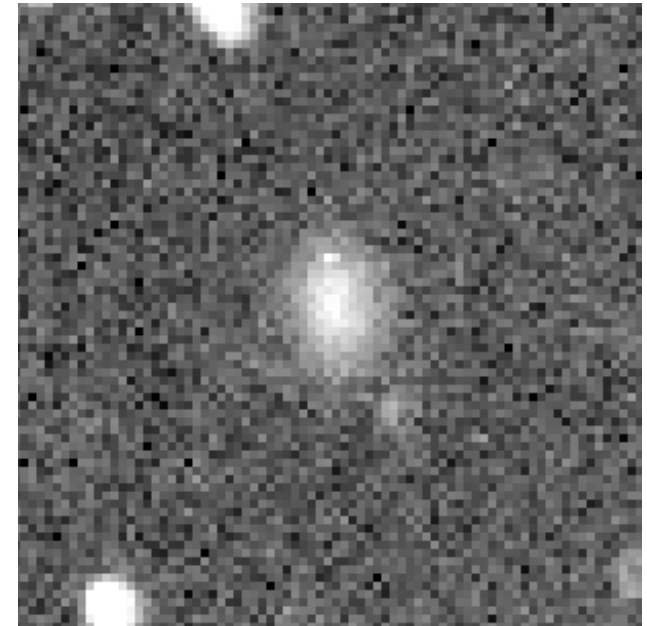
- Savoir les reconnaître...



Cosmique



Deux cosmiques  
sur la même image



Pixels chauds

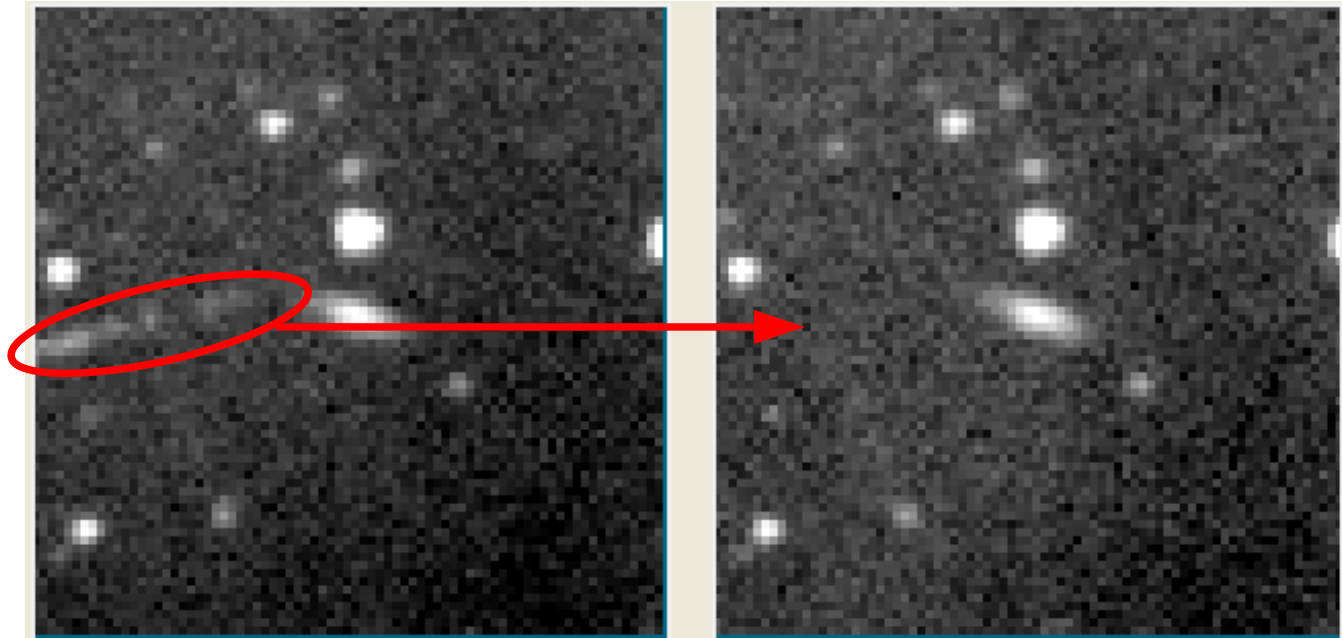
# Apprendre à utiliser l'outil TAROT Supernovae dans AudeLA

## - Différentes causes d'artéfacts

- Savoir les reconnaître...



