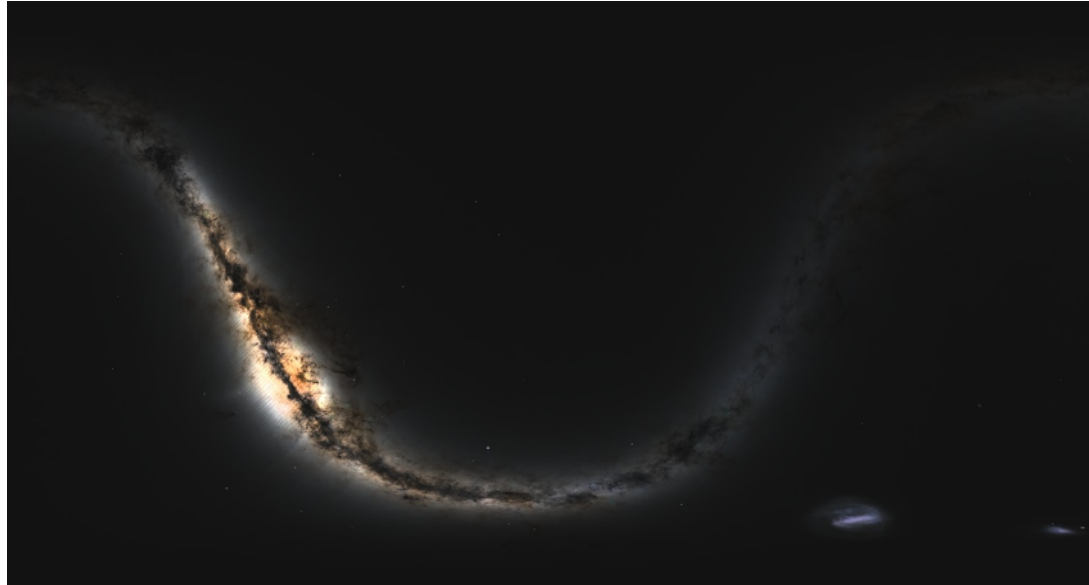


# Réduction photométriques sous PRISM V11 avec GRAPPA



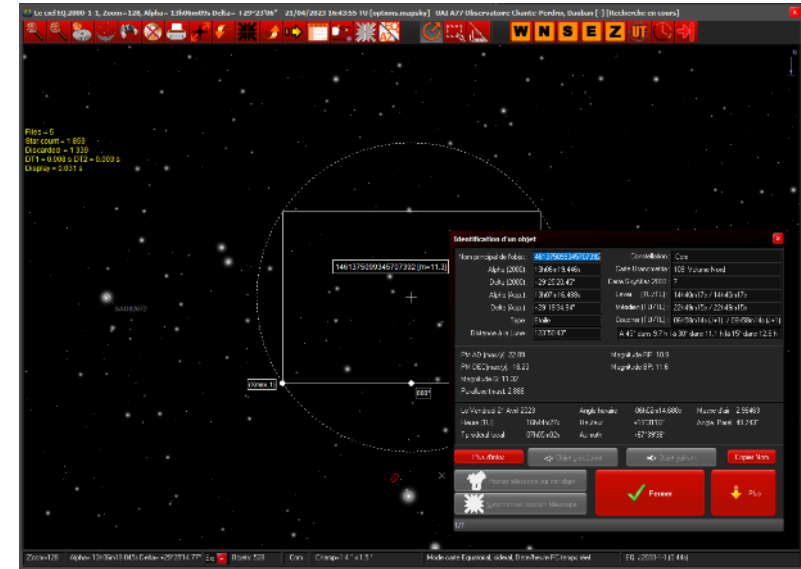
Ecole de photométrie 2023 - Strasbourg

# Sommaire

- GRAPPA, qu'est-ce que c'est ?
- PRISM V11 et Gaia / GRAPPA
- Comment faire ?

