

# DE LA SCIENCE DANS LES ASTROPHOTOGRAPHIES

- Sacha Foschino
- Astrophysicien OBP-LABSCAN
- [sacha.foschino@obs-bp.fr](mailto:sacha.foschino@obs-bp.fr)
- Rencontre du ciel et de l'espace
- 10 Novembre 2024











## Quelques informations

- Situé à Moydans, dans les Hautes Alpes
- Parc Naturel Régional des Baronnies provençales
- PME 9 salariés dont 2 astrophysiciens
- 220-240 nuits claires/an
- NSB ~ 21.75 mag/arcsec<sup>2</sup> en moyenne, 22.1 en pointe

### Télescopes

OBP-Nord		OBP-Sud	
	82cm	50cm	
	43cm	35cm	
	30cm		

Le ciel noir peut être vecteur de développement économique durable des territoires ruraux !

# La science à l'OBP-LABSCAN

---

Laboratoire d'Astrophysique des Baronnies, Sciences Citoyennes et Action pour la Nuit (LABSCAN)

Nous impliquons les astronomes amateurs(ices) et le grand public dans nos missions scientifiques  
Ils sont immergés et deviennent acteurs dans l'aventure scientifique

## Exoplanètes en transit

Mise à jour d'éphémérides  
Confirmations de découverte  
Animation de  
réseau Pro-Am

## Sources variables

Binaires à éclipses  
Etoiles Ae/Be  
Courbes de lumière  
Caractérisations

## Système Solaire

Suivi astéroïdes  
Occultations stellaires  
Impacts Joviens  
Météores

+ Demandes spéciales de partenariat sur chaque  
sujet (+ nouveaux)

Depuis 2016: >30 publications en co-auteurs





Venez nous voir!

Stand 15

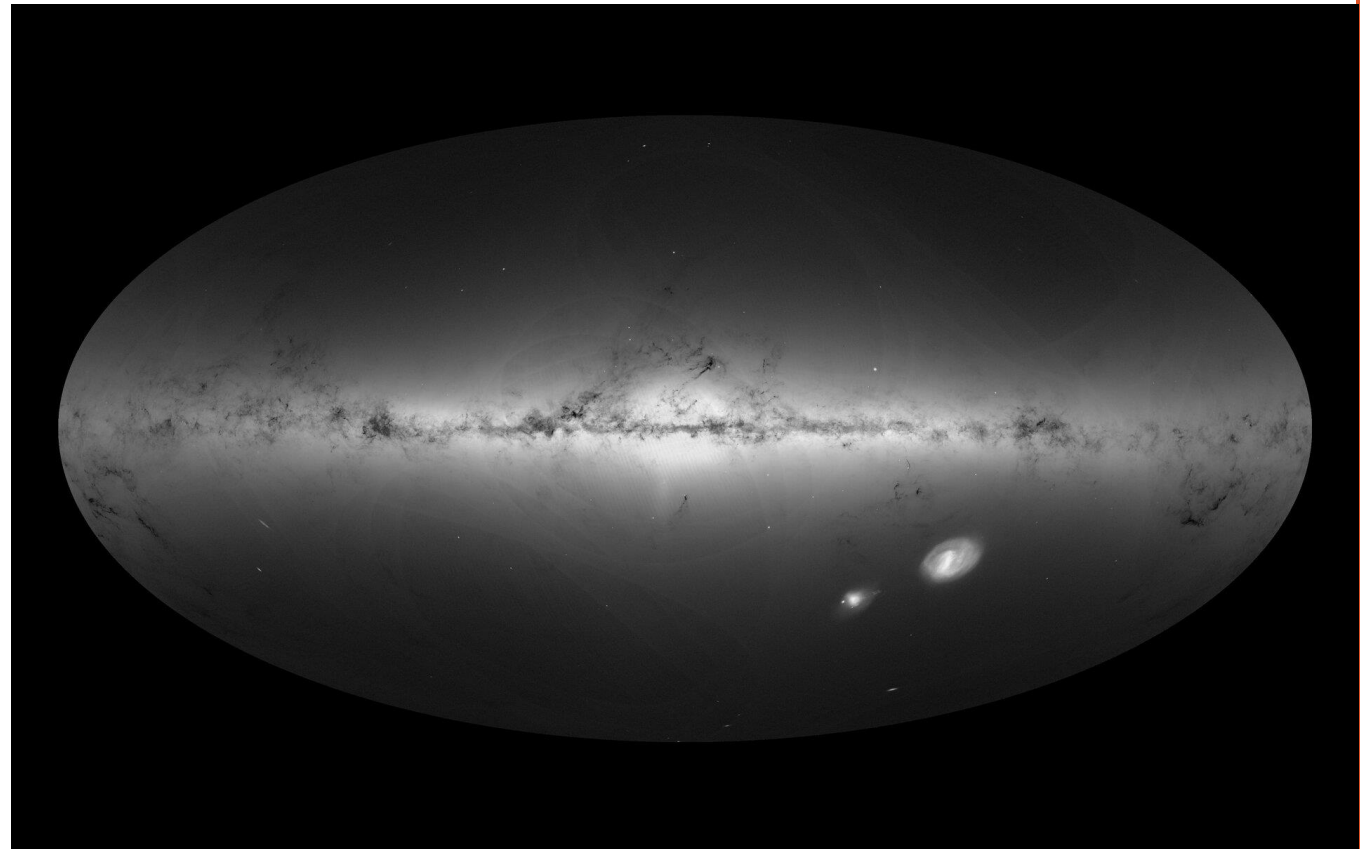
Vers l'âge d'or des sciences participatives

# L'astronomie à l'ère GAIA



- Mission européenne lancée en 2013
- 1.8 Milliard d'étoiles recensées (mag 3 à 21)
- Astrométrie la plus précise actuellement
- Mesure de distances stellaires précises
- Étude de la variabilité des 1.8 Mrd d'étoiles

Toutes les données sont  
publiques!



Fin de la mission janvier 2025 .... ☹️

# Les étoiles variables à l'ère GAIA



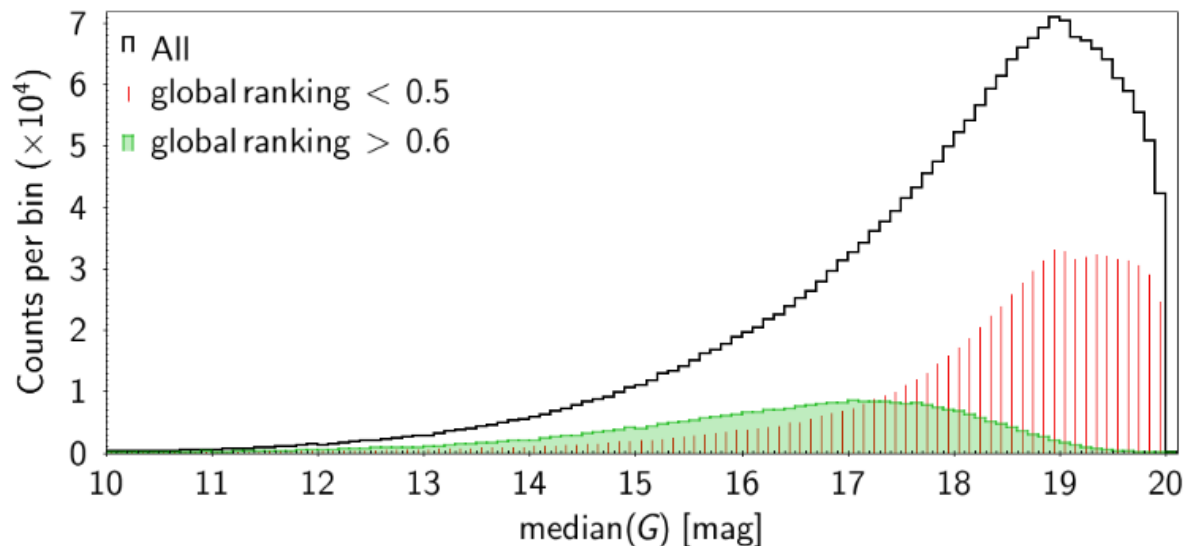
9.5M étoiles classifiées comme variables

Eyer et al. *A&A* 674, A13 (2023)



2.2M Binaires à éclipses

Molawi et al. *A&A* 674, A16 (2023)



Distribution en magnitude des sources

Molawi et al. *A&A* 674, A16 (2023)

« Le catalogue de binaires à éclipses Gaia DR3 est le plus grand catalogue en date en termes de nombre de sources, couverture céleste et intervalle de magnitudes »

