

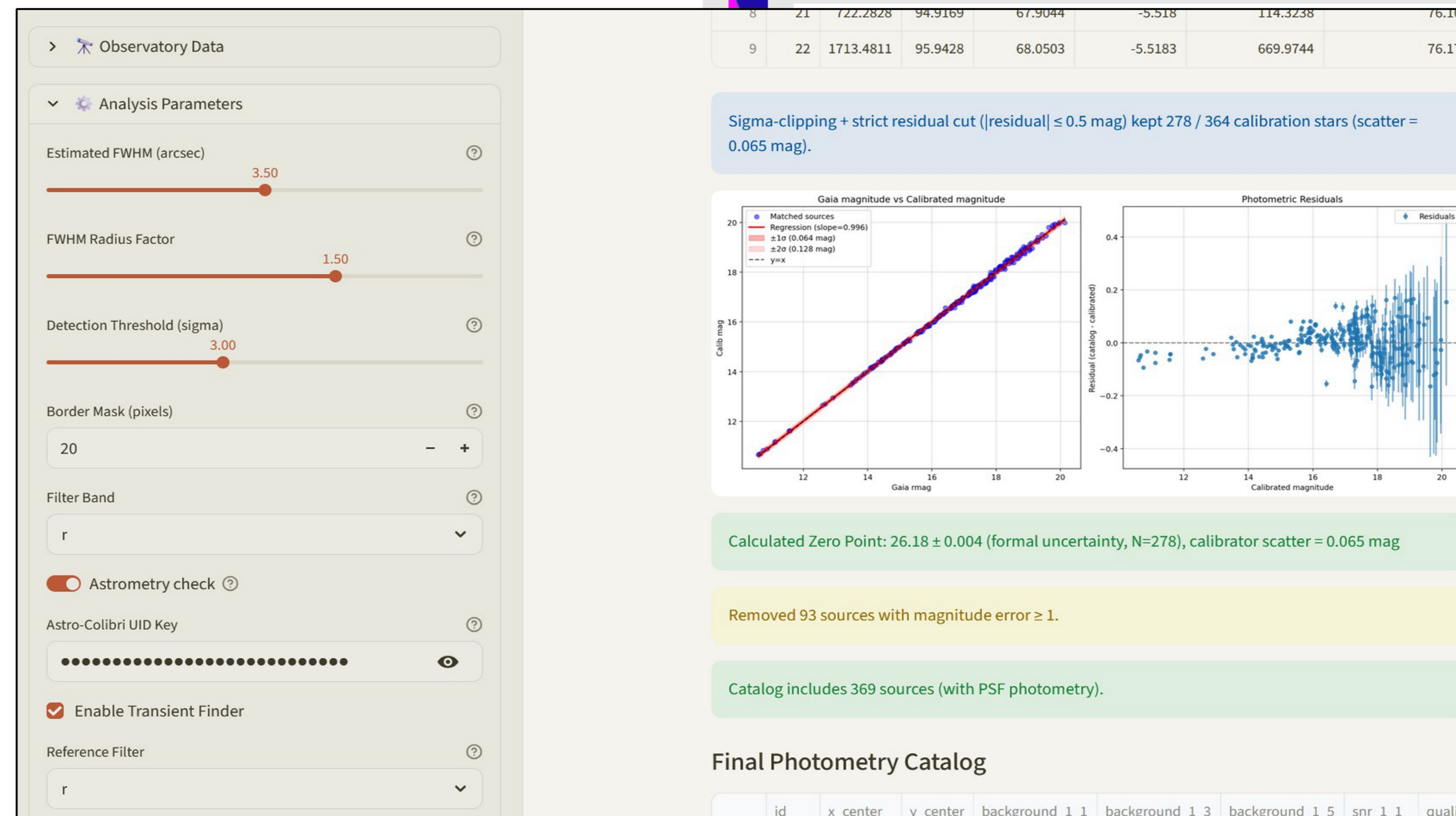
1) Société Astronomique de France; 2) PADC/DIO - Observatoire de Paris-PSL, CNRS; 3) Observatoire de Paris LTE PSL; 4) Institut d'Astrophysique de Paris; 5) CEA IRFU Astro-COLIBRI; 6) SF2A; 7) Club Eclipse; 8) Observatoire de Bretagne Sud; 9) TJMS Buthiers, CPS; 10) Dauban GRAPPA