# GRAPPA, c'est quoi ?

- Acronyme pour Gaia Réduit pour l'Astrométrie et la Photométrie pour Amateurs
- But initial : Accéder au catalogue Gaia (EDR3) dans un outil d'astrométrie ou photométrie **sans accès internet**
- Permettre des réductions astrométriques et photométriques **off-line** avec différents outils (Prism, Tycho-Tracker...or others)
- Plus tard, accéder à d'autres données comme celles des étoiles variables



PRISM V11 skychart

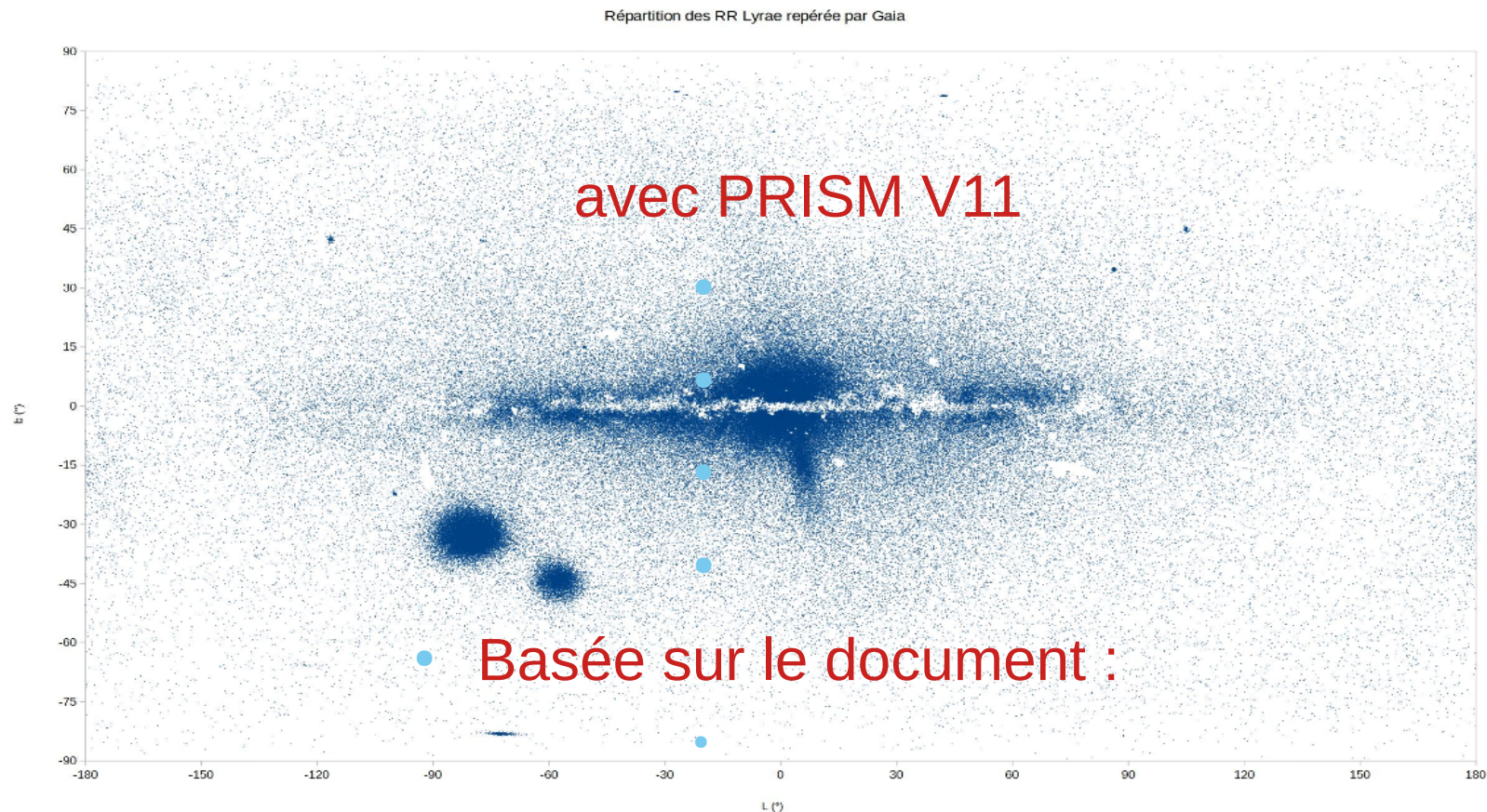
# GRAPPA, ça contient quoi ?

