

### L'astrophotographie: un trésor d'informations (quasi) inexploré

- L'astrophotographie est la pratique artistique visant à mettre en valeur une scène astrophysique sans contrainte de « vérité scientifique ». Cela se joue entre l'astronome et sa cible, mettant en jeu la sensibilité et technique de l'artiste. C'est une méthode complémentaire à l'observation scientifique.
- Exoplanètes, astéroïdes, étoiles variables, objets transitoires... Toutes les données amateurs exploitées dans ces domaines sont produites dans un but scientifique. Quid des images dont le but initial n'était pas scientifique?
- Et si une belle image issue d'un petit diamètre pouvait aussi fournir des données scientifiques de qualité? Dans le paysage des sciences citoyennes, peu de programmes se concentrent sur les astrophotographies (pour un bel exemple, voir le programme Planetary Nebulae [1] qui mêle, entre autres, astrophotographie et découverte de nébuleuses planétaires). Avec P2P, on se pose la question de l'exploitation scientifique des images individuelles d'une session astrophotographique.

Le défi est d'obtenir de bonnes mesures photométriques avec de petits diamètre (à partir de 7cm) et des filtres à bande étroite (H $\alpha$ , [OIII], [SII], double ou triple bandes...) ou large (L, R, G, B...). Si la nature des filtres rend compliqué la mesure de magnitudes photométriques, il est tout à fait possible de déterminer les dates d'événements (maxima ou minima de luminosité de sources lumineuses)

Une image brute astrophotographique contient le flux des étoiles, des nébuleuses et de toutes les autres sources du champ de vue ainsi que la date de prise de vue, **au même titre que les images photométriques professionnelles** (à quelques subtilités près). Les mêmes techniques d'exploitation scientifiques peuvent s'appliquer.  
Ne pas explorer les possibilités d'exploitation systématique de ces données, c'est rater une grande quantité de phénomènes!

Image centrale: Image globale de 60h de pose de IC 1805 issue de la campagne de récolte de données décrite ci-dessous.  
Les ronds rouges montrent les positions des binaires à éclipses, les carrés roses montrent celle des binaires à éclipses jusqu'à magnitude 14.  
Traitement d'image (magistral): Martial Relier et Arnaud Férial →

### Campagne test sur IC 1805 : premiers résultats

Chaque année, de nombreux et nombreuses astrophotographes immortalisent cette cible emblématique de la constellation de Cassiopee: la Nébuleuse du Cœur, alias IC 1805.

Comme toutes les régions de formations d'étoiles massives, elle se situe dans le plan de la Voie Lactée, riche en étoiles en tout genre. C'est pourquoi ce champ de vue fourmille aussi d'étoiles binaires à éclipses!  
Ce sont plus de 50 cibles jusqu'à la magnitude 14 qui sont présentes dans un rayon de 2° autour du centre de la nébuleuse (voir image centrale)!

Objectifs de la campagne :

- Avoir une vue d'ensemble réaliste de la pratique de l'astrophotographie (types de caméras, filtres, diamètres et focales, durée des sessions et temps de pose...)
- Estimer les quantités de données impliquées
- Tester en conditions réelles les outils numériques développés
- Obtenir des données « inédites » sur quelques cibles et tester leur validité

Parmi les résultats attendus, il y a la production de courbes de lumière fiables (Figure 1) à partir desquelles il doit être possible d'extraire le retard ou l'avance de chaque éclipse détectée. La production d'un diagramme O-C (O: date observée, C: date calculée. Retard: O-C>0, Avance: O-C<0) est essentielle au suivi long terme d'un système binaire. La figure 2 montre l'exemple prometteur d'un des diagrammes obtenus via les données de cette campagne, mis en perspective avec les données déjà connues de V1337 Cas.

A l'issue de cette campagne:

- Les outils, le protocole d'analyse et le protocole de transmission des données ont été optimisés
- Des données de qualité (voir en exemple les figures ci-contre) ont été produites à partir des images individuelles issues de petits diamètres et seront publiées en même temps que le programme (Foschino et al., 2025, in prep.)
- Une vérification de la qualité de la synchronisation temporelle des PC des participant(e)s est nécessaire

Les résultats de cette campagne sont très prometteurs et poussent à la création d'une nouvelle base de données alimentée spécifiquement par les résultats de P2P. Ces résultats sont rendus possibles par l'exploitation scientifique de données astronomique initialement obtenue dans un but artistique et contemplatif

### Quelle science pour P2P?

P2P est un cas particulier des sciences participatives. En général, la prise de données est contrainte par les objectifs scientifiques. Dans le cas de P2P, une grande partie des données existent déjà, comment peut-on les faire parler et les valoriser?