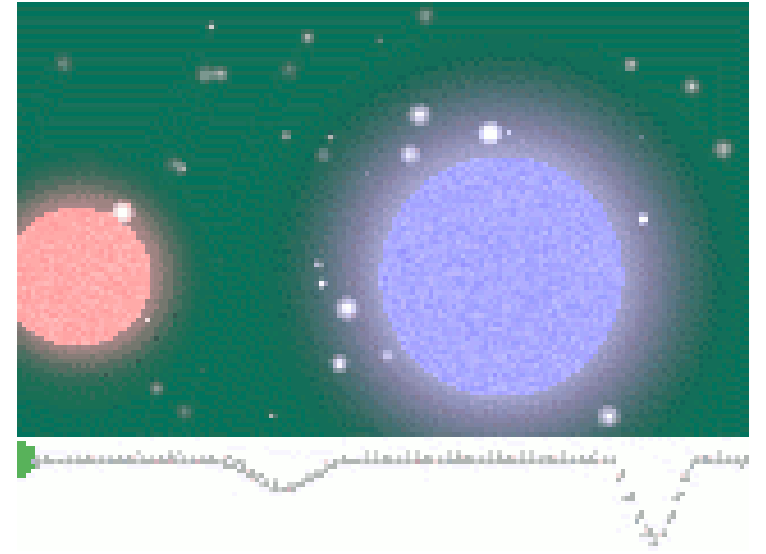
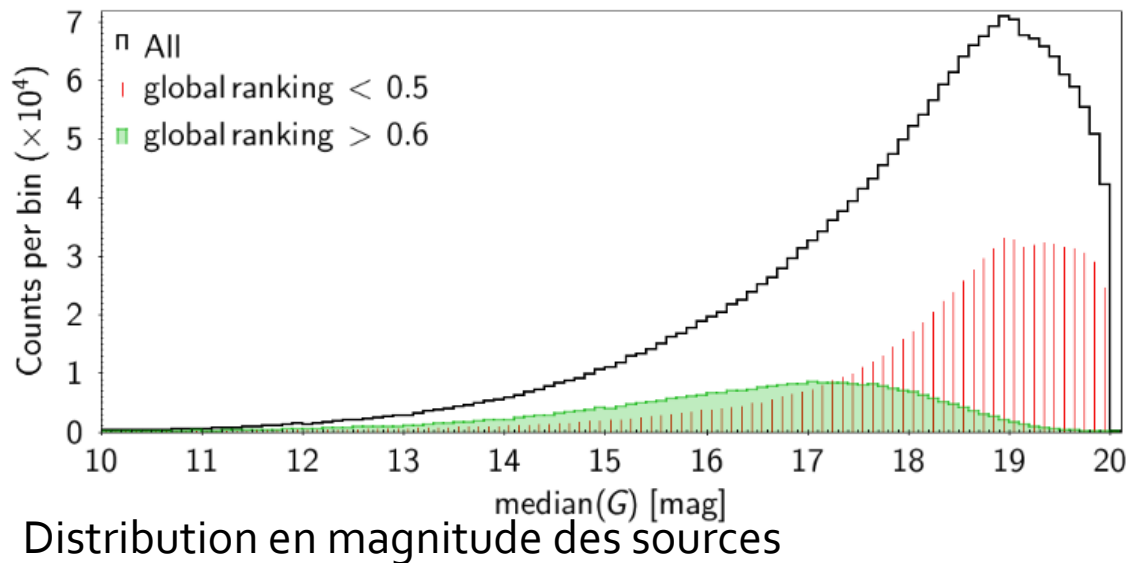
Molawi et al. *A&A* 674, A16 (2023)

Le catalogue AAVSO Variable Star index (VSX) contient 2.3M+ objets, **tous types confondus!**



# Qu'est-ce qu'une étoile binaire à éclipses?

- Système de deux étoiles non discernables sur une image classique
- Plan orbital aligné avec notre ligne de visée
- Eclipses mutuelles périodiques
- Variation de flux de la source quelques % à  $>50\%$
- Certaines sources sont tout le temps en variation



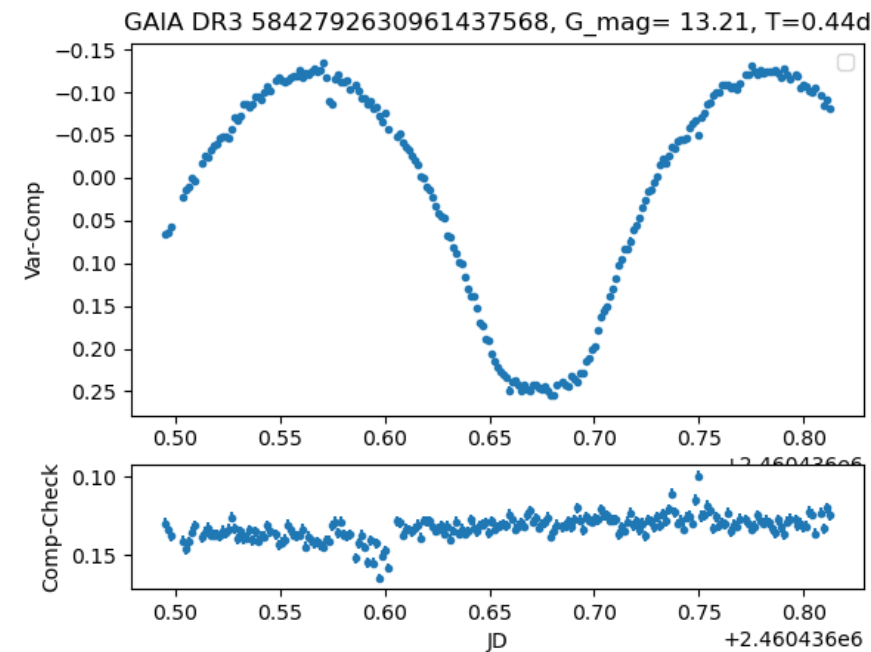
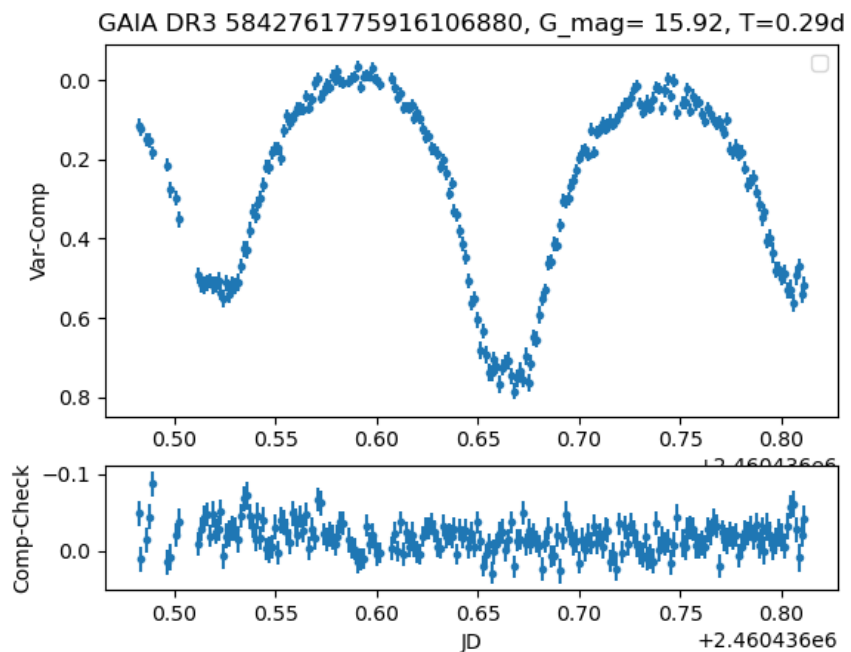
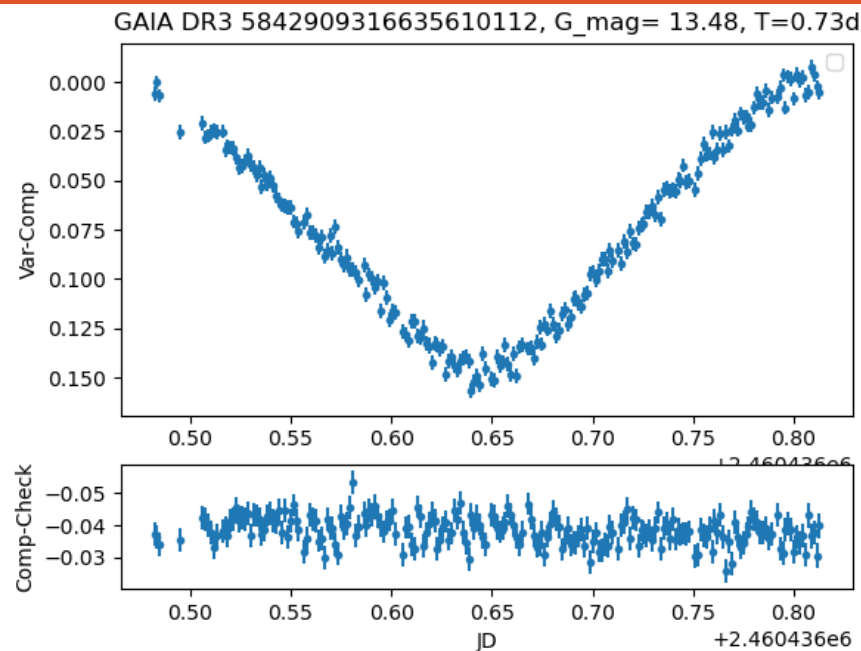
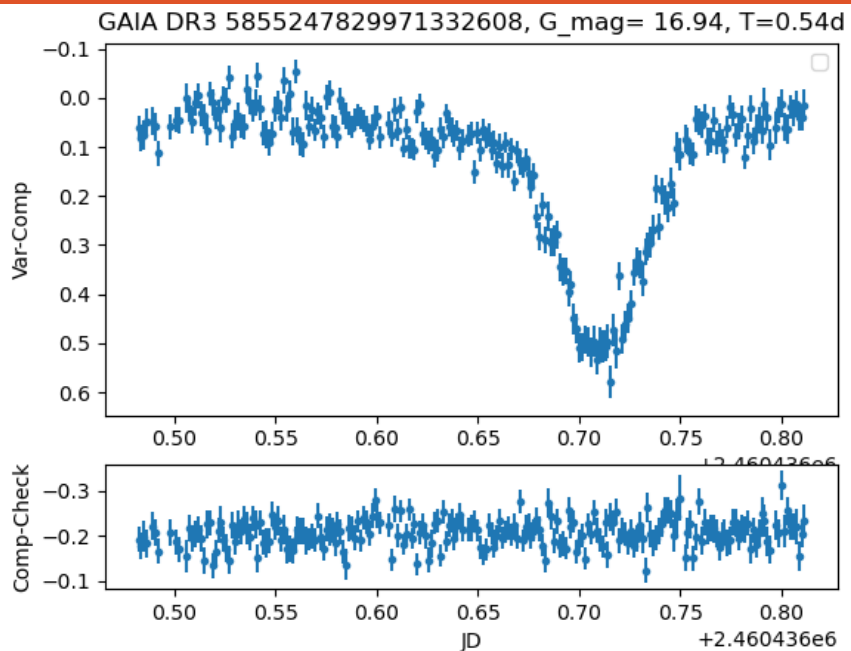
78900 cibles connues jusqu'à magnitude 14  
à l'ère GAIA!