- Des données de la base Gaia\_source EDR3 publiée par le consortium Gaia
- Gaia\_source : 613Go de fichiers compressés (3400 fichiers) contenant les données de 1 811 709 771 sources...
- Solutions astrométriques complètes pour environ 1,46 Md d'objets avec une magnitude limite to  $G \approx 21$  (5 ou 6 paramètres). Indicateur de qualité des solutions (i.e : RUWE). 344 millions objets avec seulement 2 paramètres ( $\alpha$ ,  $\delta$ )
- Photométrie : 1 806 254 432 sources avec magnitude G, 1 542 033 472 sources avec magnitude  $G_{BP}$  et 1 554 997 939 sources avec magnitude  $G_{RP}$ .
- Vitesses radiales données pour plus de 7,2 millions sources.
- Incertitudes données pour les positions, parallaxes, mouvements propres, vitesses radiale et magnitudes.
- Il a fallu faire le choix parmi 99 champs disponibles...Chaque source est codée sur 52 octets.
- GRAPPA est organisé en fichier de  $1^\circ \times 1^\circ$  dépendant de la position ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) et non plus selon le *source\_id*
- *Résultat : L'astrométrie et la photométrie de GAIA EDR3 dans 89Go*

# Comment l'utiliser ?

- Accès directement intégré dans PRISM V11 pour l'astrométrie et la Photométrie
- Tycho Tracker utilise une version de GRAPPA EDR3 restreinte en magnitude and en information
- Avec des outils open source ont été écrits (mais pas en python) :
  - Un explorateur de données qui permet l'accès direct à tous les information d'une source donnée
  - Un utilitaire pour extraire des liste de sources pour une portion du ciel
  - Un outil qui donne la ou les sources les plus proches d'une position dans le ciel
  - Un utilitaire qui effectue la mise en correspondance des mesures photométriques de toutes les étoiles d'une image avec les sources Gaia repérées sur l'image
  - Divers utilitaires de manipulation des données sur les étoiles variables

# Démonstration



- [http://www.astrosurf.com/noctambule/CCD-GRAPPA/Doc%20utilitaire%20CCD-GRAPPA\\_v1.4.pdf](http://www.astrosurf.com/noctambule/CCD-GRAPPA/Doc%20utilitaire%20CCD-GRAPPA_v1.4.pdf)