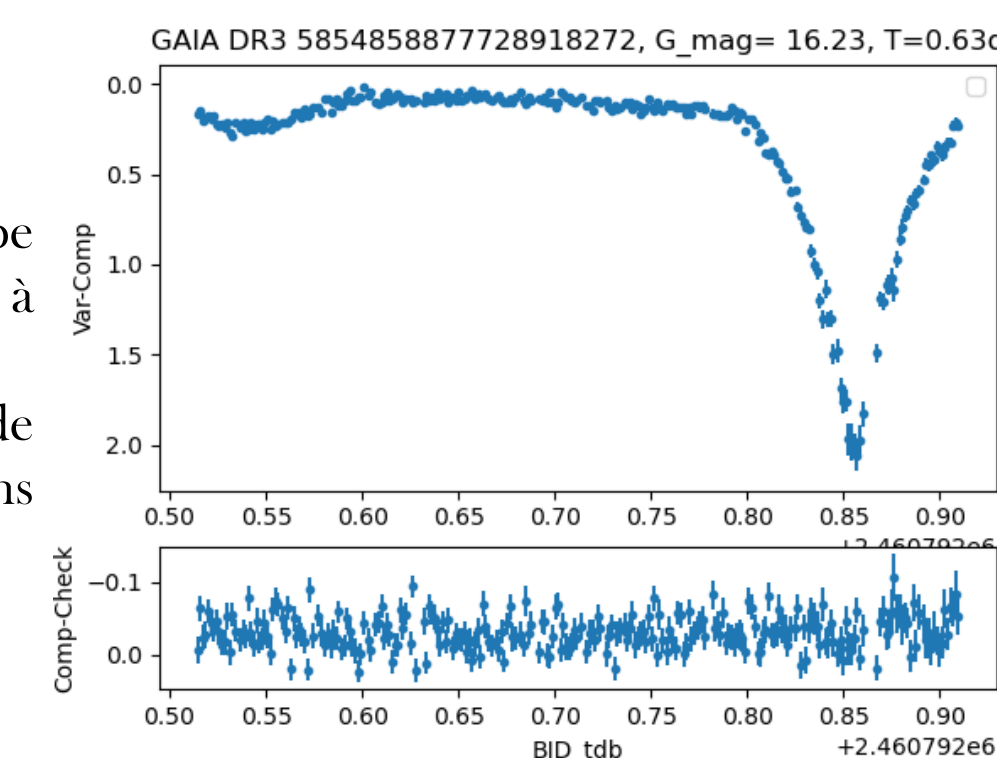
Les petits diamètres et bandes passantes très sélectives des filtres orientent les sujets de recherche vers des cibles lumineuses et phénomènes de grande amplitude de variation photométrique.  
Les **binaires à éclipses** sont idéales du fait de leur grand nombre et leur forte variation de flux.  
Lorsqu'une binaire passe en éclipse, elle diminue en luminosité peu importe le filtre optique utilisé!

Le programme P2P se concentre sur la mesure des dates des éclipses cachées dans les sessions astrophotographiques. La mesure de ces dates sur le long terme permet de mesurer la dérive des éphémérides à la suite de changements ou perturbations orbitaux comme la présence d'un troisième composant, une dérive de la ligne des apsides, des phénomènes relativistes...

78900 cibles jusqu'à magnitude 14 dans le catalogue Gaia DR3 [2]

Variation de  $\sim 0.05$  à  $\sim 2$  magnitudes [2]

Sur les 985000 cibles du catalogue VSX, 6800 seulement ont au moins un point de mesure [3]



**Figure 1 :** Exemple de courbe de lumière d'une binaire à éclipse de type EA. Voir sa désignation, magnitude Gaia et période (en jour) dans le titre de la figure.

La quantité de cibles potentielles, le peu de cibles déjà bien connues ainsi que la quantité de donnée potentiellement disponible permet de promettre un apport considérable de données qui n'auraient jamais été obtenues autrement.  
Il montrera, nous l'espérons, au reste de la communauté professionnelle internationale l'utilité d'explorer de manière systématique les observations passées et futures des astronomes amateurs et amatrices.

### Protocole et participation

Pour raison de simplicité, le traitement des données est effectué par moi-même via les outils développés à l'OBP.