# Exemples de courbes de lumière de binaires à éclipses

Même champ de vue et durée d'observation (RASA14)

Un mot : la diversité!

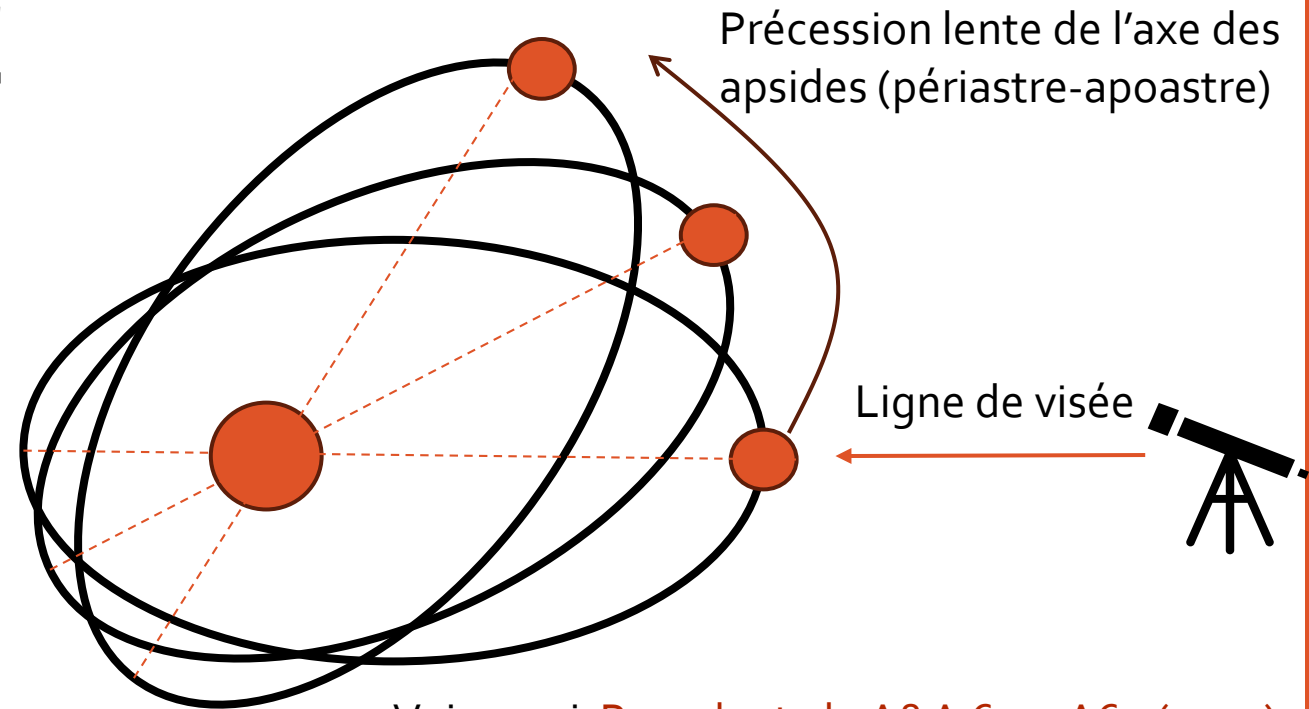
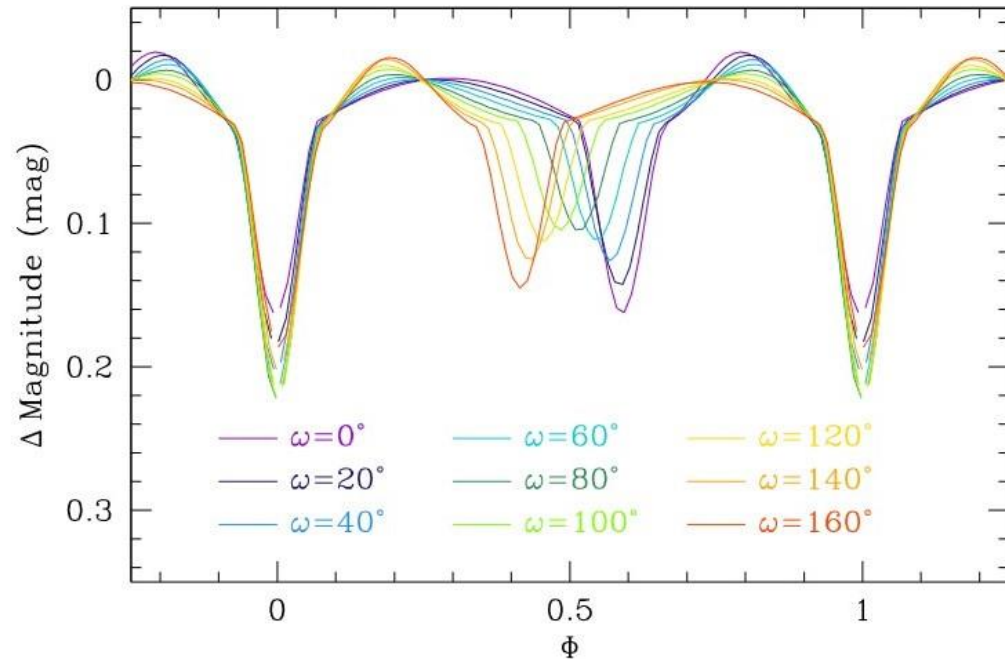
Selon la période et le type de variabilité, il est possible de détecter de 0 à 3 éclipses par source en une nuit





# Des objets qui évoluent!

Rosu, S. 2021, BSRs, Vol 90, p, 1-16



Voir aussi Baroch et al., A&A 649, A64 (2021)  
Pour un test de relativité générale grâce à ce phénomène

Le suivi long terme de ces cibles peut montrer des variations d'éphémérides dues à:

- Effet relativiste, variations de l'orientation de l'axe des apsides (type anomalies orbitales de Mercure)
- Effet d'un troisième composant (petite étoile, exoplanète...)

Nécessite des mesures de date  
des éclipses seulement  
Pas besoin de système  
photométrique!