# Références

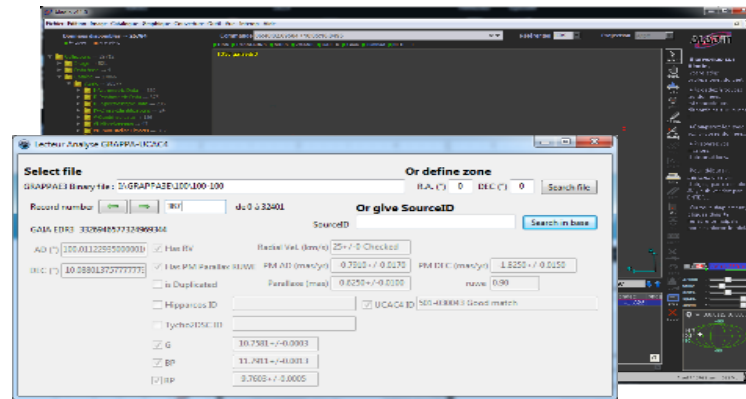
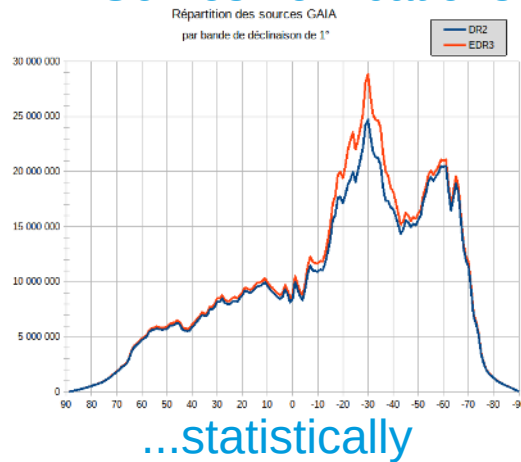
- **Quelques liens pour aller plus loin avec Gaia, GRAPPA :**
  - **Gaia source data :** <http://cdn.gea.esac.esa.int/Gaia/> **et la Mission Gaia :** <https://arxiv.org/pdf/1609.04153.pdf>
  - **Calibration Photométrique de Gaia :**  
[https://gea.esac.esa.int/archive/documentation/GDR3/Data\\_processing/chap\\_cu5pho/cu5pho\\_sec\\_photProc/cu5pho\\_ssec\\_photCal.html](https://gea.esac.esa.int/archive/documentation/GDR3/Data_processing/chap_cu5pho/cu5pho_sec_photProc/cu5pho_ssec_photCal.html)
  - **Calibration astrométrique de Gaia :**  
[https://gea.esac.esa.int/archive/documentation/GDR3/Data\\_processing/chap\\_cu3ast/sec\\_cu3ast\\_cali/](https://gea.esac.esa.int/archive/documentation/GDR3/Data_processing/chap_cu3ast/sec_cu3ast_cali/)
  - **Gaia DR3 Data Model :** [https://gea.esac.esa.int/archive/documentation/GDR3/Gaia\\_archive/chap\\_datamodel/](https://gea.esac.esa.int/archive/documentation/GDR3/Gaia_archive/chap_datamodel/)
  - **Clementini et al.: Gaia DR3 - Specific processing and validation of all-sky RR Lyrae and Cepheid stars - The RR Lyrae sample :** <https://arxiv.org/pdf/2206.06278.pdf>
  - **Gaia et les exoplanètes :** <https://gaia.obspm.fr/la-mission/les-resultats/article/gaia-et-les-exoplanetes>
  - **Où trouver GRAPPA EDR3 :** <ftp.imcce.fr/pub/catalogs/GRAPPA3E> **or** <ftp://uaib24cesson.ddns.net/>
    - **Login :** **grappa** **password :** **grappa** **(avec utilisation d'un client ftp compatible TLS3 tel Filezilla)**
  - **RAPAS web page :** <http://rapas.imcce.fr/>