**Journées de la SF2A Atelier S21 Gemini, Jeudi 25 Juin 2026 Grenoble**



## RPP - RAPAS Photometry Pipeline

- Nous avons développé une chaîne de traitement photométrique pilotée par le web ainsi qu'un système d'archivage compatible avec l'Observatoire Virtuel pour les observations réalisées par les membres du programme RAPAS (Réseau Amateurs-Professionnels pour les Alertes Scientifiques), un projet financé par l'initiative Gemini Pro-Am de l'Observatoire de Paris. L'application est hébergée sur des serveurs de PADC (Paris Astronomical Data Centre) à l'Observatoire de Paris.
- La chaîne de traitement photométrique RAPAS, est une application basée sur Streamlit et FastAPI, conçue pour le traitement homogène des images FITS. Une fois l'image téléchargée et les paramètres d'analyse configurés par l'utilisateur, la chaîne effectue des vérifications des en-têtes du fichier, une résolution de plaque optionnelle via Astrometry.net, ainsi qu'un affinement astrométrique à l'aide de la bibliothèque stdpipe. Ensuite, la chaîne itère automatiquement à travers plusieurs étapes :
  - La détection des sources.
  - La photométrie par ouverture et par PSF (via Astropy et Photutils).
  - L'étalonnage du point zéro basé sur Gaia dr3, Pan-Starrs dr1 et SkyMapper dr4.
  - L'enrichissement du catalogue via Gaia, SIMBAD, SkyBoT, VSX, Milliquas et Astro-Colibri.
  - La recherche des candidates transients en utilisant la librairie stdpipe.
  - La préparation des catalogues finaux téléchargeables depuis l'application web.
- Les résultats sont gérés via python avec l'aide des bibliothèques SQLAlchemy et SQLite. Tout au long du traitement, des statistiques générales, des messages de journalisation et des graphiques fournissent à l'utilisateur des informations en temps réel sur l'état de la chaîne.



## L'archivage des données RAPAS

Nous avons développé avec les ressources de PADC (Paris Astronomical Data Centre) un système d'archivage des données RAPAS, mis en œuvre avec le logiciel DaCHS (Data Center Help Suite) développé par GAVO (German Virtual Observatory). Ce logiciel permet d'implémenter des services web conformes aux normes de l'IVOA, qui rendent possible la découverte des images collectées grâce à leurs métadonnées. Ces services web de l'Observatoire Virtuel (OV) peuvent être utilisés avec Aladin, TOPCAT, ainsi qu'en Python avec PyVO, mais également avec notre portail PADC ObsTAP, qui facilite la découverte et la visualisation des données (voir ci-dessous).

Les données issues du pipeline RPP sont automatiquement archivées avec l'accord de l'observateur. Plusieurs mots-clés sont extraits des headers FITS pour indexation dans une table standard ObsCore (ivoa.obscore) qui est stockée dans une base de données PostgreSQL. DaCHS calcule automatiquement le polygone décrivant la région observée et stocke le résultat dans la colonne s\_region. Les services compatibles OV implémentés par DaCHS utilisent cette table de manière standard. La manière la plus simple de l'interroger l'archive par position est d'utiliser le protocole OV SIAP2 (Simple Image Protocol v2). L'utilisateur expérimenté peut aussi utiliser une requête plus complexe via le protocole TAP/ADQL (Table Access Protocol / Astronomical Query Language). Dans les 2 cas, le résultat est une VOTable qui contient les URIs d'accès aux données, permettant leur téléchargement.