Cosmique qui change  
de direction

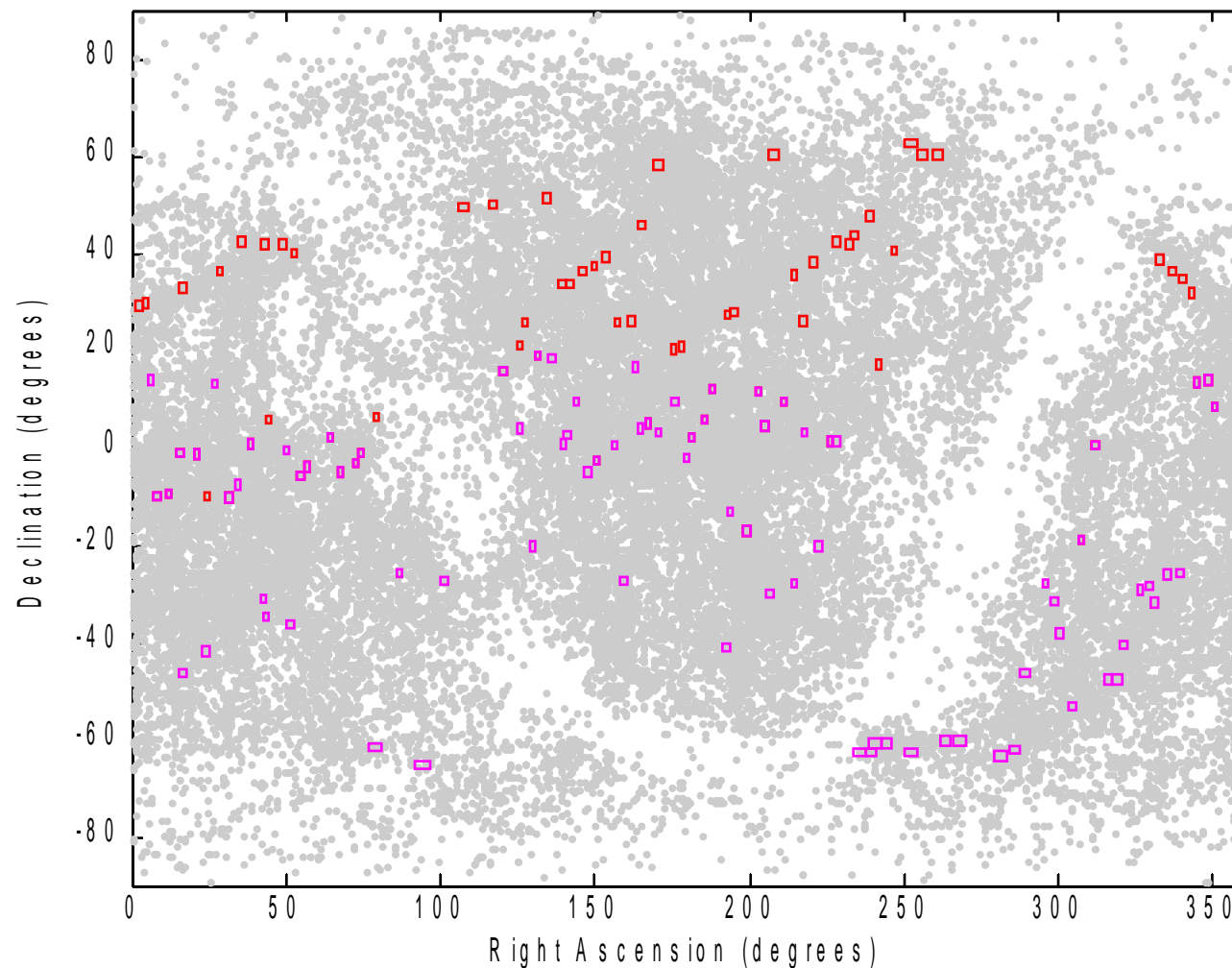


Cette trace est la somme des positions d'un astéroïde  
de magnitude 16.5 (typique sur les images rrlyr)

# Sélection de champs de galaxies observés par TAROT

## - Pour augmenter les chances de trouver une supernova

- 10% du temps d'observation est consacré à observer des champs riches en galaxies
- La sélection des champs a été faite à partir d'un catalogue de galaxies
- Le catalogue contient des galaxies plus proches que 100 Mpc.
- Toutes les galaxies sont susceptibles de montrer une supernova observable avec TAROT.



Gris: Galaxies  
du catalogue

Rouge: Champs  
TAROT Calern

Magenta: Champs  
TAROT la Silla