# RESERVE DE PLANCHES



# Building the offline catalogue : Results

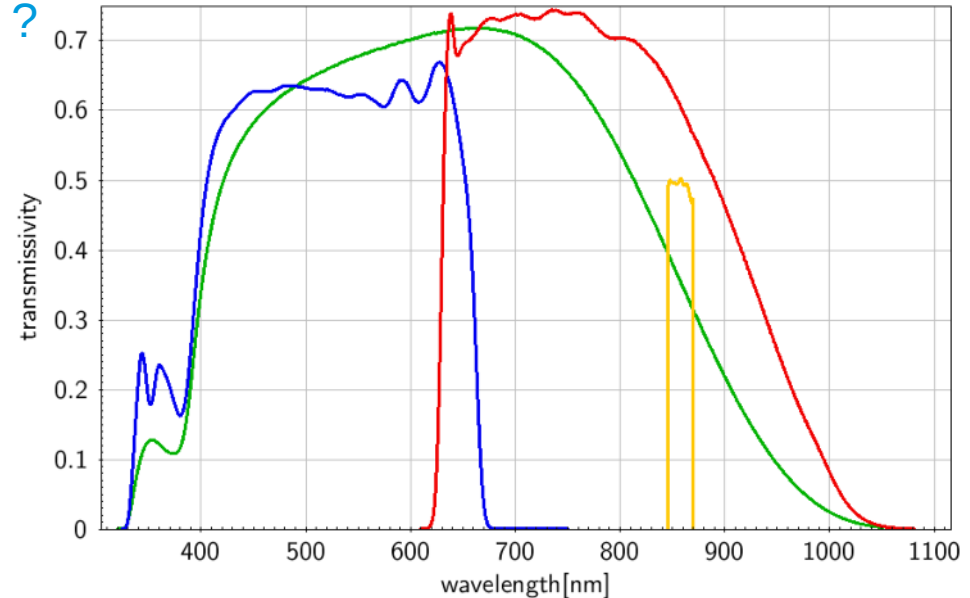
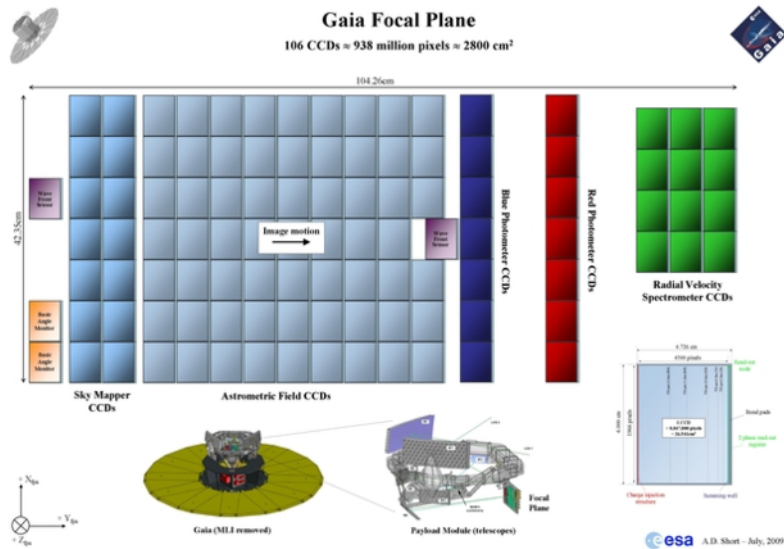
- A less than 89Gb database uncompressed (66Go zipped),
- $1^\circ \times 1^\circ$  of sky in each file except for poles ( $|\delta| > 85^\circ$ ), completed by a radial velocity file and indexes to external catalogs
- And endly (but not yet available).... a variable Star index catalog with RA DEC, type of variability and common name.
- Some verifications have been done :



...visually !

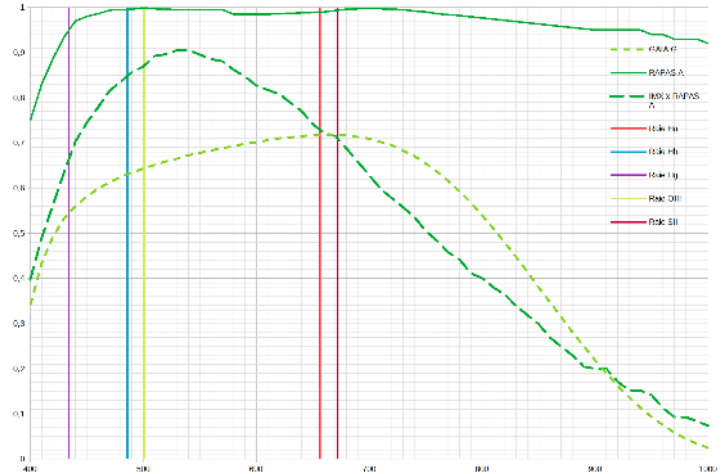
# Building GRAPPA : the photometry case

- Gaia gives  $G$ ,  $G_{BP}$   $G_{RP}$  magnitudes in the Vega system
- No given uncertainties for magnitudes
- In GRAPPA, fluxes and errors on fluxes have been converted to error on magnitudes when possible
- But what are these  $G$ ,  $G_{BP}$  and  $G_{RP}$  « filters » ?