# Comment déjà contribuer à leur étude ?

- Données photométriques à envoyer à l'AAVSO (seulement 6149 cibles étudiées sur 980 000 dans la base VSX)
- Plateforme VarAstro (Czech Astronomical Society)
- CdR-CdL (Raoul Behrend, Observatoire de Genève)

Les inconvénients :

- Champs de vue pas très stimulants
- Nécessite d'être dans la démarche de faire de la photométrie (formation autodidacte ou accompagnée requise)

Des éclipses se cachent très certainement déjà dans les sessions astrophotographiques!  
Allons les traquer!





# Comparaison astrophotographie/photométrie

## Astrophotographie

## Photométrie

Grand nombre d'images individuelles

Nombre d'images individuelles dépendant de l'échantillonnage temporel nécessaire

Problématique du rapport signal/bruit

- Empilement des images pour détection
- Exploitation des images individuelles pour suivi temporel

Focalisation le plus fin possible

Défocalisation nécessaire dans certains cas

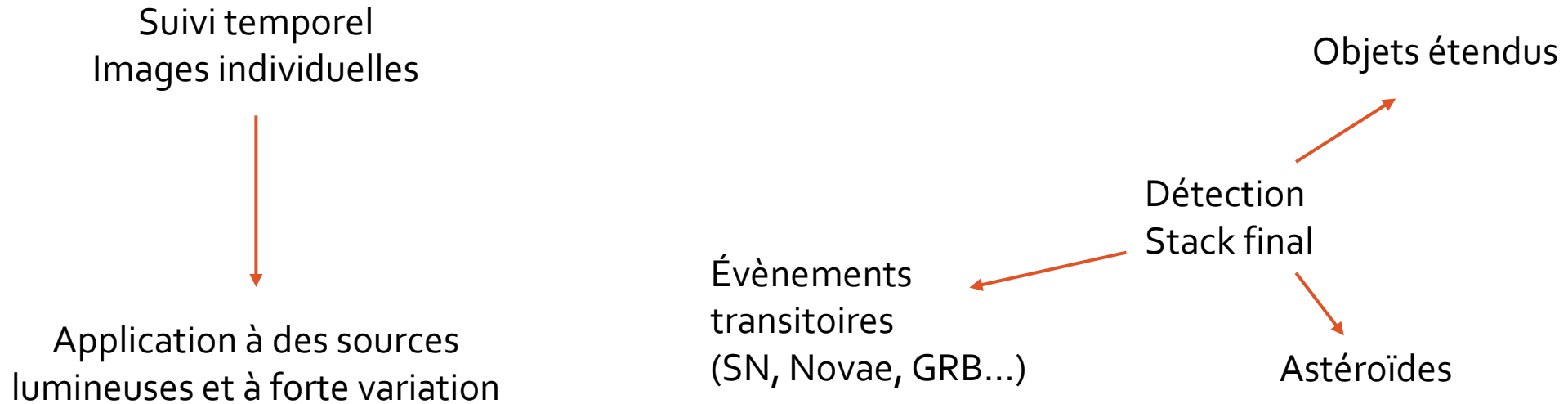
Filtres selon la sensibilité des artistes

Filtres normalisés, systèmes photométriques (Johnson, Sloan...)

La prise de données astrophotographies est un cas particulier de la photométrie

# L'astrophotographie comme source d'informations astrophysiques

Le cout élevé du matériel astrophotographique implique l'utilisation de petits diamètres





# Exemples d'exploitations de stack d'astrophotographie

La traque de l'heure d'apparition de SN2023ixf dans M101 en mai 2023



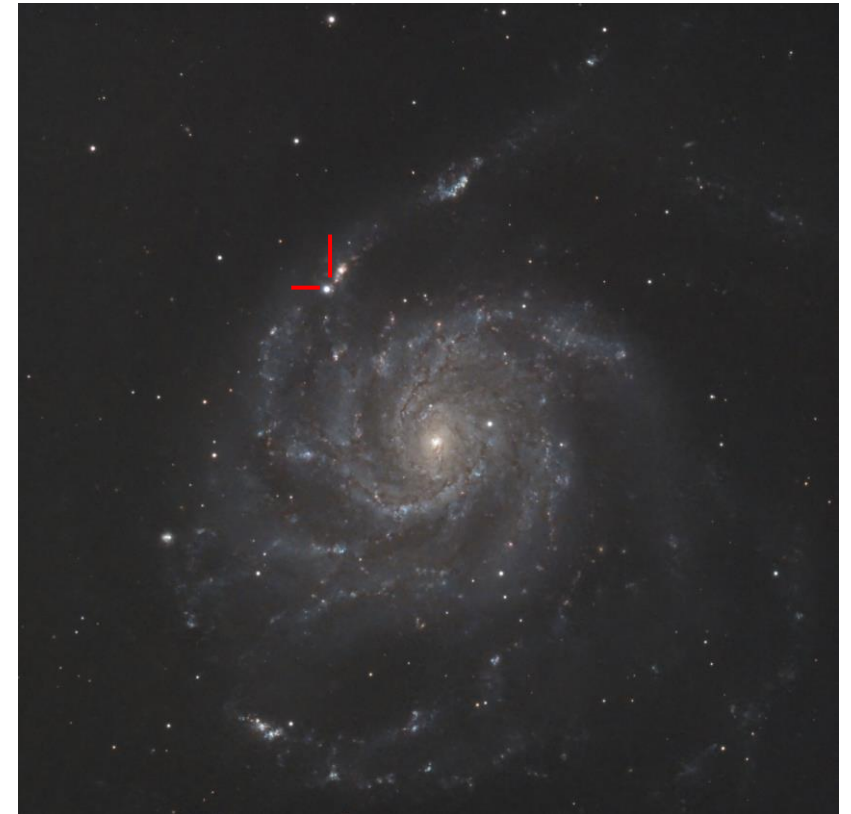
© STROTTNER-DRECHSLER-SAINTY

Marcel Drechsler *et al* 2023 *Res. Notes AAS* 7 1

StDrSa Object 1

Nébuleuse [OIII] inattendue si proche de M31

+ toute la recherche de nouvelles nébuleuses planétaires



© Vincent Bioret

Vers l'exploitation des images individuelles  
et  
le projet « Photographie à photométrie »

