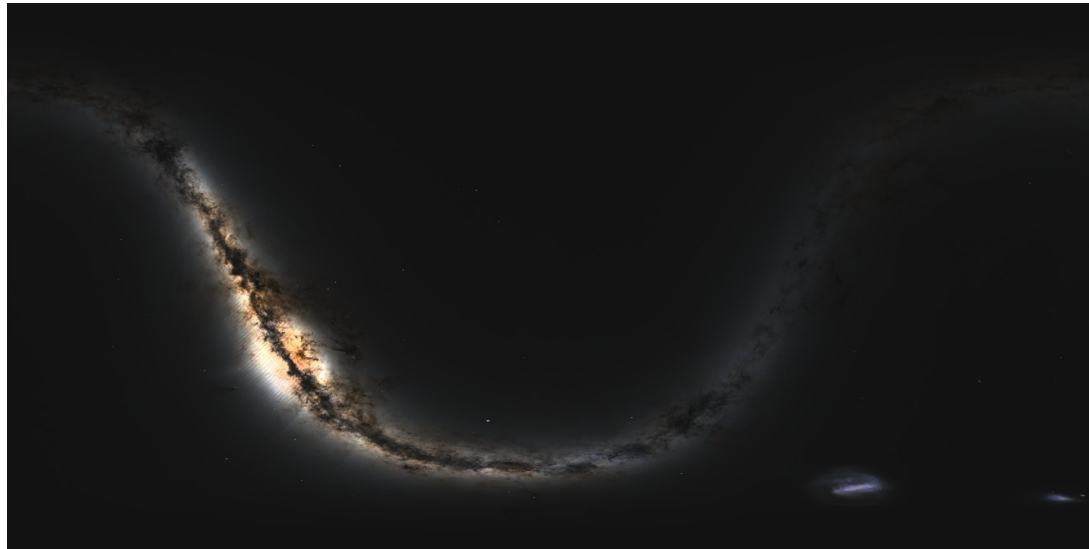


# GRAPPA 3E ou GAIA EDR3 Restreint à l'Astrométrie et la Photométrie Pour "Amateur"



# Sommaire

- Grappa, pourquoi faire ?
- Comment faire ?
- La construction de GRAPPA EDR3
- Les données dans GRAPPA EDR3
- Comment utiliser ces données ?
- Exemple de réduction photométrique avec la fonction automatique de Prism V11

# GRAPPA, pourquoi faire ?

- Accéder aux données astrométriques et photométriques de GAIA (EDR3) sans accès internet
- Permettre des réductions astrométriques et photométriques **hors ligne** à partir des données de GAIA dans des outils d'analyse d'images (Prism, Tycho-Tracker...ou autres)

# Comment faire ?

- Analyse de données EDR3 mises à disposition par le consortium :
- GAIA sources : version texte de la base données soit 613Go en 3400 fichiers csv compressés pour 1 811 709 771 sources...
- Solutions astrométriques complètes pour environ 1,46 milliards d'objets avec une magnitude limite à  $G \approx 21$  d'un coté et  $G \approx 3$  de l'autre (5 ou 6 paramètres). Des indicateurs de la qualité de la solution astrométrique sont disponibles (Ex : RUWE). En complément, 344 millions d'objets avec 2 paramètres ( $\alpha$ ,  $\delta$ )
- En photométrie : 1 806 254 432 sources avec une magnitude G, 1 542 033 472 sources avec une magnitude  $G_{BP}$  et 1 554 997 939 sources avec une magnitude  $G_{RP}$ .
- Les vitesses radiales sont données pour plus de 7,2 millions de sources.
- Les incertitudes sont fournies pour les positions, parallaxes, mouvements propres, vitesses radiales et flux.
- 99 champs de données disponibles : un choix s'impose pour obtenir un résultat pas trop énorme...
- Les données sont enregistrées dans l'ordre des *source\_id* croissants dans les fichiers, pas pratique pour la recherche quand on ne connaît pas les Healpix !

# Construire GRAPPA ?

- Que veulent les développeurs ? Jusqu'où aller en magnitude ?
- Extraire les données des champs intéressants des 3400 fichiers de *GAIA\_sources*
- Les convertir en un format compact : une source = 52 octets
- Trier et Organiser les sources par position ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) pour faciliter une recherche « traditionnelle » :
  - 170 répertoires contenant 360 fichiers ( $1^\circ \times 1^\circ$  sur le ciel)
  - Deux fichiers complémentaires pour les zones polaires au-delà de  $\pm 85^\circ$
  - Des fichiers additionnels pour les vitesses radiales et les correspondances avec les catalogues Tycho2 et Hipparchos et UCAC4 (merci à D. Herald)