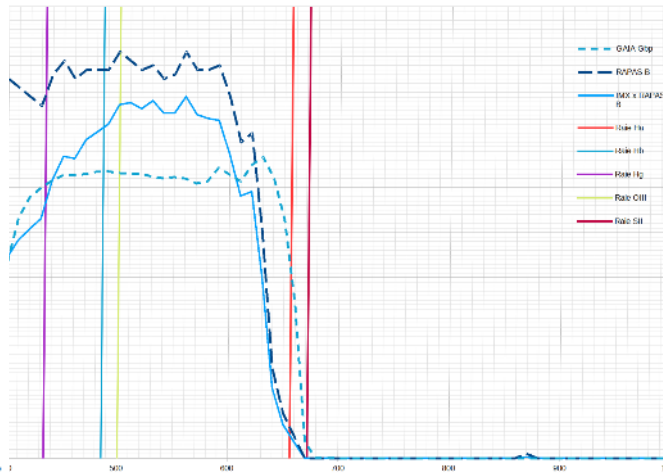




RAPAS A matching Gaia G



RAPAS B matching Gaia G<sub>BP</sub>

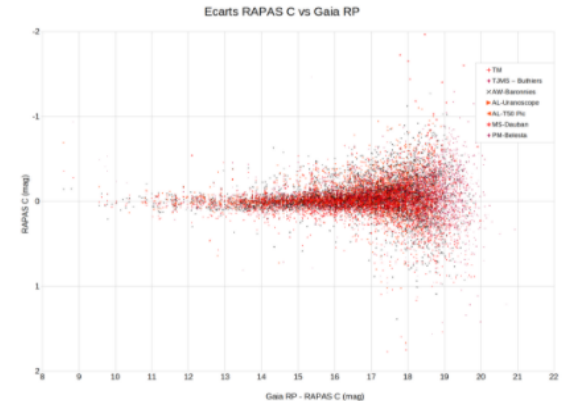
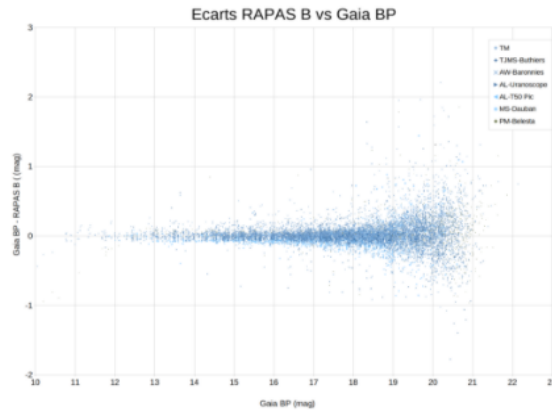
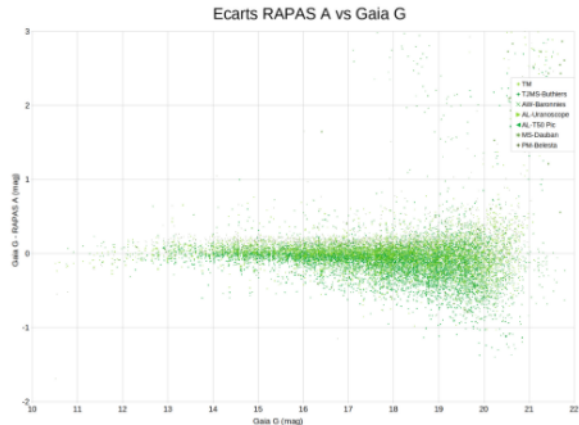
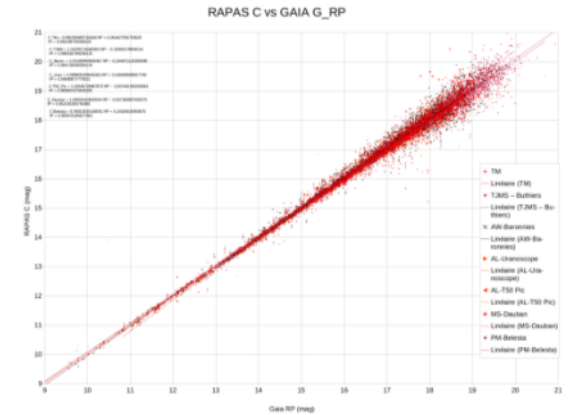
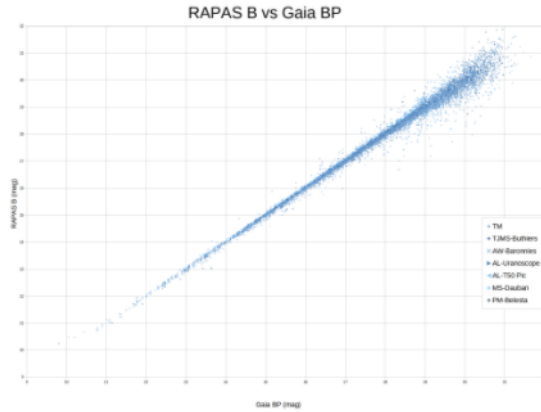
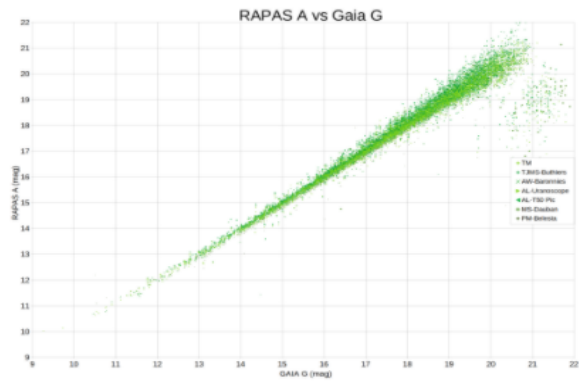