# Cas typique de champ de vue astrophotographique



©Martial Relier

FRA500

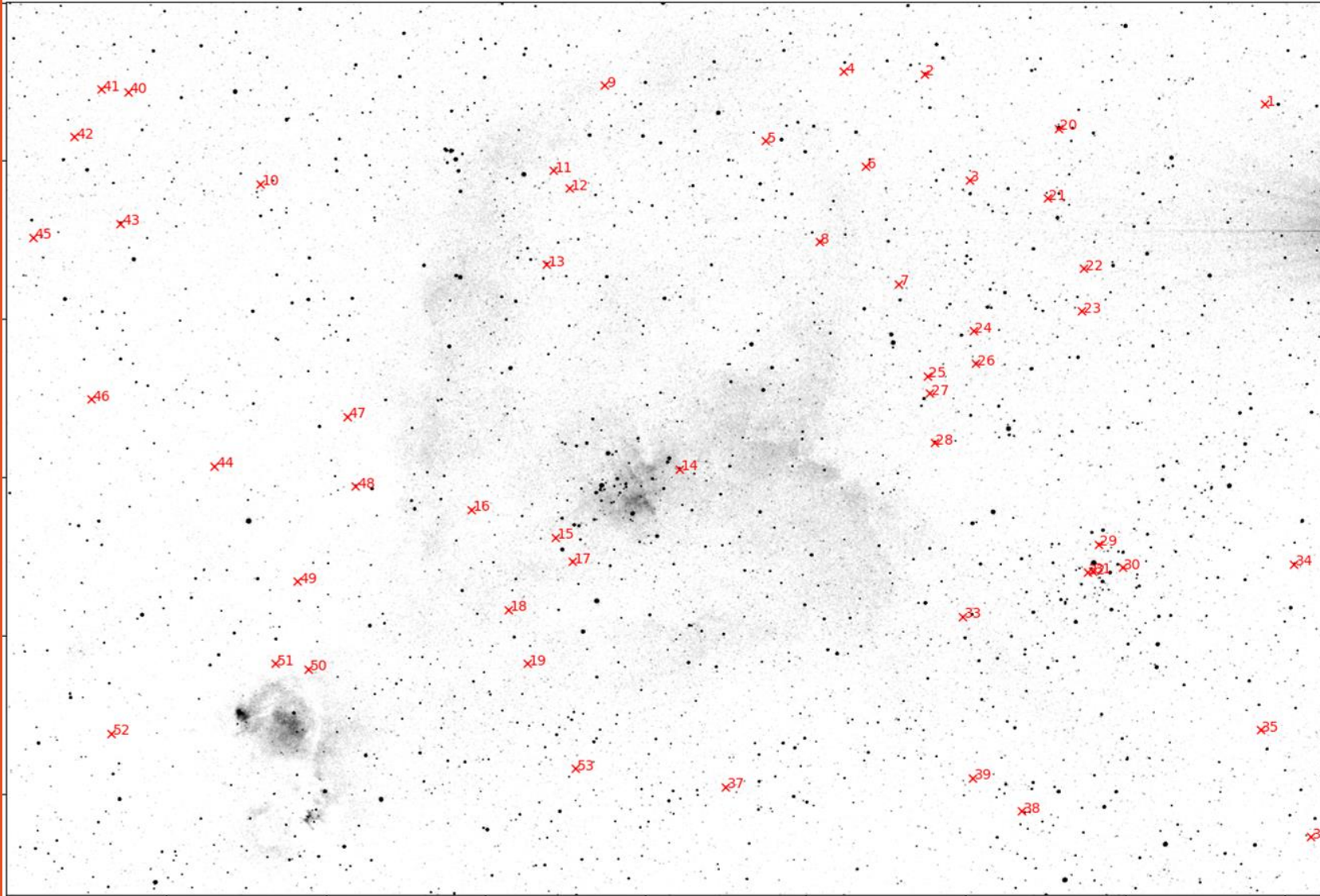
ASI 294 MC

L-Ultimate

250x180sec = 12h



# Cas typique de champ de vue astrophotographique



©Martial Relier

FRA500

ASI 294 MC

L-Ultimate

250x180sec = 12h

52 binaires à éclipses jusqu'à mag 14

- Est-il possible d'extraire la photométrie de ces cibles ?
- Comment les exploiter au mieux ?

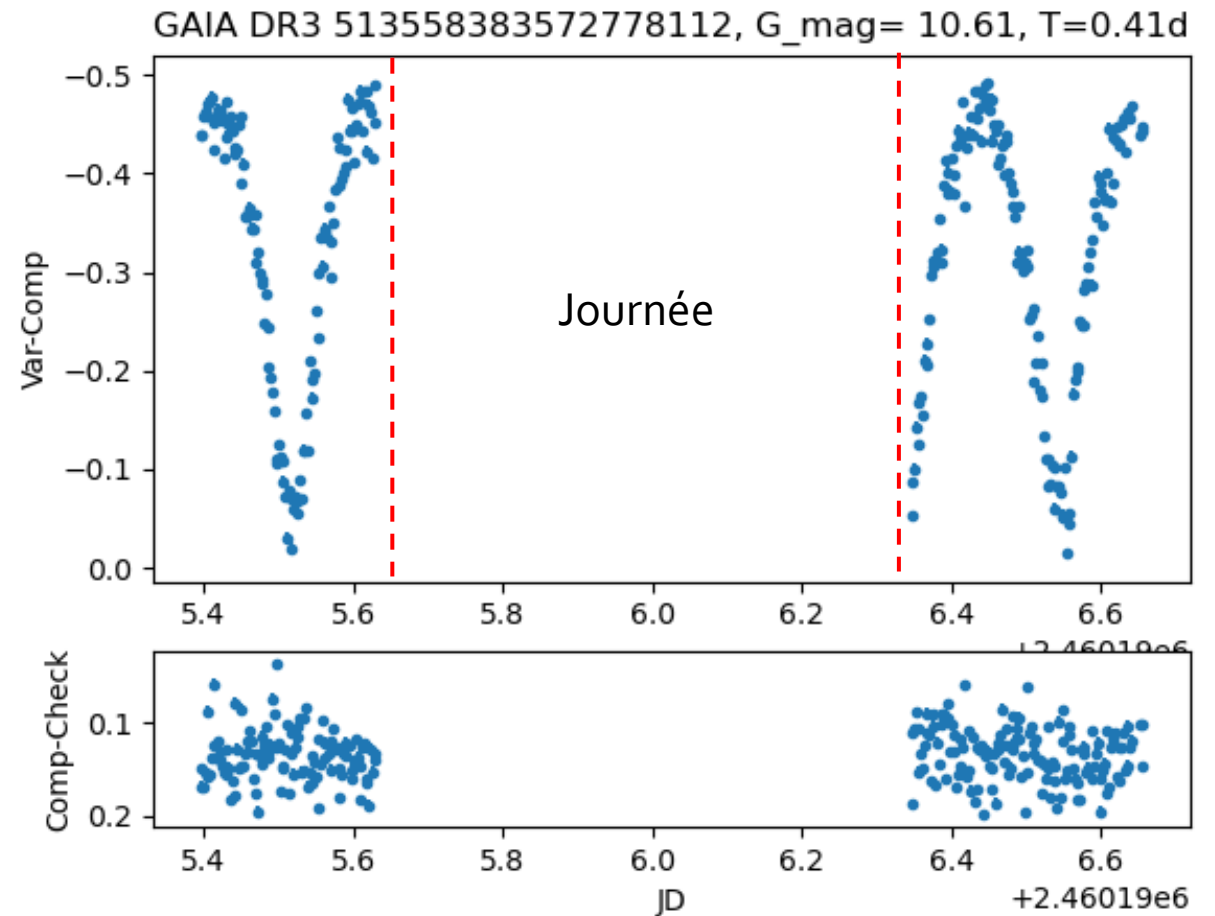
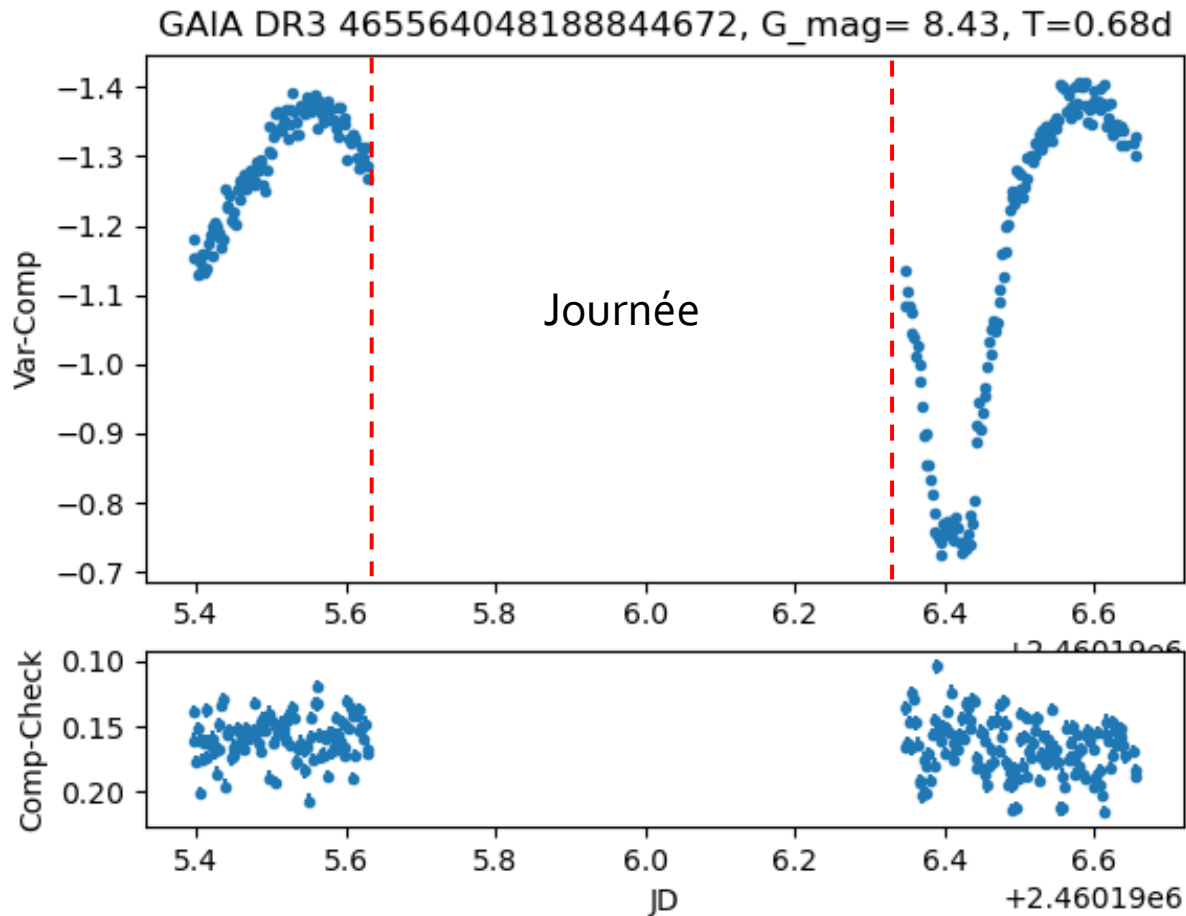
1er test : les outils numériques