# Construire GRAPPA : Cas de la photométrie

- GAIA fournit des magnitudes dans le système de Véga
- Quid des incertitudes sur les magnitudes qui ne sont pas fournies ?
  - Dans GRAPPA, il y a eu conversion des données de flux et d'erreur sur les flux pour obtenir les incertitudes en magnitude
  - Pour chaque source et dans chaque bande, la référence a été recalculée pour traduire les flux « min » et « max » en magnitude max et min, puis trouver l'incertitude  $\Delta mag_{G, BP \text{ ou } RP}$

➤ Par les relations classiques : 
$$Ref_{G, BP, RP} = \frac{phot . mean . flux_{G, BP, RP}}{10^{\frac{- phot . mean . mag_{G, BP, RP}}{2,5}}}$$

➤ Et

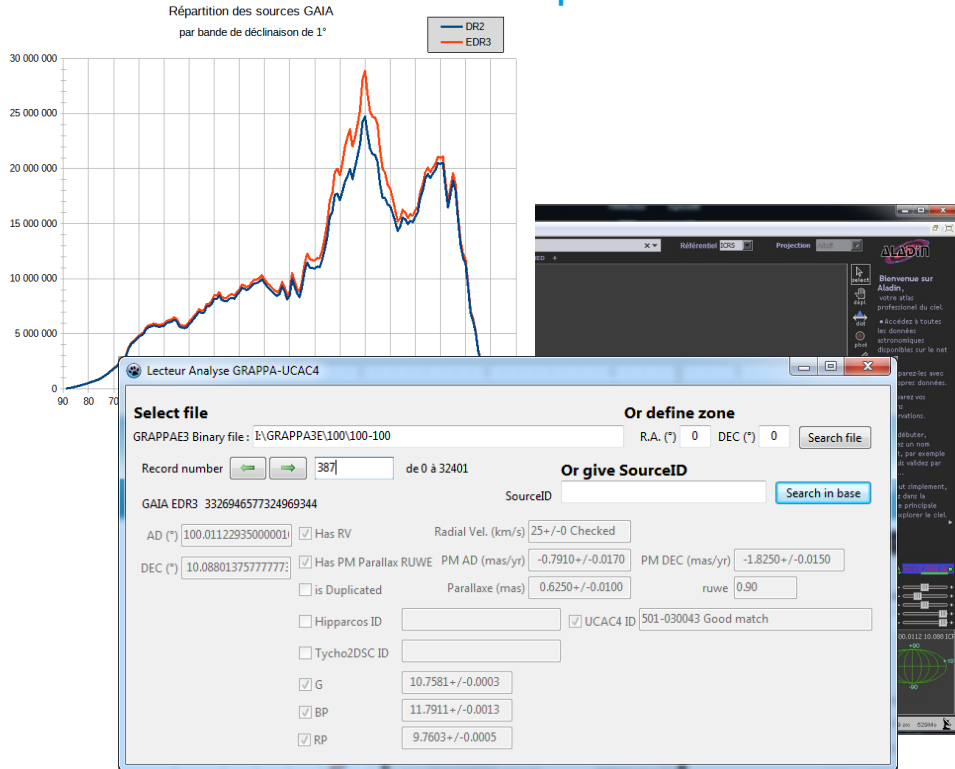
$$mag_{G, BP, RP} \Big|_{min}^{max} = -2,5 \cdot \log ( phot . mean . flux_{G, BP, RP} \Big|_{max}^{min} ) + 2,5 \cdot \log ( Ref_{G, BP, RP} )$$

# Les données codées dans GRAPPA EDR3

```
TGrappa3ESource = bitpacked record
//
Source_id :      Qword;      //      Définition
RA :            int32;      // mas   A.D. tronquée avec une unité : 1mas. Ex : +10789.123 = 10789
RA2 :          byte;       // 4µas Composante de A.D.<1mas. Unité : 4 µas. A ajouter à RA. Ex : 30 = 0.120mas
e_RA :         uint16;     // 10µas Incertitude sur A.D. unité : 10 µas
DEC :         int32;      // mas   Déclinaison+90°, tronquée avec une unité de 1 mas. Ex : +10456.123 = 10456
DEC2 :        byte;       // 4µas Composante de Déclinaison <1mas. Unité : 4 µas. A ajouter à DEC.30 = 0.120mas
e_DEC :       uint16;     // 10µas Incertitude sur la Déclinaison, unité : 10 µas
parallax :    uint16;     // 12.5µas L'unité de 12.5µas permet de coder la parallaxe de Proxima Centauri
e_parx :      uint16;     // 10µas Incertitude sur la parallaxe, unité : 10 µas
PM_RA :      int32;      // µas/an Mouvement propre annuel en A.D. Valeur déjà multipliée Cos(déclinaison)
e_PM_RA :    uint16;     // µas/an Incertitude pour le mouvement propre annuel en A.D.
PM_DEC :     int32;      // µas/an Mouvement propre annuel en Déclinaison.
e_PM_DEC :   uint16;     // µas/an Incertitude pour le mouvement propre annuel en Déclinaison.
RUWE :      byte;       // 0.1   Valeur de l'indicateur de qualité RUWE. Voir ici.
//      RUWE est mis à zéro pour les sources qui n'ont que 2 paramètres (AD & DEC)
has_RV,      // Drapeau de présence de la vitesse radiale
has_PM_parallax_RUWE, // Drapeau de présence des mouvements propres, la parallaxe et RUWE
has_Hipparcos2_id, // Drapeau de présence de la correspondance avec le catalogue Hipparcos2
has_TYCHO2DSC_id, // Drapeau de présence de la correspondance avec le catalogue Tycho2DSCmerge
has_G,has_BP,has_RP, // 3 drapeaux de présence des magnitudes apparentes G, BP, RP respectivement
duplicated_source : boolean;
G,BP,RP :    uint32;     // 0.1mmag Valeurs des magnitudes apparentes dans les bandes GAIA G, BP et RP
//      incluant respectivement les incertitudes notées e_G, e_BP, e_
```