## RPP - Le Pipeline en Détail

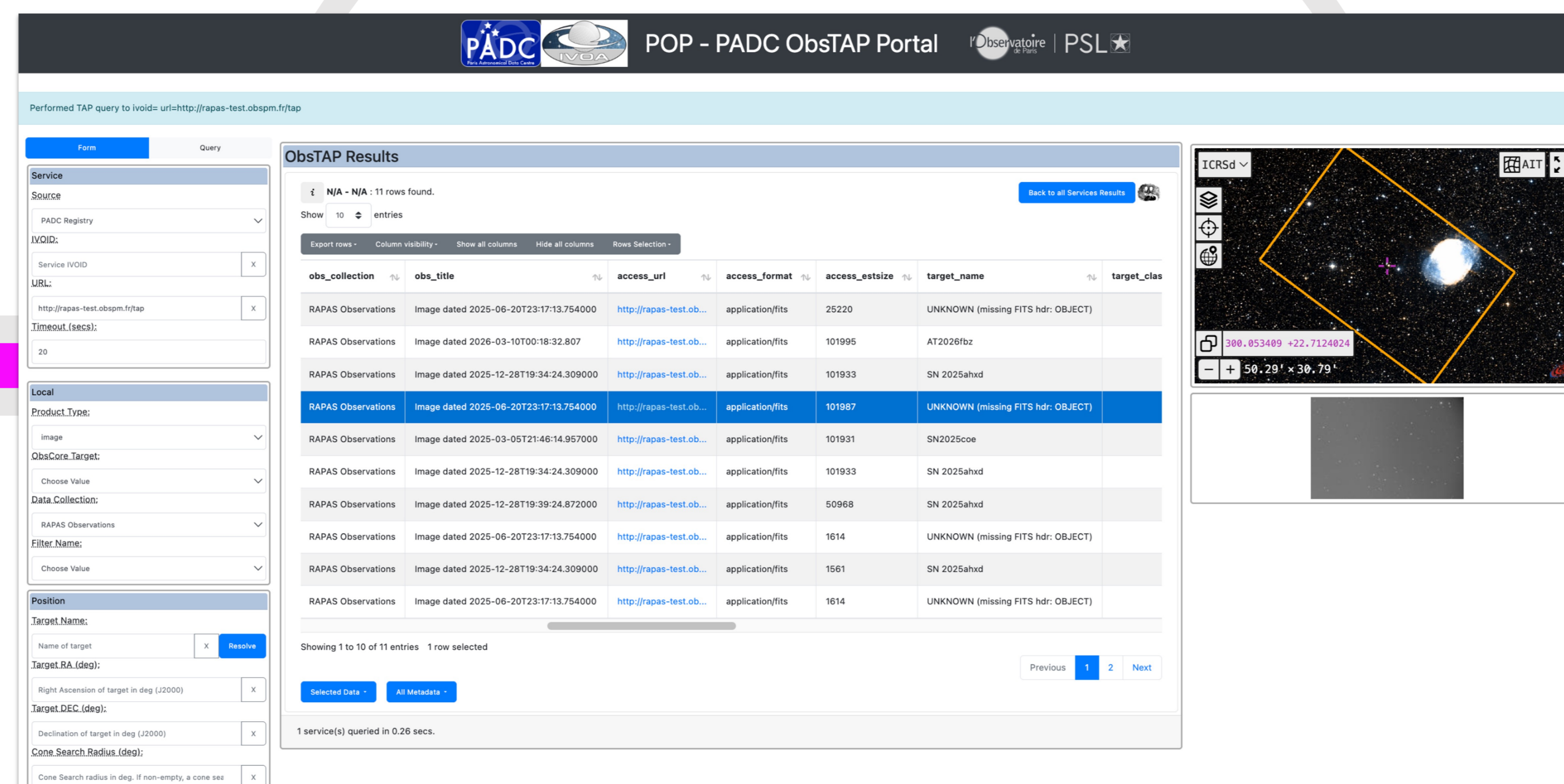
La qualité, la précision et la complétude des résultats produits par la chaîne RPP dépendent directement de la qualité de l'image d'entrée, notamment du rapport signal sur bruit, de la qualité du suivi, de la présence d'un WCS de bonne qualité, du niveau de fond de ciel et du seeing.

Après le téléchargement du fichier et la configuration des paramètres d'analyse, l'application charge l'image, vérifie et sécurise l'en-tête FITS, contrôle la cohérence du WCS et si nécessaire, lance une résolution astrométrique locale avec Astrometry.net, via la bibliothèque stdpipe. Lorsque les conditions le permettent, un ajustement astrométrique supplémentaire est appliqué afin d'améliorer la précision des coordonnées célestes; si une résolution forcée échoue mais qu'un WCS initial reste valide, la chaîne peut continuer en utilisant cette solution existante afin d'éviter un arrêt complet du traitement.