# Peut-on extraire l'information photométrique des sources d'intérêt des astrophotographies?

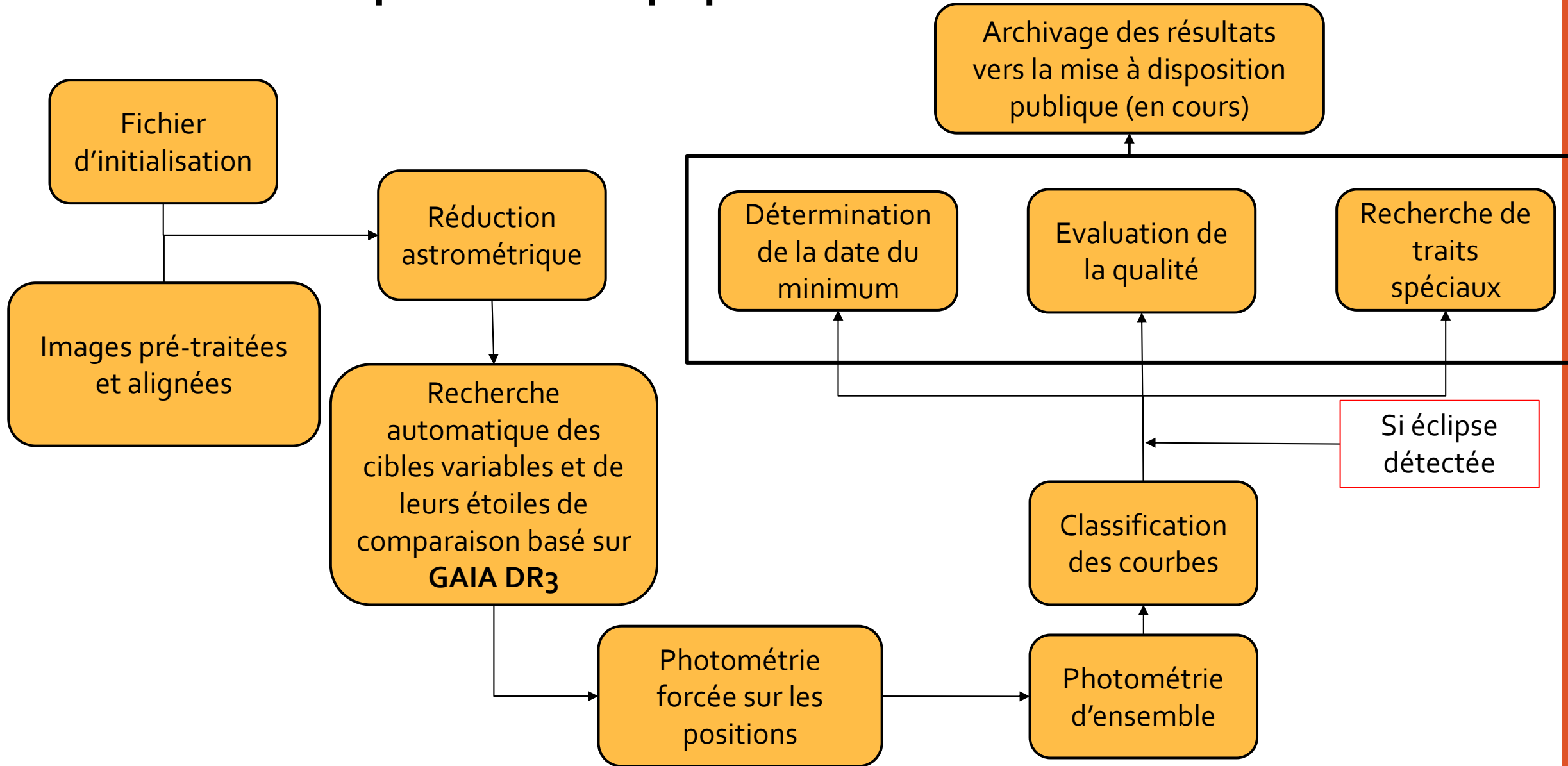
Oui, ce sont des images astronomiques!  
Les mêmes méthodes de réduction de données qu'aux données pro s'appliquent

DO Cas

V<sub>1337</sub> Cas



# Brève description du pipeline P2P

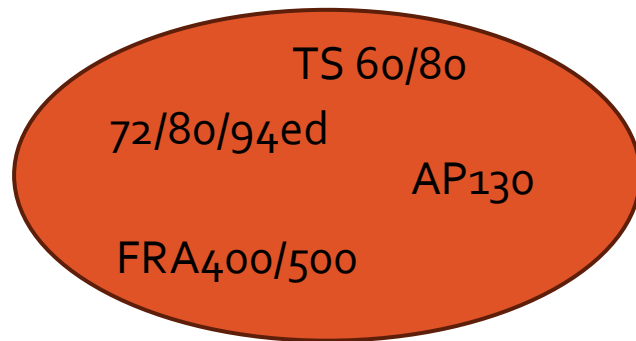




# 2<sup>nd</sup> Test : protocole et gestion de données d'origines différentes

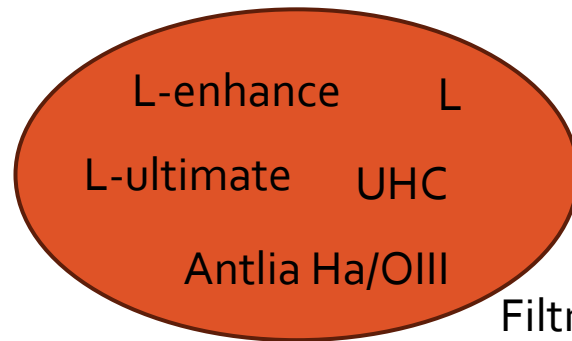
- L'outil n'est pas le projet scientifique
- Comment rendre efficace la gestion d'une quantité potentiellement énorme de données?
- Test grandeur nature dans le cas de IC1805, la nébuleuse du Coeur. 15 personnes ont répondu à l'appel