RAPAS C matching Gaia G<sub>RP</sub>



- Main difference with Gaia : H $\alpha$  line out of RAPAS B band pass
- Total SED depending on sensor quantum efficiency (i.e. Sony IMX571), airmass and optics in front of filters. To limit these effects, filter transmission rise at 400nm and set at 950nm.

# Calibration on the sky (preliminary results)




Calibration fields = SA51, SA57, SA68 - Measures done with PRISM V11 using GRAPPA magnitudes  
Telescopes diameter from 275 up to 820mm – Caméras QHY268, QHY600, ZWO ASI6200, MORAVIAN G4

# Variable stars in Gaia DR3

- Gaia furnishes a lot of data for each type, for instance :
  - RR Lyrae : source\_id, periods and epoches in G, G<sub>BP</sub> and G<sub>RP</sub> bands, peak to peak values, metallicity, RV, best classification (RRab, RRc, RRd) , Fourier data, error on quantities...
  - Cepheids : source\_id, periods (1st and second overtone) and epoches in G, G<sub>BP</sub> and G<sub>RP</sub> bands, peak to peak values, metallicity, RV, best type and mode classifications, Fourier data, error on quantities...
  - Eclipsing binaries : source\_id, frequency and epoch in G band, geometrical model type and data, data on primary and secondary eclipses,...
  - LPV : source\_id, frequency, amplitude, flag on C-Star/O-Star...
  - Planetary transits : source\_id, period, reference time, duration, depth

# GRAPPA future

- Incorporate Variability information :
  - phot\_variable\_flag, has\_epoch\_photometry...
  - Table Variability\_classifier\_result (2023)  a Variable Star index
  - Tables with main informations (TBD) for main types (RR Lyrae, Cepheids...)
  - Update source browser tool to get these informations easily (2023)
- Gives developers access to the data
- DR4 data (when available) :
  - Updating GRAPPA with new astrometry and photometry
  - But how to deal with photometry curve, spectra and other physical values when available ?