Sur le plan photométrique, la chaîne s'appuie principalement sur Astropy et Photutils. Le fond de ciel est estimé par modélisation 2D avec Background2D et l'algorithme SExtractorBackground, les rayons cosmiques sont supprimés automatiquement grâce à l'algorithme L.A.Cosmic, puis les sources sont détectées avec DAO-StarFinder et SEP. Le seeing est estimé par ajustement gaussien sur des profils stellaires, ce qui permet de calculer automatiquement les ouvertures photométriques.

La photométrie est ensuite réalisée à la fois par ouvertures multiples, avec deux rayons fixes à 1,1x et 1,3x FWHM plus une troisième ouverture configurable par l'utilisateur, et par photométrie PSF à partir d'un modèle construit avec EPSF-Builder et ajusté de manière itérative. Cette double approche permet de produire des mesures robustes dans des contextes variés. Les seuils de qualité photométrique ont été rendus un peu plus permissives pour chercher des transients faibles, en particulier: une source est classée "poor" pour  $S/N \leq 5$ , "marginal" pour  $5 < S/N \leq 10$ , et "good" pour  $S/N > 10$ .

L'étalonnage photométrique utilise les bandes Gaia-RAPAS (Gp, Bp, Rp), les bandes Johnson-Cousins ainsi que les filtres SDSS Sloan (g, r, i, z) pour calculer le point zéro à partir du catalogue Gaia ou PanStarrs ou SkyMapper. Le calcul du point zéro intègre un rejet des valeurs aberrantes par sigma-clipping ainsi qu'une exclusion des résidus trop éloignés avant l'ajustement final, afin d'améliorer la stabilité de la calibration. En cas d'indisponibilité du service Gaia principal, la chaîne peut s'appuyer sur un repli via VizieR, ce qui permet de conserver la possibilité de calibrer même lors d'une panne partielle du service TAP.



## Le portail d'accès aux données RAPAS

Le portail POP (PADC ObsTAP Portal) (figure ci-contre) permet aux utilisateurs de découvrir et d'utiliser les images RAPAS grâce à une application web codée en Django. Cet outil permet de générer une requête ADQL pour interroger la table ObsCore de l'archive RAPAS à partir des valeurs spécifiées par l'utilisateur dans un formulaire (à gauche) puis de télécharger ou de visualiser les résultats. L'utilisateur peut chercher des images en spécifiant des coordonnées ou un nom d'objet Simbad, et la recherche localise les données qui contiennent cette position ou cet objet. On peut aussi chercher le nom d'un objet étudié tel que fourni par l'observateur.

Les autres sections du formulaire concernent la bande spectrale, et la date d'acquisition. La flexibilité du système vient de la génération d'une requête ADQL qui peut être personnalisée avec toute autre colonne ObsCore, avant d'être envoyée au backend TAP (onglet Query).

A partir de la table des résultats on peut visualiser dans AladinLite les images trouvées (à droite), ou encore les envoyer dans Aladin Desktop ou tout autre logiciel compatible avec SAMP (Simple Application Messaging Protocol).

## Références et Contacts

### Bibliographie

- Howell, S. B. (2006). Handbook of CCD Astronomy
- Stetson, P. B. (1987). DAOPHOT: A Computer Program for Crowded-Field Stellar Photometry (Astronomical Society of the Pacific, v.99, p.191)
- Bertin, E., Arnouts, S. (1996). SExtractor: Software for source extraction (Astronomy & Astrophysics Supplement, 117, 393-404)
- Demleitner, M. et al (2018) DaCHS: Virtual observatory publishing with DaCHS (Astronomy and Computing, Volume 7, p. 27-36)
- Savalle, R. et al (2024) The PADC ObsTAP Portal: A user-friendly gateway to archived observations in the Virtual Observatory (ADASS XXXIV, Astronomical Society of the Pacific Conferences Series, in print)

### Site web

<https://rapas.obspm.fr/rpp> & <https://github.com/pierfra-rocchi/rpp>

### Contact

[rpp\\_support@saf-astronomie.fr](mailto:rpp_support@saf-astronomie.fr)

**Remerciements:** Nous remercions PADC (Paris Astronomical Data Centre) pour le financement, et la DIO (Direction Informatique de l'Observatoire de Paris) pour la mise à disposition de l'infrastructure (machines et stockage).