Instruments



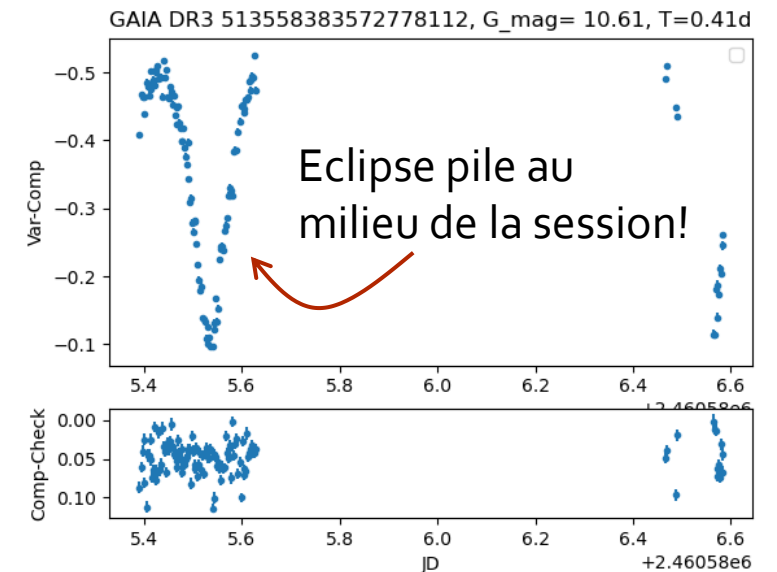
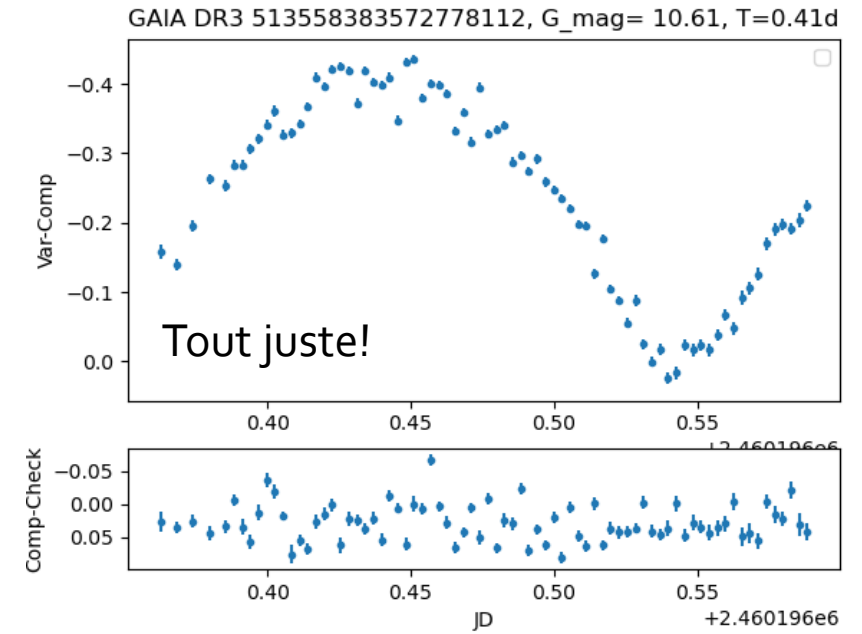
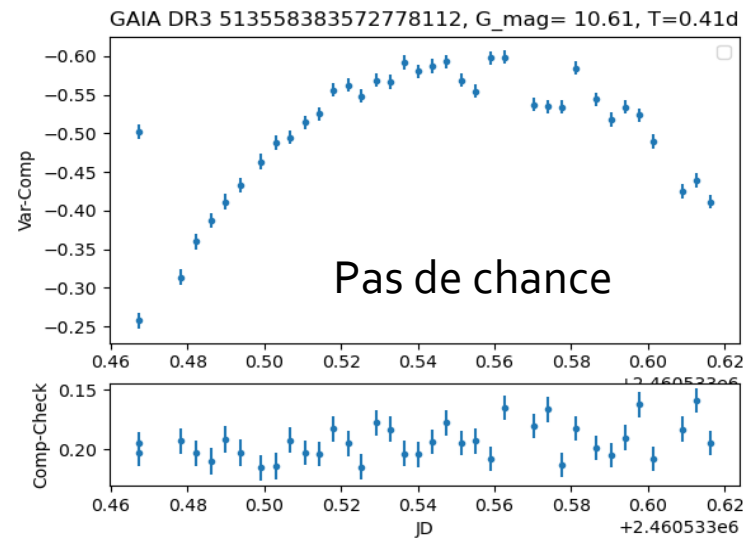
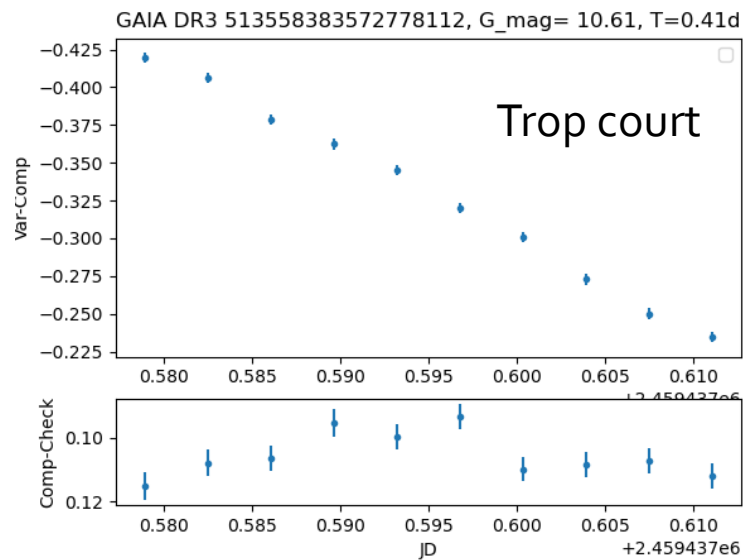
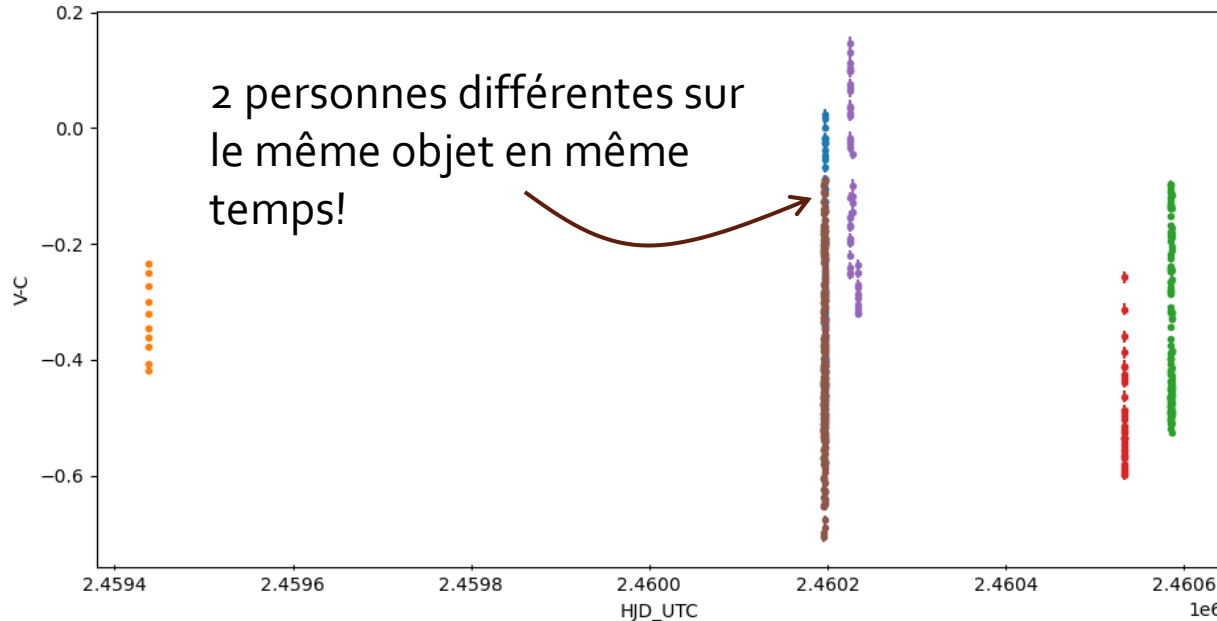
Beaucoup de caméras couleurs par rapport aux monochromes

Focus sur l'étoile V1337 Cas  
(GAIA DR3 513558383572778112)  
Magnitude V ~ 10.6  
Période de variation: 0.4101 jour (9.8h)