Votre participation est très simple:

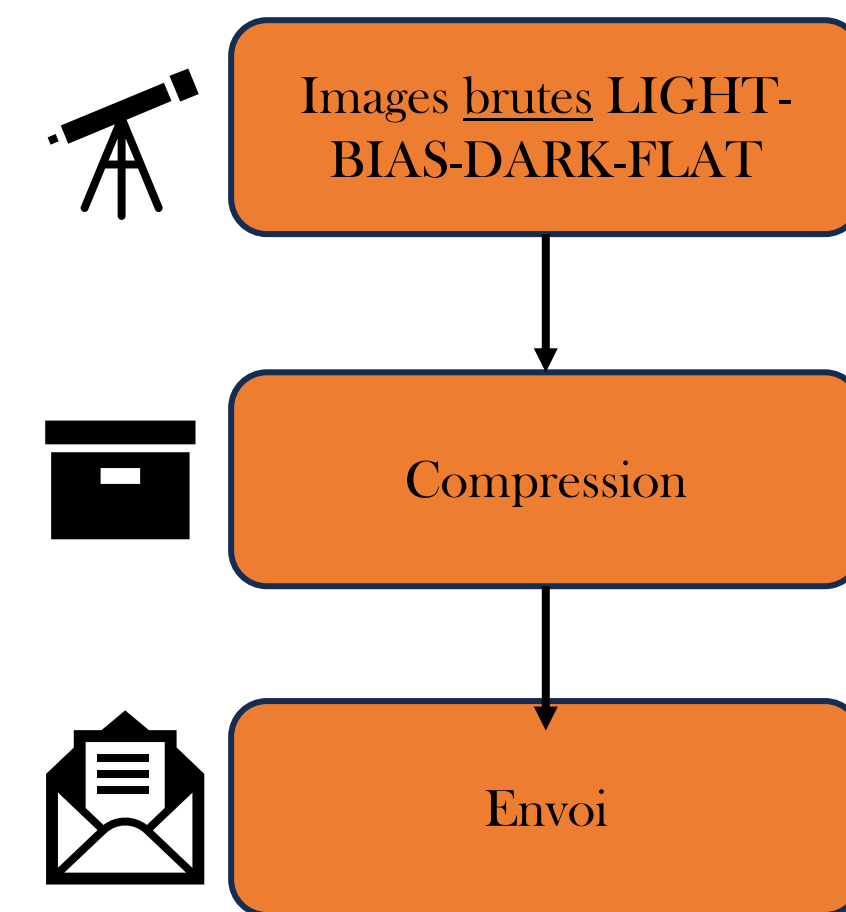
- Me contacter
- Description de votre station d'observation (nomade ou fixe) via un questionnaire
- Envoi des premières données

Quelles données envoyer?

- Vous avez une session astrophoto d'au moins 2h d'un champ de vue contenant des binaires à éclipses
- Vous avez les images brutes dites "Light"
- Vous avez les images brutes des images de calibration (BIAS, DARK, FLAT, je refais les images maitres)

⇒ Astuce : lors de vos prochaines sessions, juste avant la production des BIAS-DARK-FLAT maitres et avant le traitement des images LIGHT, compressez toutes les images brutes dans une même archive et transférez-moi tout via un lien.

Que ce soient des images issues de vos archives ou de vos futures sessions, tout m'intéresse pour un suivi des cibles long terme dans le passé et le futur!



### Références et contacts

Contact: [sacha.foschino@obs-bp.fr](mailto:sacha.foschino@obs-bp.fr)

Sacha Foschino est astrophysicien à l'OBP-LABSCAN, dont le but est d'impliquer le grand public et la communauté amateur dans l'aventure de la recherche.  
Site web: <https://www.obs-bp.net/recherche>

Pour leur participation à cette campagne de récolte aux résultats prometteurs, remerciements spéciaux à Martial Relier, Arnaud Férial, Vlaams, Jean-Philippe Gebel, Julien Hedoux, Damien Guillard, Grégory Boutry, Hugo Lingua, Eric Cioli, Dominique André, Bryan Payet, Alain Rouen et Vincent Bioret!

Références:

- [1] Le Du, P. et al., A&A 666, A152 (2022)
- [2] Mowlavi, N. et al., A&A 674, A16 (2023)
- [3] En date de aout 2024, avant la fusion du catalogue Gaia avec VSX. Watson C. L., Henden A. A., Price A., 2006, Soc. Astron. Sci. Annu. Symp., 25, 47
- [4] S. Poddany et al. / New Astronomy 15 (2010) 297–301