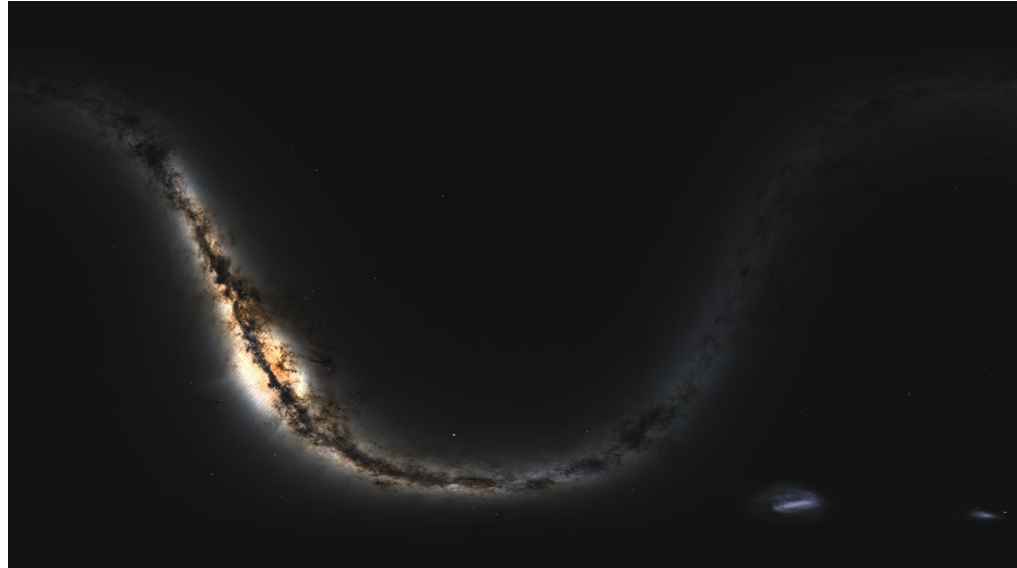
# Et faire « quelques » vérifications

...statistiques



...individuelles

...visuelle !





# Résultats :

- Une base qui « pèse » moins de 89Go non compressée (66Go zippée), acceptable avec les ordinateurs d'aujourd'hui.
- Composée de 170 répertoires contenant chacun 360 fichiers pour  $1^\circ \times 1^\circ$  de ciel chacun
- Complétée par 2 fichier pour les pôles ( $|\delta| > 85^\circ$ ), un pour les données concernant les vitesses radiales et trois pour les correspondances avec les catalogues externes (Hipparcos2, Tycho2DSC et UCAC4)

# Comment utiliser les données de GRAPPA EDR3 ?

- Un lecteur des données binaires permettant de connaître immédiatement les données d'une source particulière
- Utilitaire d'extraction de listes de sources avec leur données associées pour une zone du ciel
- Des fonctions dans Prism V11 pour effectuer des réductions astrométriques et photométriques
- Tycho Tracker utilise aussi une version restreinte en magnitude de GRAPPA EDR3

# Réduction photométrique avec la fonction automatique de Prism V11

- Démonstration avec PRISM V11

# Références

- Quelques liens pour ceux qui veulent aller plus loin :
  - La 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)
  - La 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/)
  - Le modèle de données de GAIA EDR3 :  
[https://gea.esac.esa.int/archive/documentation/GDR3/Gaia\\_archive/chap\\_datamodel/sec\\_dm\\_main\\_source\\_catalogue/ssec\\_dm\\_gaia\\_source.html](https://gea.esac.esa.int/archive/documentation/GDR3/Gaia_archive/chap_datamodel/sec_dm_main_source_catalogue/ssec_dm_gaia_source.html)
  - GAIA et les exomondes : <https://gaia.obspm.fr/la-mission/les-resultats/article/gaia-et-les-exoplanetes>
  - Où trouver GRAPPA EDR3 : <ftp://imcce.fr/pub/catalogs/GRAPPA3E> ou <ftp://uaib24cesson.ddns.net/>  
Login : grappa password : grappa  
Documentation : 