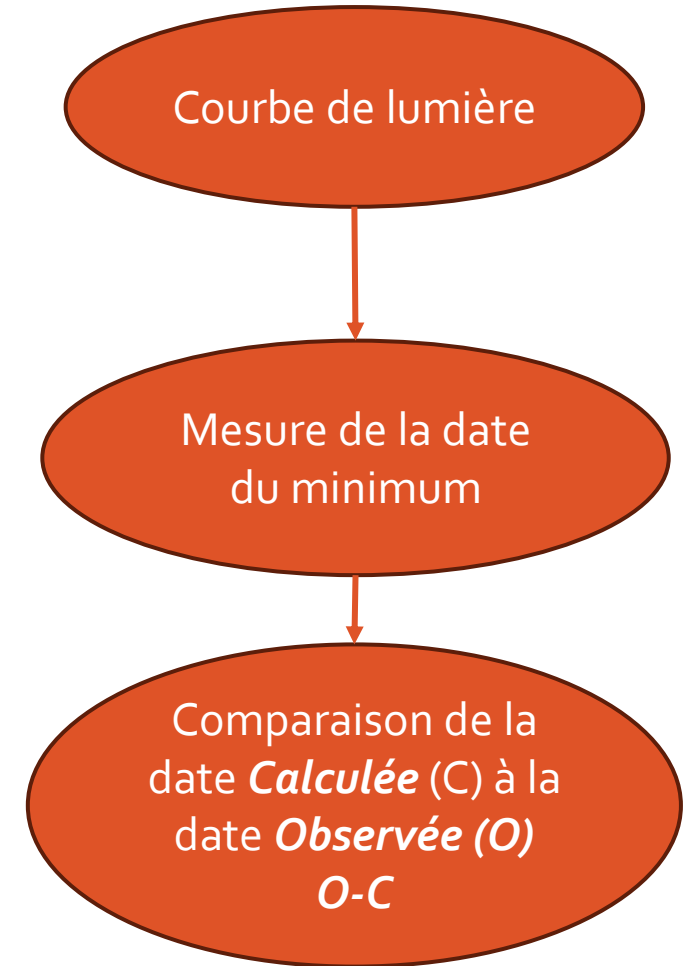
Filtres

# Les courbes de lumières



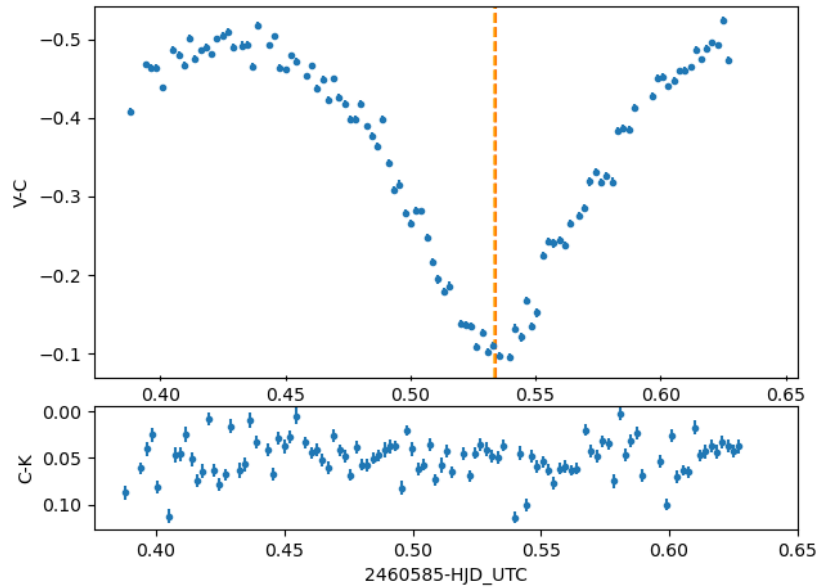
# Temps des minima et O-C

- Chaque système binaire à éclipses est associé à l'époque d'une éclipse de référence
- Reporter la période à partir de cette date permet de prédire les éclipses
- Tout retard ou avance significative implique que le système subit une perturbation
- Si le système n'évolue pas: ni retard ni avance des éclipses n'est constaté.



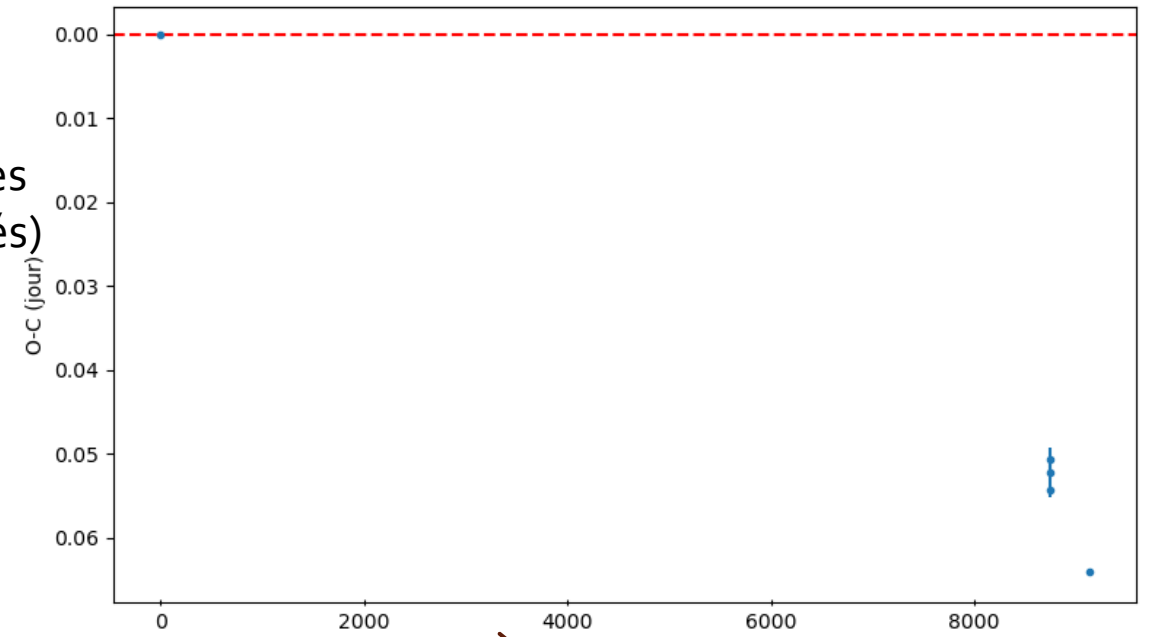


# Temps des minima et O-C

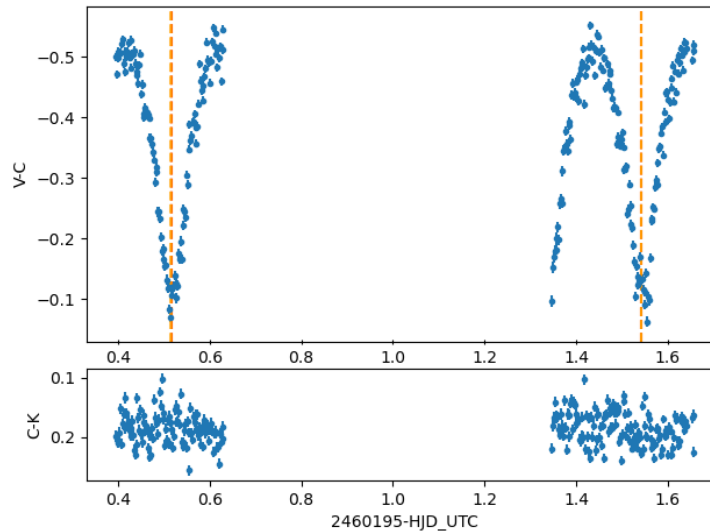
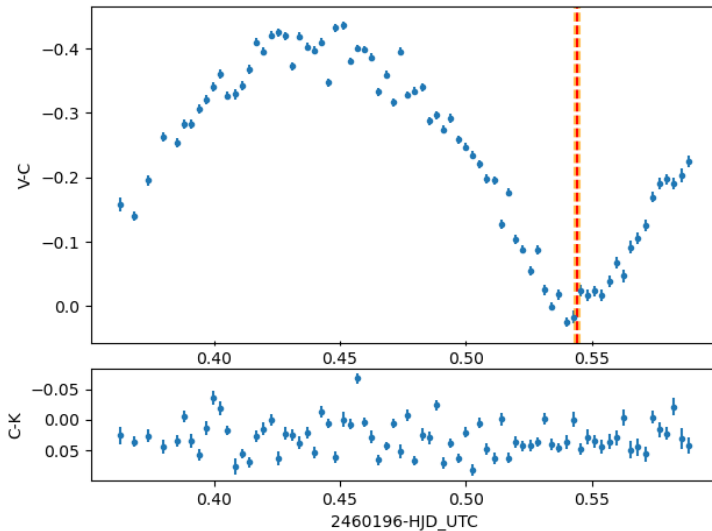


4 courbes exploitables  
(minima bien détectés)

Methode: Mikulášek  
Z., A&A 584, A8  
(2015)



2451453 est le jour de l'époque de référence de V1337 Cas



- Environ 0.0522 jours d'avance au bout de 21360 révolutions du système
- Nécessite plus de données pour être plus précis

# Protocole du projet du point de vue de l'observateur/ice

Contactez-moi à [sacha.foschino@obs-bp.fr](mailto:sacha.foschino@obs-bp.fr) avant votre 1er envoi  
Je vous ferai remplir un petit questionnaire



*Possibilité d'obtenir les  
master Dark, Flat et Offset  
en utilisant SIRIL*

Compression du tout dans  
une archive

Upload et envoi  
[sacha.foschino@obs-bp.fr](mailto:sacha.foschino@obs-bp.fr)

Message:

"Hello/Coucou/Bonjour

Observateur/ice: Nom Prénom

Lieu d'observation ou GPS : 44.4041° / 5.5080°

Objet cible de votre session: IC1805

Instrument: TubeOptique+Camera+Filtre

Gain: xx e-/ADU ou xx dB

A bientôt!

Sites conseillés : GrosFichier ou SwissTranfert (jusqu'à 10 et 50Go)

# Merci aux cobayes!

- Martial Relier, cobaye originel!
- Mais aussi :

Jean-Philippe Gebel  
Julien Hedoux  
Arnaud Ferial  
Damien Guillard  
Gregory Boutry  
Alexis Giacomoni  
Hugo Lingua

Eric Cioli  
Isabelle de rêve d'espace  
André Dominique  
Clément Piel  
Bryan Payet  
Alain Rouen  
Alex, alias Vlaams

Pour vos données, pas toutes encore traitées ! Ca va venir!



# Conclusions

sacha.foschino@obs-bp.fr

- Les données amateurs peuvent être considérées comme des données astrophysiques dans la limite de leur précision
- Source de données à consulter de manière plus systématique
- Le programme de l'Observatoire des Baronnies provençales « *De la Photographie à la Photométrie* » vous permet de participer à l'effort de recherche sans effort particulier de votre part
- + de données, plus d'informations!
- Vous permet de vous améliorer pour obtenir les meilleures données

Site internet centralisant les données et montrant la contribution de chacun/e en cours de construction

Tout est sauvegardé en local pour le moment

Gros défis de  
coordination Pro-Am !